

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

№ 9, 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

Кожухова М.И., Кнотько А.В., Соболев К.Г., Кожухова Н.И. МИКРОСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НА ГИДРОФОБИЗИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ БЕТОНА	6
Гридчин А.М., Азаров Д.С., Куцына Н.П. НАНОБИТ СД – ЭФФЕКТИВНАЯ СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ	10
Графкина М.В., Свиридова Е.Ю., Сдобнякова Е.Е. НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	15
Ерофеев В.Т., Фомичев В.Т., Емельянов Д.В., Фишер Х.-Б., Матвиевский А.А., Коротаев С.А., Булычев А.А. ГИПСОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ ЗАТВЕРЖДЕНИЯ	22
Дребезгова М.Ю., Чернышева Н.В., Глаголев Е.С., Герасимов А.В. АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОНОЛИТНОГО МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	28
Череватова А.В., Кожухова Н.И., Осадчая М.С., Жерновский И.В. ОСОБЕННОСТИ РЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО АЛЮМОСИЛИКАТНОГО ВЯЖУЩЕГО В ПРИСУТСТВИИ КОМПЛЕКСНЫХ МОДИФИКАТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ	36
Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Володченко А.А., Воронов В.В., Кучерова А.С. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ	40
Ядыкина В.В., Наволокина С.Н. ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ХОЛОДНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ	53
Агеева М.С., Шаповалов С.М., Боцман А.Н., Ищенко А.В. К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ	58
Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Слепухин А.С., Плехова С.И. ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ БЕТОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУПЕРПЛАСТИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ПОЛИКАРБОКСИЛАТА	63
Шаповалов Н.Н. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ	67
Лебедев В.М., Ломтев И.А. СИСТЕМОТЕХНИКА РЕКОНСТРУКЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ И КОМПЛЕКСОВ	73
Перькова М.В., Родяшина К.Е. СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В РФ: ОСНОВНЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ	77
Панфилов А.В. КЛАСТЕРНАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ГОРОДА	83
Альфажр Мохаммад Абдул Карим ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ОБЛИКА ЗДАНИЯ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ РЕНОВАЦИИ ПАМЯТНИКА АРХИТЕКТУРЫ	91
Аверкова О.А., Крутикова Д.Н., Логачев И.Н., Логачев К.И., Уваров В.А. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ В БЛИЗИ ЭКРАНИРОВАННОГО БОРТОВОГО ОТСОСА	96

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Ельцов М.Ю., Юрьева М.В., Анциферов С.И. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕВАТОРА ЛГНС-260 С РАЗЛИЧНЫМ СОСТАВОМ ИЗДЕЛИЯ	103
Кузнецова В.Н., Ярмович Я.В. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ОБОСНОВАНИЯ РЕСУРСА СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДРОБИЛЬНО-РАЗМОЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	109

Остановский А.А.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ
И РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ МЕЛЬНИЦ ДИНАМИЧЕСКОГО
САМОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СИСТЕМЫ «МКАД» 115

Бойко А.Ф., Кудеников Е.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОБЪЕМНОГО ИЗНОСА ЭЛЕКТРОДА-ИНСТРУМЕНТА
ОТ ГЛУБИНЫ ОБРАБОТКИ 122

Герасимов М.Д., Герасимов Д.М., Степанищев В.А.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ВИБРАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА
С АСИММЕТРИЧНОЙ ВЫНУЖДАЮЩЕЙ СИЛОЙ 125

Ефремов В.В., Кутовой С.С., Агошков А.В.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ
ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА ВОССТАНОВЛЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ
ПРИ ШЛИФОВАНИИ 131

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Горлов А.С., Губарев А.В., Горлов К.А.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕВОГО ПОТОКА
В КОРОТКИХ ВИХРЕВЫХ КАМЕРАХ 137

Шафоростова Е.Н., Михайлюк Е. А., Ковтун Н.И., Лазарева Т.И.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА
ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАНА РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ 143

Аверченков А.В., Аверченкова Е.Э.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ
НА РЕГИОНАЛЬНУЮ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ 148

Зуев С.В., Диденко А.А.

СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ ДЛИННОГО ВОЛНОВОГО ФРОНТА 154

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Рахимбаев Ш.М., Тольпина Н.М.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТИПА ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ АГРЕССИВНЫХ СРЕД
ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ГЕТЕРОГЕННЫХ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ 159

Черкашина Н.И., Павленко А.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ГИДРИДА
ТИТАНА ОРГАНОСИЛОКСАНОВЫМИ СТРУКТУРАМИ 164

Клименко В.Г., Павленко В.И., Гасанов С.К., Мамин С.Н.

ГИПСОПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫЕ КОМПОЗИТЫ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ 169

Пивинский Ю.Е., Онищук В.И., Дороганов В.А., Коробанова Е.В., Гливул А.С.,**Евтушенко Е.И.**

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ВЫСОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ И СТЕКОЛЬНЫХ
ВЯЖУЩИХ СУСПЕНЗИЙ СЛОЖНЫХ СОСТАВОВ ОТ ХИМИЧЕСКОЙ
ПРИРОДЫ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ 175

Ястребинский Р.Н., Павленко З.В., Ястребинская А.В., Денисова Л.В.

ТЕРМОСТОЙКИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
НА ОСНОВЕ НАНОАПОЛНЕННЫХ ПОЛИАЛКАНИМИДОВ 183

Матюхин П.В., Ястребинский Р.Н., Широков А.В.

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНЕТИТА,
ПОДВЕРГНУТОГО ВОЗДЕЙСТВИЮ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ ПРЕССОВАНИЯ 189

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абдуллаева С.С.-Б., Раджабова Д.А.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ НЕДВИЖИМОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ 196

Старикова М.С. ОЦЕНКА И НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТРАСЛЕЙ РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	199
Щербакова М.И., Наумов А.Е. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ НА КОММЕРЧЕСКУЮ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ИЖС	206
Агуева Э.Б., Абдулгамидов М.А. НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ИПОТЕЧНЫХ ПРОГРАММ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ ПАЕВОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН	212
Рамазанова З.Т., Раджабова Д.А. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ИНВЕСТИРОВАНИЯ РЫНКА НЕДВИЖИМОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ	217
Данилкин И.А. НЕКОТОРЫЕ НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛОЕМКОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОЙИНДУСТРИИ И СОСТАВЛЯЮЩИХ ЕЕ ИНТЕГРАЦИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ РЫНОЧНОГО ТИПА	221
Романович М.А., Мясников А.В., Романович Л.Г., Оспищев П.И. ИНЖИНИРИНГОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА БАЗЕ ВУЗОВ: БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРОБЛЕМЫ	227
Скрипина А.А. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА ИНФОРМАЦИИ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ РЫНКА	232
Сыромятникова Е.В., Былин И.П., Ширина Н.В. МОНИТОРИНГ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОГО РАЙОНА ПУНКТАМИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	237
Унежева В.А., Страхова А.С. МНОГОВАРИАНТНОСТЬ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛЫМ ФОНДОМ	242
Селиверстов Ю.И. ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ЭКОНОМИКИ	251
Ширина Н.В., Саруханова Е.А., Слесаренко Я.Н. НАПОЛНЕННОСТЬ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ФОНДА ПОСЕЛЕНИЯ	257
Баклушинский В.В. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ	261

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

^{1,2}Кожухова М.И., канд. техн. наук, инженер-исследователь,

³Кнотько А.В., д-р хим. наук, доц.,

²Соболев К.Г., канд. техн. наук, проф.,

¹Кожухова Н.И., канд. техн. наук, ст. научн. сотр.

¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

²Университет Висконси-Милуоки, США

³Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

МИКРОСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НА ГИДРОФОБИЗИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ БЕТОНА*

kozuhovamarina@yandex.ru

В работе представлены микроструктурные исследования особенностей формирования иерархической структуры на гетерогенной поверхности бетона, позволяющей обеспечить супергидрофобные характеристики поверхностного слоя материала.

Установлено, что совместная работа гидрофобного слоя эмульсии и развитой многоуровневой шероховатой структуры позволяет обеспечить высокие показатели гидрофобности на поверхности бетона, обеспечивающие высокие водо- и льдоотталкивающие свойства.

Ключевые слова. Эмульсия, шероховатость, иерархическая структура, супергидрофобная поверхность.

Введение. Современные подходы к выбору строительных материалов призваны обеспечить создание системы зданий и сооружений, формирующих пространственную среду, качественную и безопасную для жизни и деятельности людей. В основу создания новых высокоэффективных композитов положен «принцип копирования» процессов, происходящих в живой природе с целью получения новых композитов и оптимизации системы «человек – материал – среда обитания» [1–4]. Одним из основных инструментов создания прогрессивных материалов будущего, позволяющих направленно изменять свойства строительных материалов для придания им функциональных и принципиально новых свойств, является их модифицирование [5, 6].

В аспекте технологической минералогии и геоматериаловедения решение этой задачи соответствует созданию функциональных текстур поверхностей материалов. Методическим инструментом структурно-топологического дизайна поверхности материалов могут служить имитационные технологии на основе объектов живой (бионика) и неживой (геоника) природы [7].

Обоснование работы сопряжено с таким направлением в науке как «бионика». Бионика (биомиметика) – научное направление, которое в переводе с английского языка означает «подражание миру природы».

Биомиметические подходы данного исследования основаны на воспроизведении наиболее

изученного «эффекта Лотоса», супергидрофобные свойства которого зависят от упорядоченного расположения конусообразных формирований, создающих определенный рельеф поверхности листа Лотоса.

Подобные подходы послужили основой для создания бетонов дорожно-строительного назначения с супергидрофобными характеристиками его поверхности [8–12] и являются предметом исследования в рамках данной работы.

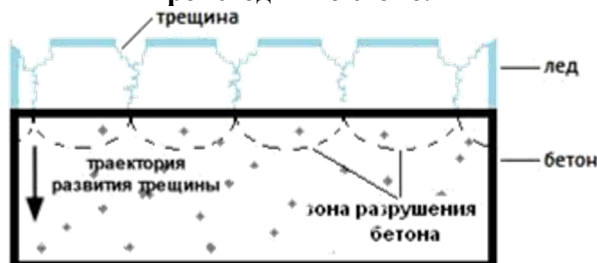
Хорошо известен тот факт, что бетоны представляют собой гидрофильные материалы и поэтому имеют хорошую способность адсорбировать влагу на поверхности. В зимний период времени, вода, аккумулирующаяся на поверхности бетонных покрытий, замерзает, образуя ледяную корку, которая характеризуется высокой силой адгезии к поверхности покрытия, что приводит к проблематичному удалению льда механическим способом [13].

Затронутая проблематика представляет интерес не только с точки зрения решения технологической задачи создания поверхностей со специфическими свойствами, но также имеет большую социальную значимость, поскольку разработка материалов, способных предотвращать образование прочной ледяной корки на поверхности бетонного покрытия, приведет к снижению степени аварийности и травматичности в отношении транспортных средств и пе-

шеходов, возникающих вследствие образования гололеда на поверхности дорожного полотна в зимний период.

Основная часть. С учетом результатов ранее проведенных исследований как отечественными, так и зарубежными учеными [13–15], разработаны модели разрушения ледяного слоя на поверхности цементобетона (рис. 1).

а) при условии $\sigma_{тр} < \sigma_{ад}$, развитие трещины происходит по схеме:



б) при условии $\sigma_{тр} > \sigma_{ад}$, развитие трещины происходит по схеме:

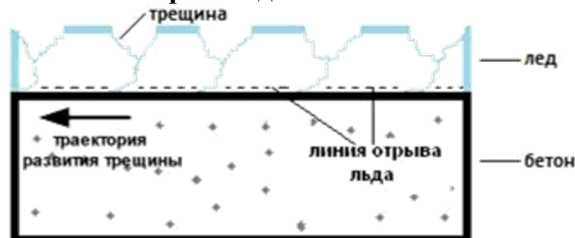


Рис. 1. Модели разрушения поверхностного слоя системы «лед – бетон»

Первая модель справедлива при условии, что разрушающее напряжение, возникающее при отрыве льда от поверхности бетона ($\sigma_{ад}$) выше напряжений, образующихся при трещинообразовании льда ($\sigma_{тр}$). В этом случае система «лед – бетон» работает как единый элемент. Это приводит к развитию трещин во льду и дальнейшему разрушению поверхностного слоя бетона.

Вторая модель реализуется при условии, что разрушающее напряжение, возникающее при отрыве льда от поверхности бетона, ниже напряжений, образующихся при трещинообразовании льда. В этом случае траектория развития трещины в ледяной корке будет проходить на границе контакта льда с бетоном, как в зоне наиболее слабых сил взаимодействия.

На основании этого было выдвинуто предположение о том, что формирование супергидрофобных свойств бетонной поверхности, обеспечивающих максимальное поверхностное натяжение капли воды и в условиях знакопеременных температур, позволяет избежать адгезионное сцепление льда к бетону. Это может происходить за счет создания высокоразвитой морфологии поверхности бетона с упорядоченной иерархической структурой с низкой поверхностной энергией, имитирующей природный

«эффект листа Лотоса», поверхность которого представляет собой регулярно расположенные конусообразные образования, покрытые тончайшим слоем природного воска.

С целью обеспечения высокогидрофобных свойств поверхности бетона была предпринята попытка создания супергидрофобного поверхностного слоя, механизм действия которого основан на формировании шероховатой высокоразвитой структуры исходной бетонной поверхности за счет введения в защитный бетонный слой фибрового наполнителя ПВС-фибры с последующим покрытием бетонной поверхности гидрофобной эмульсией на основе кремнийорганического гидрофобизирующего соединения [16], содержащей в своем составе микро-, субмикро и наночастицы [10, 12].

Согласно предположениям, механическая обработка поверхностного бетонного слоя абразивом обеспечивает макро- и микрошероховатость поверхности. В свою очередь, ПВС-фибра, входящая в состав поверхностного слоя бетона обеспечивает формирование ворсистой структуры.

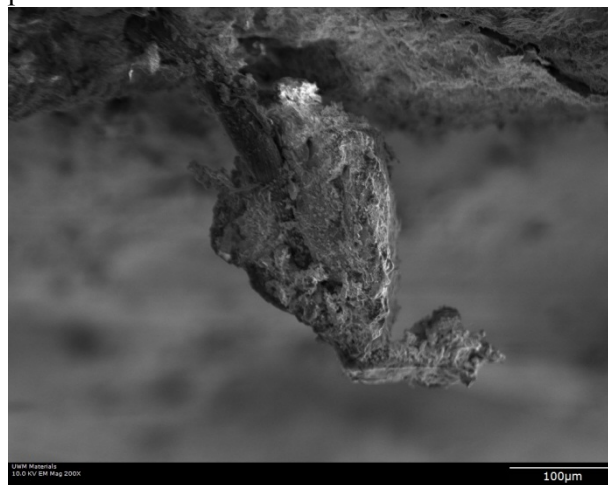


Рис. 2. Формирование разноуровневой иерархической структуры шероховатой поверхности мелкозернистого фибробетона после нанесения эмульсии

В рамках работы в качестве вяжущего для получения бетона применялся цемент ЗАО «Белгородский цемент» ЦЕМ I 42,5 Н (ГОСТ 31108-2003). В качестве мелкого заполнителя использовался стандартный фракционированный кварцевый песок Вяземского месторождения, Смоленская область (ГОСТ 8736–93 «Песок для строительных работ»). В качестве пластификаторов использовались добавки Melflux1641F. В качестве гидрофобизирующего компаунда использовалась гидрофобная эмульсия SILRES®BS1306 («Wacker», Германия) на основе модифицированного полисилоксана с содержанием минерального или полимерного

наполнителя, а также кремнийорганическая смола 134-276 (раствор в толуоле).

Для изучения и оценки многоуровневой структуры, формирующейся при создании супергидрофобной поверхности бетона, были проведены микроструктурные исследования скола гидрофобизированной бетонной поверхности с помощью электронной сканирующей микроскопии с использованием электронного микроскопа Mira 3 FesSem (Tescan, Чехия)³ в режиме высокого вакуума (InBeam) с использованием катода Шоттки высокой яркости. Для напыления образцов использовалась установка Polaron Equip. LTD-E5200. В качестве напыляемого материала использовалось золото.

Согласно анализу микроструктуры гидрофобная эмульсия, покрывая пористо-капиллярную фиброцементобетонную поверхность, с выступающей на поверхность ПВС-фиброй, позволяет повысить поверхностное натяжение капли, позволяя ей держать сферическую форму. Поверхность контакта в системе «вода – твердая поверхность» снижается за счет минимального расплыва капли воды, а также ввиду наличия воздушных карманов, обеспечиваемых высокоразвитой морфологией и ворсистой структурой бетонной поверхности (рис. 2).

Согласно представленному изображению микроструктуры (рис. 2) отчетливо видны минеральные частицы, а также их агрегаты на стержне ПВС-фибры, способствующие дополнительному формированию микро-, субмикро- и нанощероховатости бетонной поверхности.

Выводы. Таким образом, из проведенных микроструктурных исследований следует, что адгезионное взаимодействие в системе «вода – твердая поверхность» за счет высокой шероховатости, низкой поверхностной энергии и развитой морфологии ее структуры, снижающая площадь контакта водяной капли и поверхности, становится настолько незначительной, что капля способна кататься на поверхности при минимальном воздействии внешних факторов: наклон поверхности; вибрация, поток воздуха. В результате этого, совместная работа гидрофобного слоя эмульсии и развитой многоуровневой шероховатой структуры позволяет обеспечить высокие показатели гидрофобности на поверхности бетона, обеспечивающие высокие водо- и льдоотталкивающие свойства.

**Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 15-33-5027, а также в рамках программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования на базе Центра Высоких Технологий, БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении: монография. Белгород: Изд-во: БГТУ, 2014. 196 с.
2. Кожухова Н.И., Жерновский И.В., Фомина Е.В. Фазообразование в геополлимерных системах на основе зол-уноса Апатитской ТЭЦ // Строительные материалы. 2015. № 12. С. 85–88.
3. Кожухова Н.И., Войтович Е.В., Череватова А.В., Жерновский И.В., Алехин Д.А. Термостойкие ячеистые материалы на основе композиционных гипсо-кремнеземных вяжущих // Строительные материалы. 2015. № 6. С. 65–69.
4. Kozhuhova N.I., Zhernovskiy I.V., Osadchaya M.S., Strokova V.V., Tchizhov R.V. Revisiting a selection of natural and technogenic raw materials for geopolymer binders // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER). 2014. Vol. 9. pp. 16945–16955.
5. Фомина Е.В. К вопросу о повышении долговечности строительных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 10. С. 328.
6. Чулкова И.Л. Структурообразование строительных композитов на основе принципа родства структур // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2012. № 6 (28). С. 83–87.
7. 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.
8. Кожухова М.И., Строкова В.В., Соболев К.Г. Особенности гидрофобизации мелкозернистых поверхностей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 4. С. 33–35.
9. Rahul Ramachandran, Marina Kozhukhova, Konstantin Sobolev and Michael Nosonovsky Anti-Icing Superhydrophobic Surfaces: Controlling Entropic Molecular Interactions to Design Novel Icephobic Concrete // Entropy 2016, 18(4). P. 132.
10. Flores-Vivian I., Hejazi V., Kozhukhova M.I., Nosonovsky M., Sobolev K. Self-assembling particle-siloxane coatings for superhydrophobic concrete // ACS Applied Materials & Interfaces 5 (24). 13284–13294.
11. Scott W. Muzenski, Ismael Flores-Vivian, Marina I. Kozhukhova, Sunil Rao, Michael Nosonovsky, Konstantin Sobolev Nano-engineered Superhydrophobic and Overhydrophobic Concrete // NICOM5; Conference Proceedings. Nanotechnology in Construction: Chicago, 25 May 2015. P. 443–449.

12. Кожухова М.И., Флорес-Вивиан И., Рао С., Строкова В.В., Соболев К.Г. Комплексное силоксановое покрытие для супергидрофобизации бетонных поверхностей // Строительные материалы. 2014. № 3. С. 26–30.

13. Valenza J.J. II, Scherer G.W. Mechanisms of salt scaling // Materials and Structures. 2005. № 38. С. 479–488.

14. Капкин М.М., Мазур Б.М. Морозостойкость бетонов при низких отрицательных тем-

пературах // Бетон и железобетон. 1964. № 7. С. 7.

15. Подвальный А.М. Коррозийное разрушение бетона при циклических воздействиях среды // Бетон и железобетон. 1982. № 9. С. 9.

16. Алентьев А.А., Клетченков И.И., Пашенко А.А. Кремнийорганические гидрофобизаторы. Киев: Государственное издательство технической литературы УССР, 1962. 285 с.

Kozhukhova M.I., Knotko A.V., Sobolev K.G., Kozhukhova N.I.

MICROSTRUCTURAL FEATURES OF HIERARCHICAL STRUCTURE AT REPELLENT CONCRETE SURFACE

The microstructure analysis of formation of hierarchical structure at heterogeneous concrete surface allowing providing super-hydrophobic characteristics of surface layer of final material is realized in this paper. It is determined collaboration of hydrophobic emulsion layer and developed multi-level rough structure allows providing a high hydrophobicity at concrete surface resulting a good ice- and water-proof characteristics.

Key words: emulsion, roughness, hierarchical structure, super-hydrophobic surface

Кожухова Марина Ивановна, кандидат технических наук, инженер-исследователь кафедры материаловедения и технологии материалов.

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

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

Университет Висконси-Милуоки, США

Адрес: США, WI 53201, Милуоки, Р.О. Box 784

E-mail: kozhuhovamarina@yandex.ru

Кнотко Александр Валерьевич, доктор химических наук, профессор кафедры неорганической химии.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова.

Адрес: Россия, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 3

E-mail: knotko@inorg.chem.msu.ru

Соболев Константин Геннадьевич, кандидат технических наук, профессор кафедры материаловедения и технологии материалов.

Университет Висконси-Милуоки, США

Адрес: США, WI 53201, Милуоки, Р.О. Box 784

E-mail: sobolev@uwm.edu

Кожухова Наталья Ивановна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры материаловедения и технологии материалов.

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

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

E-mail: kozhuhovanata@yandex.ru

Гриджин А.М., д-р техн. наук, проф.,
Азаров Д.С., магистрант
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова
Куцына Н.П., канд. техн. наук
ОГКУ «УпрДорТранс Белгородской области»

НАНОБИТ СД – ЭФФЕКТИВНАЯ СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ*

Dimazarov@yandex.ru

Приведены результаты экспериментального исследования щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей с различными стабилизирующими добавками для выявления наилучших показателей физико-механических свойств. Представлены результаты испытаний, проведен анализ полученных данных. Установлено, что применение стабилизирующей добавки Нанобит-СД позволяет получить более прочный и устойчивый к образованию колеи материал для покрытий современных автодорог.

Ключевые слова: щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА), стабилизирующая добавка, физико-механические свойства.

Введение. Учитывая возрастающие интенсивность движения и нагрузки на дорожное полотно, увеличивается необходимость в использовании современных материалов для строительства автодорог. Наиболее перспективным материалом для дорожного строительства является щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА), который по сравнению с классическими асфальтобетонами обладает большими преимуществами. Как показал опыт использования за рубежом и в нашей стране, покрытия из ЩМА более сдвигоустойчивые и износостойкие по сравнению с традиционными асфальтобетонными, обеспечивают повышенные значения коэффициента сцепления с колесом и более долговечные.

Специфичные по составу и структуре ЩМА содержат прочный щебень с улучшенной кубовидной формой зерен, «объемный» битум и небольшое количество стабилизирующей добавки (чаще всего волокнистой) для предотвращения стекания вяжущего и обеспечения устойчивости смеси к расслаиванию в процессе транспортировки.

Жесткая скелетная структура из щебня обуславливает надежную сопротивляемость слоя пластическим сдвиговым деформациям, наличие

большого количества вяжущего, заполняющего межзерновое пространство, делает ЩМА более долговечным. Кроме того, высокое содержание крупной фракции каменного материала позволяет получить шероховатую поверхность покрытия и обеспечить хорошее сцепление колеса с покрытием [1, 2].

Основные виды щебеночно-мастичных асфальтобетонов, их параметры и показатели физико-механических свойств, методы контроля и правила приемки определяются ГОСТ 31015-2002 [3].

Как известно, существенное отличие составов ЩМА от обычного асфальтобетона – это применение специальных стабилизирующих добавок на основе натуральных целлюлозных волокон, позволяющих увеличить толщину битумного слоя на поверхности минеральной части.

Целлюлозное волокно должно иметь ленточную структуру нитей длиной от 0,1 до 2,0 мм. Волокно должно быть однородным и не содержать пучков, скоплений нераздробленного материала и посторонних включений. По физико-механическим свойствам целлюлозное волокно должно соответствовать значениям, указанным в таблице 1 [3].

Таблица 1

Физико-механические свойства целлюлозного волокна

Наименование показателя	Значение показателя
Влажность, % по массе, не более	8,0
Термостойкость при температуре 220 °С по изменению массы при прогреве, %, не более	7,0
Содержание волокон длиной от 0,1 мм до 2,0 мм, % не менее	80

В настоящее время актуален вопрос импортозамещения во всех отраслях промышленности, в том числе и в дорожном строительстве.

Поэтому исследования, направленные на изучение эффективности использования местных стабилизирующих добавок для улучшения

структуры и свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона, актуальны и имеют важное практическое значение [4–7].

Наибольшее распространение на мировом рынке получили битуминизированные гранулированные гидрофобизированные целлюлозные добавки зарубежного производства. Наряду с положительными характеристиками (время хранения, возможность хранения на открытом воздухе, простота дозировки), они имеют и отрицательные – высокую стоимость [8, 9].

Основная часть. Целью настоящей работы явилось исследование влияния стабилизирующей добавки Нанобит-СД производства ООО «Селена» по сравнению с известными стабилизаторами на свойства ЩМА.

Оптимизация подбора смеси, сочетание выбора минеральных заполнителей, типа материала и стабилизирующей добавки всегда являлись основными задачами строительства долговечных покрытий [10].

Общие принципы проектирования составов смесей остаются неизменными, в то же время подбор состава ЩМА имеет свои особенности.

Процесс подбора оптимального состава ЩМА условно осуществлялся в три этапа:

1. Лабораторные испытания качества исходных материалов;
2. Подбор рационального соотношения содержания щебня, песка из отсеков дробления, минерального порошка, битума и стабилизирующей добавки;
3. Сравнение вариантов подобранных составов смесей.

Для проведения исследований использовались следующие материалы:

- щебень гранитный фр. 5–10 мм ККУ «Кварц»;
- песок из отсеков дробления гранита фр. 0–5 мм ОАО «Павловск Неруд»;
- минеральный порошок МП-1 известняковый;
- битум БНД 60/90, в т.ч. 0,8 % ПАВ ДАД-1 марки А;
- стабилизирующая добавка.

Важнейшим элементом структуры асфальтобетона является щебень. Для приготовления щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей принято использовать щебень узких фракций по ГОСТ 8267-93 из плотных трудно шлифуемых горных пород, обладающий хорошим сцеплением с битумным вяжущим. Он обеспечивает высокие фрикционные свойства поверхности устраиваемых покрытий, что важно для безопасности автомобильного движения.

Применяемый в исследованиях щебень по форме зерен относится к I группе. Его грануло-

метрический состав вместе с другими минеральными материалами обеспечивает получение смеси, удовлетворяющей требованиям оптимальной плотности.

Для приготовления смесей ЩМА необходимо использовать песок только из отсеков дробления горных пород с прочностью не ниже 1000, отвечающий требованиям ГОСТ 31424-2010, который должен быть чистым и не иметь загрязняющих примесей.

По данным физико-механических испытаний применяемый для исследований песок из отсеков дробления гранита пригоден для приготовления исследуемых щебеночно-мастичных смесей.

Минеральный порошок, представляющий собой полидисперсный материал, является важнейшим структурообразующим компонентом щебеночно-мастичного асфальтобетона.

Минеральный порошок должен отвечать требованиям ГОСТ Р 52129-2003. Стандартный минеральный порошок марки МП-1 получают в результате помола карбонатных горных пород (в данных исследованиях – известняка) в специальных мельницах.

Для приготовления щебеночно-мастичных асфальтобетонов использовался битум нефтяной дорожный вязкий марки БНД 60/90, отвечающий требованиям ГОСТ 22245-90. Из-за плохого сцепления вяжущего с используемым щебнем применялась адгезионная присадка ДАД-1 марки А [11] в количестве 0,8 % от массы битума.

Зерновой состав минеральной части ЩМА подбирался на основании предварительно установленных зерновых составов фракционированного щебня, песка из отсеков дробления и минерального порошка по установленным ГОСТ 31015-2002 предельным кривым зернового состава.

Как уже упоминалось, одним из основных структурообразующих компонентов ЩМА является стабилизирующая добавка. Вид и свойства этих добавок имеют большое значение для обеспечения требуемого содержания вяжущего и повышения качества смеси.

В работе использовались следующие стабилизирующие добавки: Хризотоп [12, 13], Антроцел [14] и Нанобит-СД [15, 16]. Для оценки влияния стабилизирующей добавки на свойства ЩМА исследовались асфальтобетонные смеси следующих составов:

- щебень гранитный фр. 5–10 мм ККУ «Кварц» – 68,00 %;
- песок из отсеков дробления гранита фр. 0–5 мм ОАО «Павловск Неруд» – 22,00 %;
- минеральный порошок МП-1 известняковый – 10,00 %;

– битум БНД 60/90, в т.ч. 0,8 % ПАВ ДАД-1 марки А – 6,8 %;

– стабилизирующая добавка – 0,43 %.

В состав №1 входила стабилизирующая добавка Хризотоп, в состав №2 – Антропоцел, в состав №3 – Нанобит-СД.

Внешний вид гранулированных добавок Хризотоп, Антропоцел и Нанобит-СД представлены на рис.1, свойства – в табл. 2.



Рис. 1. Внешний вид исследуемых стабилизирующих добавок

Таблица 2

Свойства гранулированных стабилизирующих добавок

Наименование показателя	Наименование стабилизирующей добавки		
	Хризотоп	Антропоцел	Нанобит СД
Средняя длина гранулы, мм	10-50	50-70	10-50
Средняя толщина гранулы, мм	6±1	6-7	6±1
Влажность, % по массе	не более 8	не более 5	не более 8
Насыпная плотность гранул, кг/м ³	700-750	700-750	700-750
Термостойкость, °С	700	не ниже 500	не ниже 500

Все стабилизирующие добавки вводились на разогретый каменный материал одновременно с минеральным порошком, производилось сначала «сухое» перемешивание, затем «мокрое» перемешивание смеси с битумом для равномерного распределения стабилизирующих добавок в асфальтовом вяжущем веществе.

Эффективность применения стабилизирующих добавок оценивалась по показателю стекания вяжущего и по их влиянию на комплекс физико-механических свойств ЩМА.

Полученные показатели физико-механических свойств щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей с различными стабилизирующими добавками представлены в таблице 3.

Результаты исследований устойчивости к расслаиванию смеси показали, что лучшее структурирующее влияние оказывают стабилизирующие добавки Нанобит СД и Хризотоп, имеющие показатель стекания 0,09 % и 0,10 %

соответственно. Этот показатель для импортного стабилизатора составил 0,17 %.

Сравнение свойств предложенных составов с нормативными показателями показывает, что по водонасыщению все составы удовлетворяют требованиям нормативного документа. Самое низкое водонасыщение имеют образцы ЩМА с добавками Антропоцел (1,23 %) и Нанобит-СД (1,66 %).

Из полученных данных видно, что ЩМА с использованием местной стабилизирующей добавки Нанобит превосходит аналогичные по показателям предела прочности при сжатии при температурах 20 °С и 50 °С. Предел прочности при сжатии при температуре 20 °С образцов ЩМА с добавкой Нанобит на 23,3 % выше в сравнении с добавкой Хризотоп и на 12,1 % - с добавкой Антропоцел. Прочность образцов ЩМА при температуре 50 °С с добавкой Нанобит на 71,4 % больше в сравнении с добавкой Хризотоп и на 33,3 % – с Антропоцел.

Таблица 3

Физико-механические характеристики ЩМА-10

Наименование показателей	Требования ГОСТ 31015- 2002 (для III ДКЗ)	Состав с Хризотоп	Состав с Ан- троцел	Состав с Нанобит СД
Средняя плотность, г/см ³	не нормируется	2,37	2,37	2,37
Устойчивость к расслаиванию по показателю стекания вяжущего, %	не более 0,20	0,10	0,17	0,09
Водонасыщение, % по объему	от 1,0 до 4,0	2,10	1,23	1,66
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 20 °С 50 °С	не менее 2,2 не менее 0,65	3,0 0,7	3,3 0,9	3,7 1,2
Сдвигоустойчивость: по коэф. внутреннего трения	не менее 0,93	0,94	0,95	0,97
по сцеплению при сдвиге при тем- пературе 50 °С, МПа	не менее 0,18	0,23	0,24	0,23
Трещиностойкость – предел проч- ности на растяжение при расколе при температуре 0 °С, МПа	не менее 2,5 не более 6,0	3,8	4,3	4,2
Водостойкость при длительном водонасыщении	не менее 0,85	0,90	0,90	0,91

Сдвигоустойчивость покрытия из ЩМА, характеризующая сопротивление колееобразованию, обеспечивается, главным образом, значением коэффициента внутреннего трения. Значение коэффициента внутреннего трения ЩМА со стабилизирующей добавкой Нанобит СД несколько выше, чем у ЩМА с добавками Хризотоп и Антроцел.

Все составы показали высокие значения коэффициента длительной водоустойчивости.

Выводы. Щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь с применением местной стабилизирующей добавки Нанобит СД по совокупности физико-механических свойств является более эффективной по сравнению со ЩМА с другими исследованными стабилизаторами.

**Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ №1950 и Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012...2016 годы.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирюхин Г.Н., Смирнов Е.А. Покрывтия из щебеночно-мастичного асфальтобетона. М.: ООО «Издательство «Элит». 2009. 176 с. илл.

2. Splittmastixasphalt mint Zusatz von synthetischen Fasern. Schumacher Gunter, Bullinger Ludvig, Lehdrich Jurgen Bitumen. 2002. №4. S. 157–158.

3. ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичный. Технические условия. Введ. 01.05.2003. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП 2003. 21с.

4. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Траутвайн А.И., Юрьев П.С. Влияние стабилизирующих добавок из отходов целлюлозно-бумажной промышленности на свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 7–11.

5. Ядыкина В.В., Куцына Н.П. Применение волокнистых отходов промышленности в производстве щебеночно-мастичных асфальтобетонов // Строительные материалы. 2007. № 5. С. 28–29.

6. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Тоболенко С.С. Стабилизирующая добавка для щебеночно-мастичного асфальтобетона из отходов промышленности // Строительные материалы. 2012. №8. С. 64–66.

7. Куцына, Н.П. Щебеночно-мастичный асфальтобетон на основе техногенного сырья: дис.... канд. техн. наук. Белгород. 2007. 152 с.

8. ТУ 5718-001-18268513-01. Стабилизирующая добавка Viatop-66. Технические условия.

9. ТУ 5711-001-38956563-2003 Добавки стабилизирующие «Technocel 1004» и «TOPCEL» для смесей щебеночно-мастичных асфальтовых. Технические условия.

10. Готовцев В.М., Шатунов А.Г., Румянцев А.Н., Сухов В.Д. Принципы формирования оптимальной структуры асфальтобетона // Фундаментальные исследования. 2012. №11. С 124–128.

11. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Высоцкая М.А., Якимович И.В. Эффективность применения адгезионной добавки ДАД-1 // Строительные материалы. 2009. № 7. С. 14–17.

12. СТО 72376975-001-2009. Гранулированный стабилизатор «Хризотоп» для щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей. Технические условия. – Введ. 01.07.2009; Введ. взамен ТУ 5718-011-0281476-2004. 17 с.

13. Булдаков С.И., Бугров С.В. Хризотоп: путь к совершенству щебеночно-мастичных асфальтобетонов // Вестник Московского государ-

ственного университета леса – Лесной вестник. Выпуск № 3/2008. С. 113–114.

14. Сайт компании ЗАО «Antrocelas». Antrocelas – новый стандарт асфальтобетона [Электронный ресурс]. URL: <http://www.antrocel.com/antrocel--g.htm> (дата обращения 15.07.2016 г.)

15. СТО 22320188-002-2011. Добавка стабилизирующая «Нанобит - СД» для щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей. Технические условия. Введ. 06.06.2011; Введ. впервые. 12 с.

16. Сайт компании ООО «Селена». Стабилизирующая добавка Нанобит СД 10. URL: <http://selenatek.ru/ru/produkcija/dorozhnoe-stroitelstvo/stabilizirujuschie-dobavki/> (дата обращения 15.08.2016 г.)

Gridchin A. M., Azarov D. S., Kutzina N. P.

NAOBIT SE IS EFFECTIVE STABILISING ADDITIVE FOR STONE MASTIC ASPHALT

Results of the experimental research of the stone mastic asphalt with different stabilising additives are shown in the paper for the purpose of recognition of the mechanical properties best performance. Data analysis is provided. It is established that, application of the stabilising additive Nanobit SE provides an opportunity to produce material with high mechanical strength and wheel track rutting stability for modern roads.

Key words: *stone mastic asphalt, stabilising additive, mechanical properties.*

Гридчин Анатолий Митрофанович, доктор технических наук, профессор.

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

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

Азаров Дмитрий Сергеевич, магистрант кафедры автомобильных и железных дорог.

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

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

E-mail: Dimazarov@yandex.ru

Куцына Наталья Петровна, кандидат технических наук, начальник отдела лабораторного контроля.

ОГКУ «Управление дорожного хозяйства и транспорта Белгородской области» (ОГКУ «УпрДорТранс Белгородской области»).

Адрес: Россия, 308000, г. Белгород, ул. Преображенская, д. 19.

E-mail: nat-kuts@yandex.ru

*Графкина М.В., д-р техн. наук, проф.,
Свиридова Е.Ю., канд. техн. наук
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)
Сдобнякова Е.Е., канд. экон. наук
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»*

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

evg_sviridova@mail.ru

Основными методами оценки экологической безопасности строительных материалов в настоящее время в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов является обязательная оценка по показателям естественной активности радионуклидов, показателям пожарной опасности и санитарной безопасности. Эти методы не обеспечивают в полной мере повышение общей экологической эффективности на протяжении жизненного цикла материалов. В статье приведены новые научно-практические подходы к оценке экологических показателей строительных материалов. Представлены методы и критерии оценки экологических строительных материалов с учетом жизненного цикла и важности их экологических аспектов для природно-технических систем. Авторами предлагается также комплексный показатель негативного воздействия на окружающую среду с учетом жизненного цикла. Практическое применение предложенных подходов будет способствовать повышению экологической безопасности зданий и сооружений, что может стать одним из основных факторов обеспечения устойчивого развития территории и стимулирования увеличения объемов «зеленого» строительства.

Ключевые слова: экологическая безопасность, строительные материалы, урбанизированные территории, экологические показатели, экологический аспект, жизненный цикл материалов, «зеленые» технологии.

Введение. Экологическая ситуация в Российской Федерации характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия на природную среду и значительными экологическими последствиями экономической деятельности. Поэтому для достижения стратегической цели государственной политики в области экологического развития является решение ряда наиважнейших задач, обеспечивающих сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов для удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, среди которых:

- совершенствование процедуры и методологии оценки воздействия на окружающую среду;
- формирование рынка экологичной продукции и поэтапное внедрение системы декларирования соблюдения экологических требований;
- стимулирование проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области охраны окружающей среды, ресурсосбережения и обеспечения экологической безопасности и др. [1].

В научных экологических исследованиях уделяется много внимания изучению вопросов доступности природных ресурсов и оценке воздействия на окружающую среду различных материалов, исследованию данных, характеризующих выбросы в атмосферу, потребление вод-

ных и энергетических ресурсов при производстве и рециклировании материалов [2–4].

Все это в полной мере подтверждает актуальность дальнейших исследований экологической безопасности строительных материалов и изменению подходов к ее оценке.

Методология. Основными методами оценки экологической безопасности строительных материалов в настоящее время в соответствии с ГОСТами, ТУ и проектом технического регламента Евразийского экономического сообщества (ЕврАзЭС) «О безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий» (ТР 201/00/ЕврАзЭС) является обязательная оценка по показателям естественной активности радионуклидов, показателям пожарной опасности и санитарной безопасности. Однако такой подход не в полной мере обеспечивает требования к созданию более экологичной продукции (материалов) и рациональному использованию природных ресурсов, а также не учитывают экологическую безопасность материалов в полном жизненном цикле и важность экологических аспектов взаимодействия материалов с различными природно-техническими системами.

Авторы на протяжении длительного времени проводят исследования по оценке экологической безопасности технических систем в жизненном цикле, в том числе конструкционных материалов. На основании этих исследований предлагаются новые подходы

к оценке экологических показателей строительных материалов с учетом полного жизненного цикла и значимости экологического аспекта для природно-технической системы (ПТС). Это также будет способствовать повышению экологической безопасности зданий и сооружений, что является весьма актуальным в свете современных тенденций «зеленого» строительства.

Новый стиль «зеленого» строительства, экологического проектирования требует иных подходов и повышения экологичности строительных материалов в жизненном цикле, т.к. в основе создания любой технической системы, в том числе и строительной, лежит структурный синтез и выбор материалов. В настоящее время при выборе материалов специалисты, прежде всего, ориентированы на их физические, эксплуатационные и технологические характеристики и стоимость, которые определяют качество и технологичность проектируемого объекта, и окончательную себестоимость объектов. Исследование экологических показателей жизненного цикла строительных материалов анализ и оценка их имплицитных связей с экологическими показателями природной среды и урбанизированных территорий, выбор материалов с лучшими экологическими показателями делает возможным минимизировать негативные воздействия, сохранить продуктивную природную среду.

Экологические показатели строительных материалов с учетом жизненного цикла могут быть как комплексными, так и частными в зависимости от значимости экологического аспекта, например:

- период истощения материальных ресурсов;
- географическое распространение материалов;
- степень энергоемкости добычи и переработки основных пород для получения материалов;
- уровень вредных выбросов, сбросов и отходов, а также потребления ресурсов (воды, энергии и др.) при добыче, обработке производстве материалов;
- сравнительные характеристики экологического техногенного воздействия на окружающую среду в жизненном цикле различных материалов;
- степень нарушенности природных ландшафтов при добыче сырья и материалов и др.

В литературе представлены экологические показатели некоторых материалов (период истощения материалов, в таблице 1, коэффициент, характеризующий мировой объем рециклированных материалов таблица 2 [2].

Таблица 1

Период истощения материалов

Материал	Период, лет
Медь	35
Свинец	20
Цинк	19

Таблица 2

Коэффициент, характеризующий мировой объем рециклированных материалов

Материал	Коэффициент рециклирования материалов, %
Алюминий	28
Медь	38
Сталь	64
Олово	13
Цинк	28

Эти исследования необходимо продолжить в части расширения перечня материалов.

Авторами разработаны новые экологические показатели строительных материалов в жизненном цикле, которые можно применять в зависимости от значимости экологического аспекта для конкретной природно-технической системы. Например, если природно-техническая система сориентирована на добычу сырья или материалов, то предлагается показатель, по которому можно оценить нарушенность природных ландшафтов при добыче материалов.

Если при дальнейшей добыче материалов возможен переход площади S_d , отведенной под разработку ресурсов из категории природных ландшафтов – площадь S_n в категорию природно-технической системы, то площадь уже существующей природно-технической системы – $S_{ПТС}$, перейдет в состояние $(S_{ПТС} + S_d)$.

При этом дальнейшее устойчивое равновесное состояние ПТС будет зависеть от соотношения, взаимосвязи и взаимовлияния ненарушенных природных систем и ПТС, и стремиться нужно к сохранению естественных ландшафтов.

В таблице 2 представлены система и критерии оценки состояния ПТС в зависимости от конфигурации принимаемого решения и соотношения площадей $(S_{ПТС} + S_d)$ и S_n .

В данной таблице K_n – коэффициент площадной нарушенности ландшафтов. Адаптируя решение, предложенное в [5], где:

$$K_n = S_n / S, \quad (1)$$

где S_n – площадь нарушенности, на уровне используемого масштаба, m^2 ; S – общая площадь естественного ландшафта, m^2 .

Принимаем;

$$K_n = (S_{ПТС} + S_d) / S_n, \quad (2)$$

где $(S_{ПТС} + S_d)$ – площадь природно-технической системой с вновь вводимой площадью добычи, на уровне используемого масштаба, m^2 ; $S_{П}$ – площадь естественного ландшафта с естественным стабильным гомеостазом, m^2 .

Следует помнить, что только при степени нарушенности ландшафта $K_n < 0,3$, можно про-

гнозировать, что развитие природных и природно-техногенных процессов не приведет к нарушению динамического равновесия в целом. Этот показатель предназначен для оценки экологических показателей материалов на этапе добычи.

Таблица 3

Система и критерии оценки состояния ПТС

Конфигурации решения	Оценка состояния уязвимости	Категория состояния
$S_{П}$	Естественный ландшафт с естественными стабильными взаимоотношениями (гомеостаз экосистем)	Устойчивое динамическое равновесие природной среды (природного ландшафта)
$(S_{ПТС} + S_d)$	1. Степень нарушенности ландшафта ($K_n > 0,5$) приводит к возникновению высокого уровня вероятности нарушения динамического равновесия	Состояние, при котором развитие природно-техногенных процессов приводит к нарушению динамического равновесия природной среды и способствует возникновению критических ситуаций и в эксплуатации ПТС
	2. Степень нарушенности ландшафта ($0,3 \leq K_n \leq 0,5$) приводит к вероятности нарушения динамического равновесия	Состояние, при котором развитие природных и природно-техногенных процессов приводит к нарушению динамического равновесия и может способствовать возникновению критических ситуаций в ее эксплуатации
	3. Степень нарушенности ландшафта ($K_n < 0,3$) не приводит к нарушению динамического равновесия	Состояние, при котором развитие природных и природно-техногенных процессов не приводит к нарушению динамического равновесия

Основная часть. Можно сравнить экологические показатели на этапе производства (рециклирования) материалов, причем сравнение также лучше проводить с учетом значимости экологического аспекта. Что наиболее актуально для конкретной ПТС – сбережение энергии, водных ресурсов или снижения загрязнения атмосферы.

Ниже приведены экологические показатели материалов по выбросам вредных веществ в атмосферу (рис. 1–2), по объему потребления водных ресурсов и энергии при производстве конструкционных материалов (рис. 3–4).

Авторами предлагается также комплексный показатель (приведенная масса выбросов в ат-

мосферу) негативного воздействия на окружающую среду с учетом жизненного цикла, разработаны методики определения экологических показателей материалов и расчета комплексного показателя

Проведено сравнение полученных результатов с результатами по существующей методике расчета – «Экоиндикатор-95» Нидерландского Университета г. Делфт [6]. Коэффициенты, характеризующие негативное воздействие процессов производства различных конструкционных материалов, полученные по различным методикам, приведены в таблице 4 и на рис. 5–6.

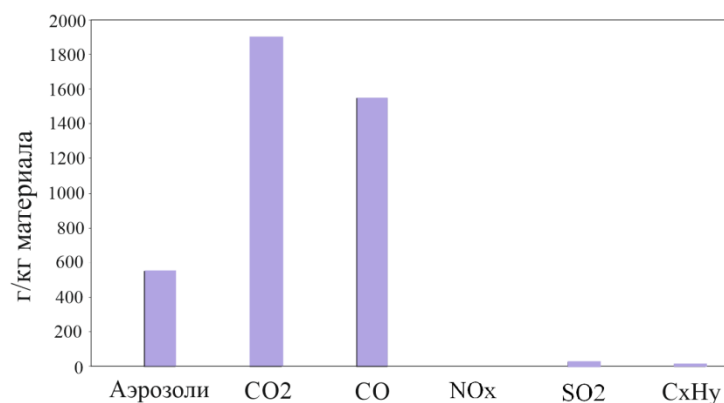


Рис. 1. Выбросы вредных веществ при производстве стали

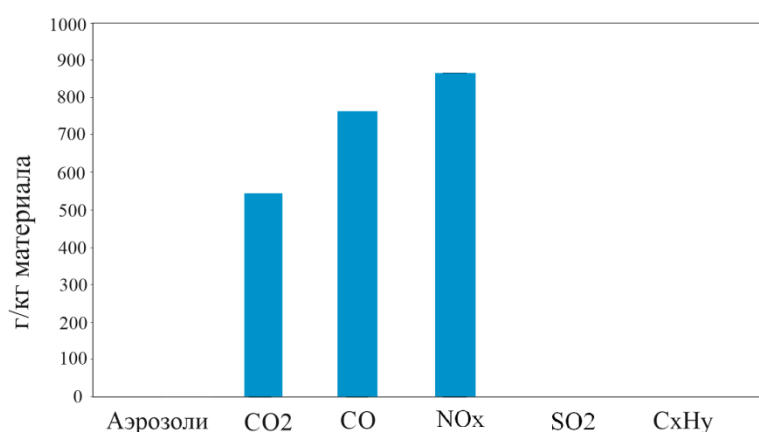


Рис. 2. Выбросы вредных веществ при рециклировании стали

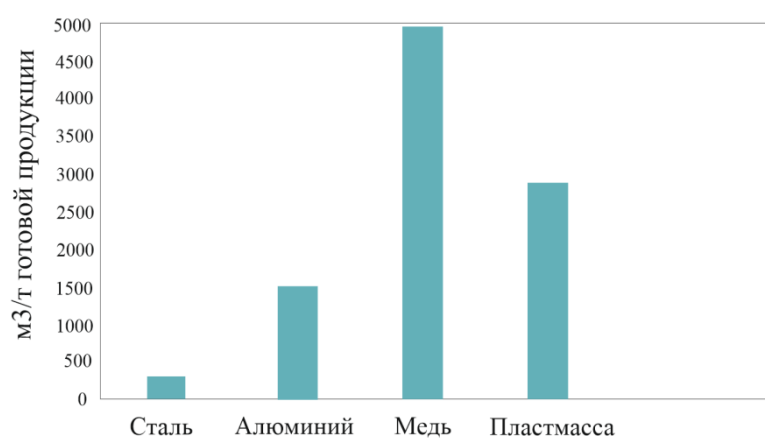


Рис. 3. Объемы водопотребления при производстве материалов

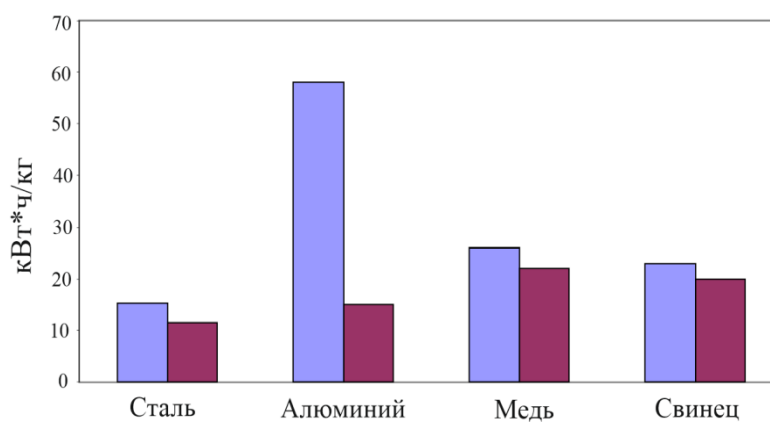


Рис. 4. Энергозатраты при производстве и рециклировании материалов

Таблица 4

Показатели, характеризующие негативное воздействие процессов получения различных конструкционных материалов

Материалы	Приведенная масса выбросов, кг/кг материала (Графкина М.В.)	«Экоиндикатор- 95», балл/кг материала (данные университета г.Delft)
Алюминий	2975,84	18,1
Медь	22720,6	133
Пластмасса	1375,12	5,29
Свинец	4126,88	6,94
Сталь	998,367	4,88

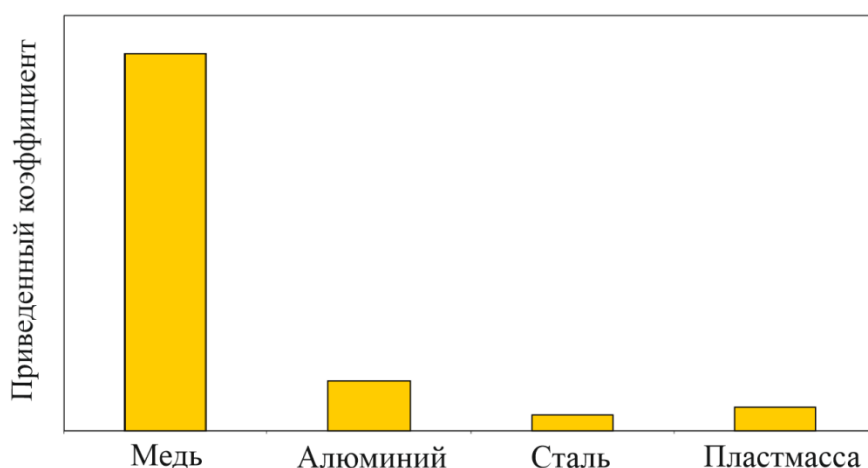


Рис. 5. Показатель приведенной массы выбросов при производстве 1 кг конструкционных материалов

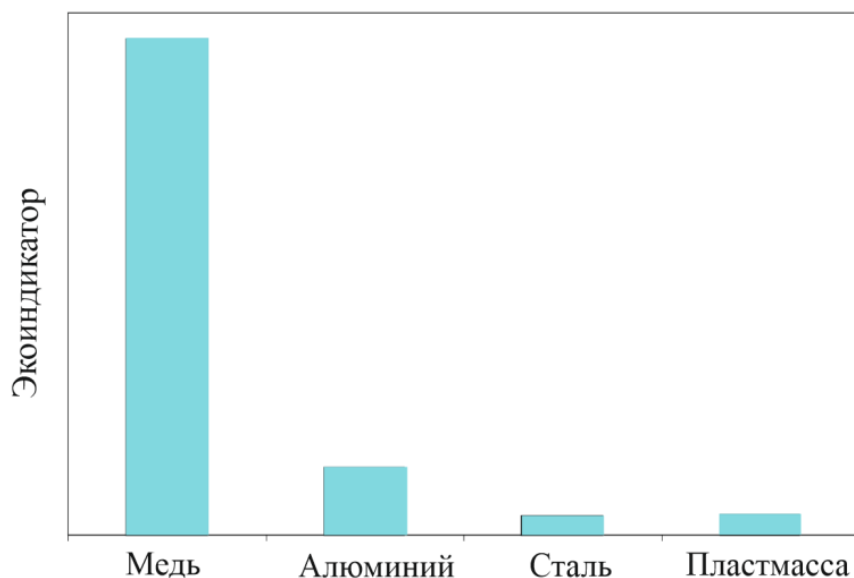


Рис. 6. «Экоиндикатор- 95» при производстве 1 кг материала

Сравнение показывает, что результаты сопоставимы. Предлагаемая методика определения негативного воздействия на этапах производства и рециклирования материалов обладает следующими основными преимуществами:

- является адаптированной к российским условиям,
- позволяет значительно сократить количество коэффициентов, используемых в расчетах.

Экологические показатели строительных материалов влияют на экологические показатели зданий и сооружений. Авторами исследованы и определены показатели эффективности экранирования электромагнитных полей различными кровельными материалами [7–8].

Для проведения исследования была создана лабораторная установка на основании трансформатора ТУ 16-717.137-83 с напряжением первичной цепи 220 В и нагрузкой на вторичную цепь в 150 Вт на которой с помощью измерителя напряженности поля промышленной

частоты ПЗ-50 проводились необходимые замеры.

Результаты проведенного эксперимента по исследованию эффективности электромагнитного экранирования кровельных материалов приведены в табл. 5–6.

По итогам исследований установлено, что в порядке повышения эффективности экранирования электромагнитных полей кровельные материалы можно выстроить следующим образом: битумно-полимерный лист (рубероид), асбестоцементный лист (шифер), ондулин, металлочерепица, листовая сталь.

Выводы. Предлагаемые авторами методы оценки экологических показателей материалов соответствует современным требованиям к повышению экологической безопасности строительных материалов и рациональному использованию природных ресурсов, а также повышению общей экологической эффективности. Новые подходы учитывают влияние материалов с учетом полного жизненного цикла и значимо-

сти экологического аспекта для ПТС. Это также будет способствовать повышению экологической безопасности зданий и сооружений, что является весьма актуальным в свете современных тенденций «зеленого» строительства. Это

способствует также переходу от обязательных методов оценки к добровольным, что способствует также повышению общей экологической эффективности различных хозяйственных управленческих решений.

Таблица 5

**Эффективность экранирования электрического поля промышленной частоты
кровельными материалами**

Материал	Напряженность электрического поля без использования экрана, кВ/м	Напряженность электрического поля при использовании экрана, кВ/м	Эффективность экранирования, дБ
Битумно-полимерный лист	4,34	3,11	2,89
Асбестоцементный лист	4,34	2,57	4,55
Ондулин	4,34	2,01	6,68
Металлочерепица	4,34	1,01	12,66
Листовая сталь	4,34	0,79	15,73

Таблица 6

**Эффективность экранирования магнитного поля промышленной частоты
кровельными материалами**

Материал	Напряженность магнитного поля без использования экрана, А/м	Напряженность магнитного поля при использовании экрана, А/м	Эффективность экранирования, дБ
Битумно-полимерный лист	2,18	1,73	2,01
Асбестоцементный лист	2,18	1,32	4,35
Ондулин	2,18	1,11	5,86
Металлочерепица	2,18	0,49	12,96
Листовая сталь	2,18	0,45	15,30

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Президентом РФ от 30 апреля 2012 года) [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/70169264/#text> (дата обращения: 15.04.2016).

2. Гридел Т.Е., Алленби Б.Р. Промышленная экология. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. 527 с.

3. Пугин К.Г., Вайсман Я.И. Управление рисками негативных воздействий на объекты окружающей среды строительных материалов из отходов производства // Вестник МГСУ. 2015. № 6. С. 73–87.

4. Логунова Ю.В., Гержберг Ю.М., Токарев В.В., Штриплинг Л.О. Исследование устойчивости органоминерального материала «Прекан» под воздействием природных факторов и оценка его влияния на окружающую среду // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2009. № 2. С. 30–33.

5. Аэрокосмическое зондирование в

системе экологической безопасности взаимодействия природы и сооружений / В.А. Грачев, В.В. Гутенев, Л.В. Десинов и др. М.: Триада ЛТД, 2006. 172 с.

6. Eco-indicator 95 [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: www.pre-sustainability.com/download/EI95ManualForDesigners.pdf (дата обращения 15.04.2016).

7. Графкина М.В., Свиридова Е.Ю. Исследование электромагнитных полей линий электропередач и рекомендации по снижению их негативного воздействия // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 2. С. 133–135.

8. Графкина М.В., Нюнин Б.Н., Свиридова Е.Ю. Определение энергетических параметров в ближней зоне источника низкочастотного электромагнитного поля // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 132–134.

Grafkina M.V., Sviridova E.Y., Sdobnyakova E.E.**THE MECHANISM OF OCCURRENCE OF INFRASOUND FROM GROUND VEHICLES AS THE NEGATIVE ENVIRONMENTAL FACTORS**

The main methods of evaluating the environmental safety of construction materials in the present, in accordance with the requirements of regulatory documents is a mandatory assessment in terms of the natural radionuclide activity, indices of fire danger and health safety. These methods do not provide the full increase in overall environmental performance throughout the life cycle of materials. The article presents a new theoretical and practical approaches to the assessment of the environmental performance of building materials. The methods and indicators for assessing the environmental performance of building materials taking into account the life cycle and the importance of environmental issues for the natural-technical systems. The authors also proposed a comprehensive indicator of the negative impact on the environment, taking into account the life cycle. Practical application of the proposed approaches will help improve the environmental safety of buildings and structures, which may be one of the key factors for sustainable development of the territory and to stimulate increasing amounts of "green" construction.

Key words: ecological safety, building materials, urban areas, environmental performance, environmental aspect, the life cycle of materials, «green» technology.

Графкина Марина Владимировна, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Экологическая безопасность технических систем».

Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ).

Адрес: Россия, 107023, г. Москва, ул. Большая Семеновская, 38.

E-mail: marinagrafkina@rambler.ru

Свиридова Евгения Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Экологическая безопасность технических систем».

Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ).

Адрес: Россия, 107023, г. Москва, ул. Большая Семеновская, 38.

E-mail: evg_sviridova@mail.ru

Сдобнякова Елена Евгеньевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры промышленного менеджмента.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

Россия, 119049, Москва, Ленинский проспект, 4.

E-mail: sдобnyakova.l@yandex.ru

¹Ерофеев В.Т., член-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.,²Фомичев В.Т., д-р техн. наук, проф.,¹Емельянов Д.В., канд. техн. наук,³Фишер Х.-Б., доктор-инженер,⁴Матвиевский А.А., канд. техн. наук,¹Коротаев С.А., канд. техн. наук, доц.,¹Булычев А.А., магистрант¹Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева²Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет³Веймарский строительный университет (Германия)⁴ОАО «Максмир»

ГИПСОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ ЗАТВОРЕНИЯ

korotaevc@yandex.ru

Низкая водостойкость строительных материалов на основе гипсовых вяжущих ограничивает область их применения. В статье приведены результаты исследований, направленных на получение гипсовых материалов с повышенными физико-механическими характеристиками с использованием активированной воды затворения. Показана возможность получения гипсовых композитов с повышенной прочностью и водостойкостью на воде затворения, активированной путем последовательной обработки электромагнитным полем и электрическим током с применением установки магнитной противонакипной обработки. Получены количественные зависимости сроков схватывания гипсового теста, прочности и водостойкости гипсовых композитов от режимов активации воды затворения. Разработанный способ получения гипсовых материалов на основе активированной воды затворения позволяет улучшить экономические показатели производства.

Ключевые слова: активированная вода затворения, гипсовый камень, прочность, водостойкость.

Введение. Строительные материалы и изделия на основе гипсовых вяжущих находят широкое применение. Изделия из гипса получают из смеси гипса и воды, т.е. из смеси гипсового теста, так и из смеси гипса, воды и заполнителей. В первом случае изделия называют гипсовыми, во втором – гипсобетонными. Наибольшее распространение получили гипсовые панели и плиты для перегородок, гипсокартон, вентиляционные блоки и другие гипсовые и гипсобетонные изделия. Характеризуются быстрым набором прочности, малой тепло- и звукопроводимостью, высокой декоративностью и комфортностью, экологической безопасностью, экономичностью и технологичностью. В зависимости от назначения для изготовления изделий в качестве вяжущего используют строительный или высокопрочный гипс. Водостойкие гипсоцементно-пуццолановые смеси, а также ангидритовые цементы.

Улучшение физико-механических и эксплуатационных свойств, достижение экономического и экологического эффекта возможно за счет применения при создании композиционных строительных материалов на основе неорганических вяжущих различных видов активации компонентов [1–5]. В работах [6–13] показано улучшение физико-технических и эксплуатаци-

онных свойств цементных материалов на основе электрохимически и электромагнитно-активированной воды затворения. Представляет интерес проведение исследований гипсовых материалов на основе модифицированного компонента - активированной воды затворения.

Методология. При выполнении экспериментальных исследований активация питьевой водопроводной воды проводилась путем последовательной обработки электромагнитным полем и электрическим током с применением установки магнитной противонакипной обработки УПОВС2-5.0 «Максмир». Обработка проводилась по девяти режимам, шифр которых составлен из буквенного и цифрового обозначения. Буквенное обозначение "Э+М" означает, что природная вода была подвержена совместной последовательной активации электрическим током (электрохимическая активация) и электромагнитным полем в рабочих зазорах аппарата. Цифровое обозначение соответствует выбранному режиму работы аппарата, которое характеризует силу тока (позицию переключателя) в цепи электролизера и обмотке намагничивающих катушек.

Основная часть. При обработке воды в камере электрохимической активации использо-

вался алюминиевый анод. Используемые режимы и их параметры представлены в таблице 1.

Таблица 1

Режимы активации воды и водных растворов

Режим активации	Плотность эл. тока j_{\max} , А/м ²	Напряженность электромагнитного поля H_{\max} , кА/м
Э+М (1-1)	5,65	24
Э+М (1-3)	5,65	75
Э+М (1-6)	5,65	135
Э+М (3-1)	22,58	24
Э+М (3-3)	22,58	75
Э+М (3-6)	22,58	135
Э+М (6-1)	43,55	24
Э+М (6-3)	43,55	75
Э+М (6-6)	43,55	135

Были проведены исследования гипсового теста и затвердевших материалов. В качестве исследуемых параметров гипсового теста, полученного с применением активированной воды затворения, рассматривались нормальная густота (НГ) и сроки схватывания. Исследуемые свойства гипсового теста в зависимости от вида применяемой воды определяли по общепринятой методике. Для каждой серии составов изготавливался контрольный состав на неактивированной воде. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Анализ приведенных данных свидетельствует о том, что практически все режимы активации воды способствуют ускорению начала схватывания гипсового теста. Причем данное

воздействие наиболее эффективно проявляется при режимах Э+М (1-1), Э+М (1-3) и Э+М (1-6). Активация воды затворения ускоряет не только начало схватывания, но и его конец.

Учитывая, что в современных условиях гипсовые композиты изготавливаются с применением модифицирующих добавок, определены сроки схватывания гипсового теста в зависимости от вида применяемой воды. В качестве модифицирующей добавки была использована пластифицирующая добавка Melment F10, которую вводили в количестве 1 % от массы гипса. Для каждой серии составов изготавливался контрольный состав на неактивированной воде. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Таблица 2

Свойства гипсового теста на основе активированной воды затворения

Тип воды	НГ	Сроки схватывания, мин : с	
		начало	конец
«О»	0,54	6 : 45	9 : 00
Э+М (1-1)	0,53	3 : 15	5 : 30
Э+М (1-3)	0,52	3 : 40	6 : 00
Э+М (1-6)	0,52	3 : 15	5 : 15
Э+М (3-1)	0,53	5 : 45	6 : 45
Э+М (3-3)	0,51	5 : 20	6 : 25
Э+М (3-6)	0,50	5 : 00	5 : 45
Э+М (6-1)	0,52	4 : 45	6 : 20
Э+М (6-3)	0,50	5 : 30	7 : 10
Э+М (6-6)	0,49	4 : 00	4 : 45

Из результатов исследований следует, что использование активированной воды способствует снижению водопотребности гипсовых композиций. Активация воды существенным образом также повлияла на сроки схватывания модифицированного гипсового теста. Особенно

данный эффект проявился на режимах: Э+М (3-1), Э+М (3-3), Э+М (3-6), Э+М (6-1), Э+М (6-3), Э+М (6-6), что свидетельствует о претерпевании структурных и физико-механических изменений в активированной воде затворения.

Таблица 3

**Свойства гипсового теста на основе активированной воды затворения
с добавкой пластификатора**

Тип воды	НГ	Сроки схватывания, мин : с	
		начало	конец
«О»	0,44	4 : 40	7 : 00
Э+М (1-1)	0,43	4 : 20	5 : 50
Э+М (1-3)	0,43	4 : 00	5 : 15
Э+М (1-6)	0,42	4 : 00	5 : 00
Э+М (3-1)	0,42	3 : 20	4 : 10
Э+М (3-3)	0,42	3 : 40	4 : 05
Э+М (3-6)	0,41	3 : 30	4 : 15
Э+М (6-1)	0,42	3 : 30	4 : 10
Э+М (6-3)	0,42	3 : 45	4 : 00
Э+М (6-6)	0,40	3 : 40	4 : 15

На втором этапе проведены исследования, направленные на установление влияния типа воды на прочность гипсового камня. Были изготовлены образцы-балочки размером 4×4×16 см, которые твердели в нормальных температурно-

влажностных условиях. Контролируемыми параметрами служили показатели прочности составов при сжатии и изгибе, которые определяли для материалов в возрасте 1 суток твердения (табл. 4).

Таблица 4

**Физико-механические свойства гипсовых композитов на основе
активированной воды затворения**

Шифр воды	Предел прочности на растяжение при изгибе, кг/м ²	Относительная прочность на растяжение при изгибе, %	Предел прочности на сжатие, кг/м ²	Относительная прочность на сжатие, %
«О»	31,2	0	70,1	0
Э+М (1-1)	34,3	+9,9	71,8	+2,4
Э+М (1-3)	35,1	+12,5	84,9	+21,1
Э+М (1-6)	37,9	+21,5	78,8	+12,4
Э+М (3-1)	33,4	+7,1	77,1	+10,0
Э+М (3-3)	37,6	+20,5	83,6	+19,3
Э+М (3-6)	41,7	+33,6	91,7	+30,8
Э+М (6-1)	36,3	+16,3	88,9	+26,8
Э+М (6-3)	54,7	+75,3	167,7	+139
Э+М (6-6)	36,7	+17,6	158,6	+126

Анализ исследований влияния вида активированной воды на рост прочности гипсового камня показал, что наиболее эффективным является применение воды обработанной аппаратом по режимам Э+М (6-3) и Э+М (6-6). Прочность гипсового камня с применением воды затворения, приготовленной по указанным режимам активации по сравнению с контрольными образцами оказалась выше более чем на 139 % и 126 %, соответственно.

Для определения физико-механических свойств модифицированных гипсовых композитов в зависимости от вида применяемой воды была использована пластифицирующая добавка Melment F10, которую вводили в количестве 1 % от массы гипса. Для каждой серии составов изготавливался контрольный состав на неактивированной воде. Результаты исследований представлены в таблице 5.

Анализ исследований влияния вида активированной воды на рост прочности гипсового

камня показал, что активация благоприятным образом влияет на прочность гипсового камня в присутствии пластифицирующей добавки Melment F10.

Для композитов на основе гипсовых связующих важным свойством является коэффициент размягчения. Водостойкость гипсового камня на основе активированной воды затворения представлена в таблице 6.

Таблица 5

Физико-механические свойства гипсовых композитов на основе активированной воды затворения с применением пластифицирующей добавки Melment F10

Шифр воды	Предел прочности на растяжение при изгибе, кг/м ²	Относительная прочность на растяжение при изгибе, %	Предел прочности на сжатие, кг/м ²	Относительная прочность на сжатие, %
«О»	34,7	0	76,3	0
Э+М (1-1)	36,4	+4,9	90,8	+19,0
Э+М (1-3)	41,3	+19,0	113,4	+48,6
Э+М (1-6)	40,5	+16,7	117,1	+53,5
Э+М (3-1)	39,3	+13,3	95,4	+25,0
Э+М (3-3)	38,4	+10,7	105,7	+38,5
Э+М (3-6)	33,8	-2,6	100,5	+31,7
Э+М (6-1)	40,2	+15,8	111,0	+45,5
Э+М (6-3)	50,9	+46,7	118,2	+54,9
Э+М (6-6)	40,3	+16,0	93,8	+22,9

Таблица 6

Водостойкость гипсовых композитов на основе активированной воды затворения

№ п/п	Шифр воды	Коэффициент размягчения при изгибе $K_{\text{разм изг.}}$ ед.	Коэффициент размягчения при сжатии $K_{\text{разм сж.}}$ ед.
1	«О»	0,31	0,30
2	Э+М (1-1)	0,54	0,38
3	Э+М (1-3)	0,49	0,46
4	Э+М (1-6)	0,42	0,43
5	Э+М (3-1)	0,48	0,47
6	Э+М (3-3)	0,66	0,50
7	Э+М (3-6)	0,50	0,39
8	Э+М (6-1)	0,36	0,45
9	Э+М (6-3)	0,50	0,45
10	Э+М (6-6)	0,49	0,46

Результаты исследования показывают положительную тенденцию применения активированной воды затворения с целью получения более долговечных композитов. Водостойкость гипсовых композитов на такой воде выше, чем у композитов на обычной воде.

Таким образом, активированная вода значительно улучшает технологические и физико-

механические свойства гипсовых композитов, что в конечном итоге положительно сказывается на экономичности и экологичности производства.

Выводы.

1. В ходе проведения исследований, направленных на получение гипсовых материалов с повышенными физико-механическими ха-

раактеристиками, предложена технологическая обработка воды путем последовательной обработки электрическим током и электромагнитным полем с применением установки магнитной противонакипной обработки.

2. Получены количественные зависимости сроков схватывания гипсового теста, прочности и водостойкости гипсовых композитов от режимов активации воды затворения.

3. Все режимы активации воды затворения способствуют ускорению сроков начала и конца схватывания гипсового теста.

4. Полученные результаты показали положительное влияние активации воды затворения на прочность и водостойкость гипсовых композитов. Прочность на сжатие гипсового камня, полученного на основе активированной воды затворения при осуществлении обработки при оптимальных плотности тока в камере электрохимической активации $j_{\max} = 43,55 \text{ А/м}^2$ и напряженности электромагнитного поля $H_{\max} = 75 \text{ кА/м}$ и $H_{\max} = 135 \text{ кА/м}$, выше прочности контрольных образцов соответственно на 139 и 126 %. Коэффициент размягчения при сжатии гипсового камня, полученного на основе активированной воды затворения при осуществлении обработки при оптимальных плотности тока в камере электрохимической активации $j_{\max} = 22,58 \text{ А/м}^2$ и напряженности электромагнитного поля $H_{\max} = 75 \text{ кА/м}$ и $H_{\max} = 24 \text{ кА/м}$, выше коэффициента размягчения контрольных образцов соответственно на 67 и 57 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шенгур Г. В. Исследования применения ЭТЭ для активации цемента // Применение электрогидравлического эффекта в технологических процессах производства. Киев, 1970. Вып. 3.
2. Страхов Ю. М., Бернштейн С. Н. Активация цементных смесей электрогидравлическим способом // Применение электрогидравлического эффекта в технологических процессах производства. Киев, 1970. Вып. 3.
3. Страхов Ю.М., Майборода Т.И., Рясный Б.Г. Использование искровых разрядов для активации растворов и бетонных смесей // Бетон и железобетон. 1993. № 3. С. 9–11.
4. Мчедлов-Петросян О.П., Плугин А.Н., Ушеров-Маршак А.В. Магнитная обработка воды и процессы твердения вяжущих // Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем. Новочеркасск, 1975. С. 185–190.
5. Bordi S., Vannel F., Papeschi G. Electrical conductance and sedimentation potential of H2O from ice and from steam // Analytica chimica acta 1963. V. 53. №7. P. 934–942.
6. Баженов Ю.М., Фомичев В.Т., Ерофеев В.Т., Федосов С.В., Матвиевский А.А., Осипов А.К., Емельянов Д.В., Митина Е.А., Юдин П.В. Моделирование электрохимических процессов, протекающих на электродах в природной воде при ее активации // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 2 (22).
7. Баженов Ю.М., Фомичев В.Т., Ерофеев В.Т., Федосов С.В., Матвиевский А.А., Осипов А.К., Емельянов Д.В., Митина Е.А., Юдин П.В. Теоретическое обоснование получения бетонов на основе электрохимически- и электромагнитноактивированной воды затворения // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 2 (22).
8. Ерофеев В.Т., Митина Е.А., Матвиевский А.А., Осипов А.К., Емельянов Д. В., Юдин П. В. Композиционные строительные материалы на активированной воде затворения // Строительные материалы. 2007. №11. С. 56–58.
9. Ерофеев В.Т., Митина Е.А., Матвиевский А.А., Емельянов Д.В., Юдин П.В. Долговечность цементных композитов на активированной воде // Промышленное и гражданское строительство. 2008. № 7. С. 51–54.
10. Ерофеев В.Т., Фомичев В.Т., Емельянов Д. В., Родин А.И., Еремин А.В. Влияние активированной воды затворения на структурообразование цементных паст // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 30. С. 179–183.
11. Федосов С.В., Акулова М.В., Падохин В.А., Слизна Т.Е. Исследование влияния механомагнитной активации железосодержащих добавок с водой затворения на свойства цементного теста и цементного камня // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2010. Т. 53, вып. 1. С. 116–117.
12. Федосов С.В., Акулова М.В., Слизна Т.Е., Краснов А.М. Механомагнитная активация водных растворов химических добавок как способ модифицирования мелкозернистого бетона // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2014. Т. 57, вып. 3. С. 111–115.
13. Фокин Г.А., Лошканова Я.А. Повышение физико-механических свойств цементных систем акустической активацией воды затворения // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2008. № 4. С. 16–20.

Erofeev V.T., Fomichev V.T., Emel'yanov D.V., Fisher H.-B., Matvievskii A.A., Korotaev S.A., Bulychев A.A.

GYP SUM MATERIALS BASED ON ACTIVATED MIXING WATER

Low water resistance of building materials based on gypsum binders limits the scope of their application. The article presents the results of research aimed at obtaining gypsum materials with improved physical and mechanical properties, using the mixing of activated water. The possibility of obtaining gypsum composites with improved strength and water resistance to water mixing activated by sequential treatment with electro-magnetic field, and an electric current using a magnetic antiscaling processing installation. Quantitative terms according to plaster test setting, strength and water resistance of gypsum composites from water activation mode mixing. A method for producing gypsum materials based on mixing activated water helps to improve economic indicators of production.

Key words: *activated water mixing, gypsum, strength, water resistance.*

Ерофеев Владимир Трофимович, член-корр. РААСН, доктор технических наук, профессор декан архитектурно-строительного факультета.

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева.

Адрес: Россия, 430005, Саранск, ул. Большевистская, д. 68.

E-mail: al_rodin@mail.ru

Фомичев Валерий Тарасович, доктор технических наук, профессор зав. кафедрой «Общая и прикладная химия».

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет.

Адрес: Россия, 400074, Волгоград, ул. Академическая, д. 1.

E-mail: valerifomichev@yandex.ru

Емельянов Денис Владимирович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Инженерная и компьютерная графика».

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева.

Адрес: Россия, 430005, Саранск, ул. Большевистская, д. 68.

E-mail: emelyanoffdv@yandex.ru

Фишер Ханс-Бертрам, доктор-инженер кафедры «Строительные материалы» Веймарского строительного университета (Германия).

Адрес: Geschwister-Scholl-Straße 8, Weimar 99423, Germany.

E-mail: hans-bertram.fischer@uni-weimar.de

Матвиевский Александр Анатольевич, кандидат технических наук, Генеральный директор ОАО «МАКСМИР».

Адрес: Россия, 121099, Москва, Центр, Новинский бульвар, д. 11, 4-й этаж.

E-mail: maa@maxmir.ru

Коротаев Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Зданий, сооружений и автомобильных дорог».

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева.

Адрес: Россия, 430005, Саранск, ул. Большевистская, д. 68.

E-mail: korotaevsc@yandex.ru

Булычев Алексей Анатольевич, инженер кафедры «Зданий, сооружений и автомобильных дорог».

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева.

Адрес: Россия, 430005, Саранск, ул. Большевистская, д. 68.

E-mail: bulychев777@mail.ru

Дребезгова М.Ю., аспирант,
Чернышева Н.В., д-р техн. наук, доц.,
Глаголев Е.С., канд. техн. наук, доц.,
Герасимов А.В., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОНОЛИТНОГО МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

mdrebezgova@mail.ru

Приведенный в статье анализ развития монолитного малоэтажного строительства и его перспектив показывает, что монолитное и сборно-монолитное домостроение получает дальнейшее развитие и становится доминирующим методом в общей структуре малоэтажного строительного комплекса и создает возможность проще и дешевле, чем при сборном домостроении, создавать разнообразные, выразительные по планировке и архитектуре здания и сооружения городов и сел, гибкую систему внутренней планировки, отсутствие ограничений при выборе этажности будущего дома, что немаловажно в коттеджном строительстве. Этому способствуют освоение новых технологий, использование современных опалубочных систем и комплексной механизации и индустриализации технологических процессов приготовления, доставки, подачи и укладки бетонной смеси и др.

Ключевые слова: малоэтажное строительство, монолитное строительство

В настоящее время, благодаря достижениям строительного материаловедения, расширению сырьевой базы композиционных вяжущих, за счет применения сырьевых ресурсов с высокой свободной внутренней энергией, рынок малоэтажного строительства является самым перспективным направлением развития строительной отрасли [1–4].

Не смотря на сложную политическую и экономическую ситуацию в стране (наблюдается кризис), доля этого сегмента рынка, по сравнению с данными 20-ти летней давности, показало прирост 37 %, а к 2020 году объемы малоэтажного строительства должны составить не менее 70 % от общей доли [5]. Для того, чтобы данные планы воплотились в жизнь, нужно строить около одного миллиона домов в индивидуальном секторе каждый год. Чтобы это осуществить, российским производителям необходимо увеличить долю выпуска строительных материалов, как минимум в 1,5 раза, при этом необходимо обосновывать производство строительных материалов, учитывая потребности региональных рынков, максимально используя местные ресурсы. И, в первую очередь, это направленно на обеспечение снижения массы строящихся зданий, высокого энергосбережения в процессе их эксплуатации, экологическую безопасность, снижение себестоимости, обеспечения комфортных условий для проживания.

Основная часть. При строительстве малоэтажных жилых домов применяются различные технологии: панельная; монолитная и сборно-монолитная; для кирпичных и блочных зданий (на основе ячеистых бетонов: газобетон, пенобетон) – технология ручной кладки несущих стен;

для деревянных – технология рубленых бревенчатых стен и т. д.

Накопленный в последнее время опыт монолитного домостроения выявил технико-экономические преимущества этого метода строительства по сравнению с кирпичным, крупноблочным и даже крупнопанельным (рис.1).

В монолитном домостроении прослеживаются два ключевых направления развития. Одно из них нацелено на строительство уникальных зданий, а другое – на возведение множества типовых жилых сооружений, в том числе и коттеджных, из бетонной смеси с использованием специальных форм (опалубки) непосредственно на строительной площадке.

Внедрение монолитного железобетона дает возможность проще и дешевле, чем при сборном домостроении, создавать разнообразные, выразительные по планировке и архитектуре здания и сооружения городов и сел, гибкую систему внутренней планировки, отсутствие ограничений при выборе этажности будущего дома, что немаловажно в коттеджном строительстве [6–15].

При монолитном строительстве здание полностью возводится из сплошного бетона, а при сборно-монолитном – создается жесткий монолитный каркас с различными видами ограждающих конструкций и элементов перекрытия (рис. 2).

Одним из основных преимуществ, при четко отработанной схеме монолитной технологии, является возможность существенного сокращения сроков возведения конструкции зданий (стены, перекрытия, колонны, лестничные мар-

ши и др.) непосредственно на строительной площадке практически любой этажности и формы, зависящих от сложности и площади возводимого коттеджа.

Современные технологии позволяют этап возведения каркаса загородного дома или коттеджа сократить от месяца до 5 – 6 дней.

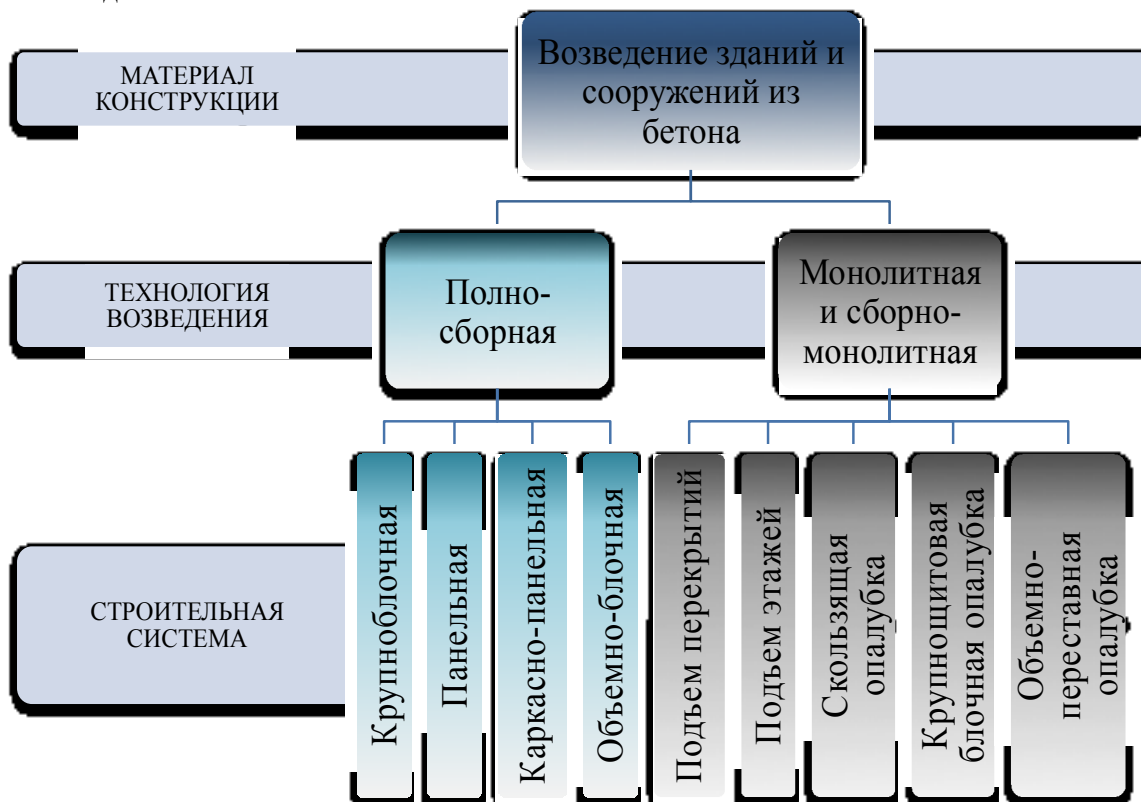


Рис. 1. Способы возведения зданий и сооружений из бетона



Рис. 2. Возведение малоэтажного здания из монолитного железобетона

Трудозатраты при возведении таких объектов гораздо меньше (для монтажа опалубки и заливки бетона требуется гораздо меньше времени). Монолитные здания на 15–20 %, легче кирпичных что дает возможность строить их на “проблемных” почвах. За счет облегчения веса конструкций уменьшается материалоемкость и, соответственно, удешевляется устройство фундаментов. В монолитных зданиях нагрузка передается на несущий каркас, при этом отпадает необходимость устройства толстых внутренних перегородок, а наружные стены выполняют роль

ограждающей, звуко- и теплоизолирующей конструкции. Они имеют больший срок эксплуатации и лучшую сейсмическую устойчивость. За счет меньшей толщины стен и перекрытий существенно увеличивается внутренняя (полезная) площадь монолитного дома.

Монолитная конструкция обеспечивает равномерную и очень незначительную усадку здания, что предотвращает образование трещин в его элементах, а также позволяет почти сразу после возведения дома приступить к внешним и внутренним отделочным работам. Кроме того,

при качественно выполненной работе исключается необходимость производить отделку поверхностей (стяжку и штукатурку стен и потолков), что позволяет значительно снизить затраты на используемые отделочные материалы. Такие дома являются практически бесшовными, что существенно повышает их прочность и увеличивает срок службы. Все это существенно улучшает комфортность системы «человек-материал-среда обитания», создавая предпосылки для творческой активности, работоспособности и др.

Таким образом, коттеджи, возведенные по монолитной технологии, не только прочны и надежны, но и имеют долгий срок службы, устойчивы к любым неблагоприятным воздействиям со стороны окружающей среды.

Активно внедряются отечественные (и с использованием зарубежного опыта) комплектные строительные системы (СС) малоэтажного строительства, в значительной степени удовлетворяющие указанным выше требованиям [13]. К некоторым СС индустриального строительства относятся: Радослав, Канадский дом, Экопан, Итонг, Изодом, Сталдом, Конкордом, Растущий дом и др., а также различные смешанные СС индивидуального домостроения на основе штучных блоков из газо- или пенобетона, керамзитобетона и др. материалов: Термоблок, DURISOL и др.) [17]. В последние годы ежегодное производство товарного бетона для монолитного строительства в мире намного опережает другие виды строительных материалов и превышает 2 млрд. м³ (рис.3).

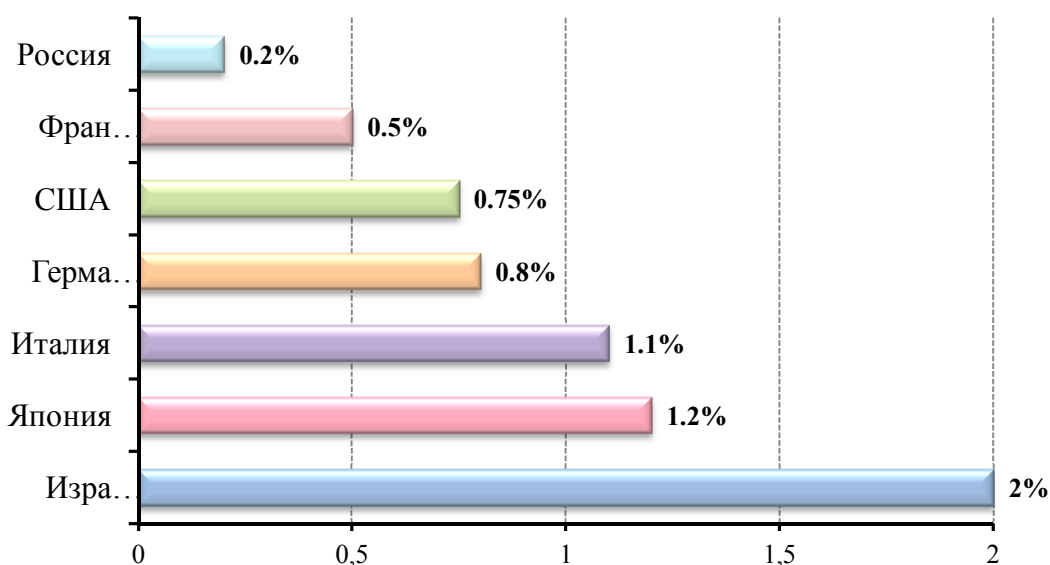


Рис. 3. Доля выпуска монолитного бетона, на душу населения, м³

Метод монолитного возведения зданий, несмотря на явные преимущества, имеет и ряд недостатков, к которым можно отнести [17]:

- опасность образования технологических трещин в монолитных конструкциях от температурно-усадочных деформаций бетона в процессе его твердения, зависящих от состава бетона, условий твердения и размеров участков бетонирования конструкций;

- надежная оценка прочности твердеющего бетона в момент распалубки и передачи нагрузки от вышележащих элементов на конструкции, в которых бетон не достиг проектной прочности;

- необходимость разработки расчетных правил по установлению допустимой промежуточной прочности бетона при снятии и перестановке опалубки по этажам для различных видов монолитных конструкций (перекрытий, стен, колонн) с точки зрения обеспечения трещино-

стойкости и прочности конструкций во время возведения монолитного здания, а также включение в план производства работ мероприятий по ускорению набора прочности бетоном;

- эффективный контроль качества монолитных конструкций.

Монолитное строительство имеет более высокую трудоемкость и стоимость по сравнению с каркасно-панельным, но ниже, чем с кирпичным строительством (снижается за счет некоторой экономии в материалах, уменьшения количества рабочих и строительной техники).

В монолитном доме должны быть заранее предусмотрены каналы для инженерных сетей и дымоходов, поскольку возможность осуществления перепланировки в нем практически отсутствует.

Для обеспечения высокой прочности и монолитности конструкции процесс заливки бетона должен вестись непрерывно, причем одно-

временно во многих направлениях, а уплотнение залитой смеси должно производиться максимально качественно, т.к. даже незначительные отступления от этого правила сводят на нет все плюсы монолитных домов.

Железобетонные стены имеют высокую теплопроводность (а значит, плохую теплоизоляцию), поэтому требуют дополнительного утепления.

Достаточно сложно проводить испытания монолитных конструкций пробным нагружением, а контроль прочности бетона по образцам недостаточен, особенно при бетонировании в зимнее время в связи с чем контроль прочности бетона должен осуществляться неразрушающими методами.

В условиях малоэтажного строительства возникают проблемы, связанные с рассредоточенностью строительных площадок, в основном с небольшим объемом работ и неудовлетворительными транспортными связями.

Но в последние годы все большее количество преуспевающих строительных компаний переходит на технологию монолитного возведения домов, которая постоянно оптимизируется, применяются новые оснастки, средства механизации.

Развитию малоэтажного строительства на территории Белгородской области способствует реализация областных целевых программ [3]:

- инженерного обустройства микрорайонов массовой застройки индивидуального жилищного строительства;
- обеспечения жильем отдельных категорий граждан (молодых семей, детей-сирот и др.
- финансовая поддержка индивидуальных застройщиков,
- высокая миграционная привлекательность области и др.

Увеличение доли ввода малоэтажного жилья (застройки городского типа «таунхаус» и коттеджные застройки) в 2015 году в Белгородской области составило от 80,5 % до 98,2 %. При этом доля индивидуального домостроения в общей площади жилья в целом по России составила 40,9 %.

Технология монолитного строительства состоит из нескольких этапов [9]: приготовление бетонной смеси, установка опалубки, заливка готовой смеси в опалубку, выдержка образовавшихся форм до приобретения необходимой прочности, и, наконец, демонтаж опалубки и эксплуатация полученной конструкции (рис. 4).

Приготовление бетонной смеси чаще всего происходит в заводских условиях с помощью

использования специальных автоматизированных бетоносмесителей и производственных емкостей. При небольших масштабах строительства бетонную смесь изготавливают механическими способами непосредственно на территории строительной площадки. Транспортирование бетонной смеси до места монтажа сооружений осуществляется посредством специально оборудованной строительной дорожной техники – автобетоносмесители, обеспечивающие требуемое качество перевозимой бетонной смеси на большие расстояния. Они могут загружаться на заводе как готовой бетонной смесью, так и сухими компонентами.

При строительстве малоэтажных зданий в отдаленных от центральных бетоносмесительных заводов районах доставка бетонной смеси в автобетоносмесителях не эффективна, так как требует дополнительных транспортных расходов и четкого графика доставки смеси на объект.

Укладка бетона является одним из самых ответственных моментов при монолитном строительстве коттеджа.

Очень важно учитывать время доставки бетона, его температуру, жесткость смеси при выгрузке, скорость бетонирования, время и шаг вибрирования, соблюдение времени разрывов, качество швов.

На сегодняшний день прогрессивным способом подачи и укладки бетонной смеси является бетононасосная подача по трубопроводам. Для подачи бетонной смеси на высоту применяют передвижные или стационарные бетононасосы с большим запасом мощности, а на укладке литой бетонной смеси используется стрела раздатчик.

Опыт показывает (рис. 5), что большую долю трудозатрат при возведении монолитных конструкций имеют опалубочные и бетонные работы [8, 10]. Выбор опалубки во многом определяет необходимость применения грузоподъемных механизмов, трудоемкость, стоимость, качество и скорость строительства.

Применяют монолитные технологии со съемной опалубкой (щитовые, объемно-переставные или туннельные, скользящие) и с несъемной опалубкой (из пенополистирола, арболита, фибролита, стекломгнезита и др.). Проведенный анализ показывает, что для малоэтажного домостроения целесообразно применение легких разборно-переставных опалубок, позволяющих выполнять опалубочные работы по башенной технологии и обеспечивают высокое качество бетонирования конструкций.

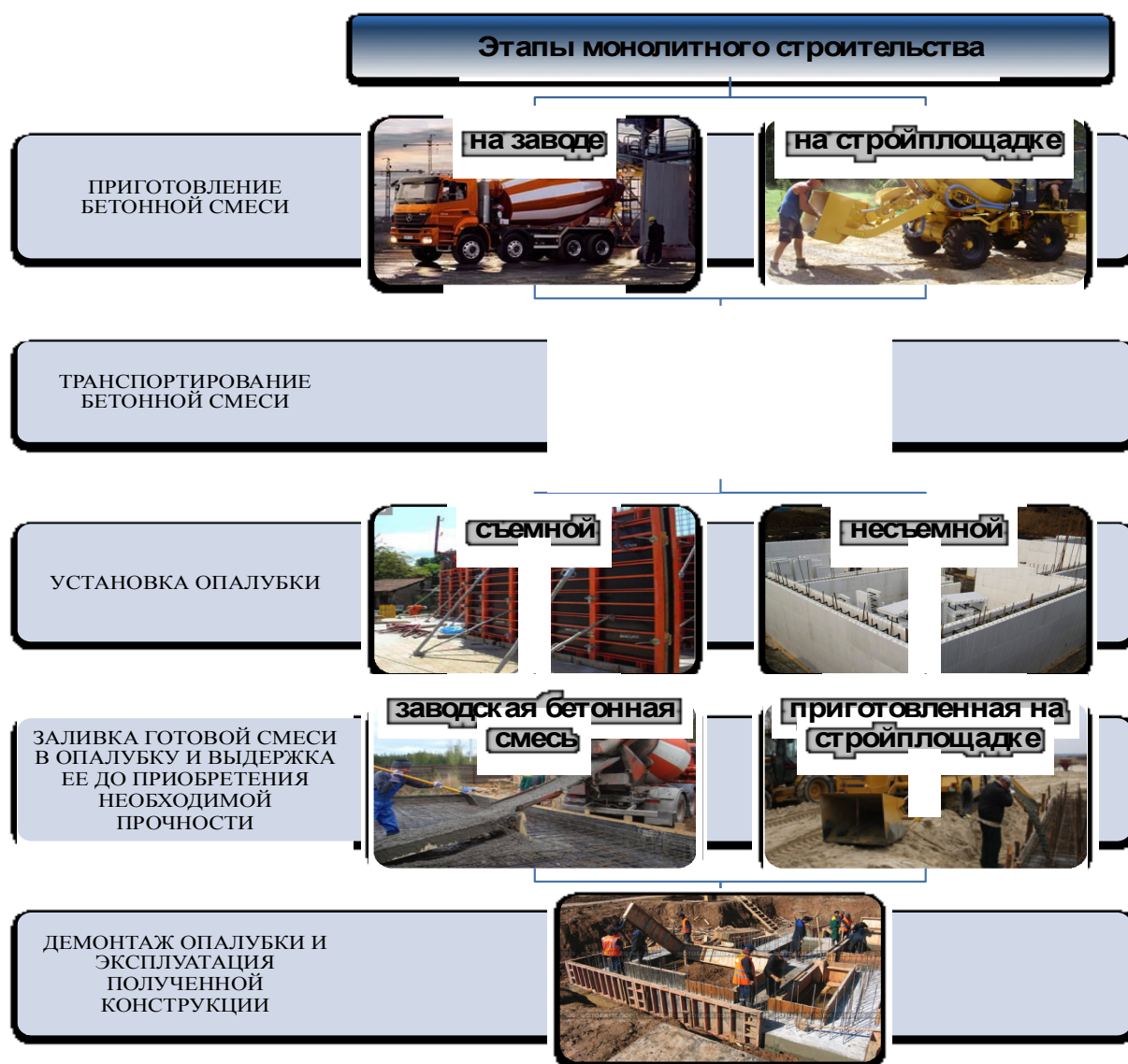


Рис. 4. Этапы монолитного строительства

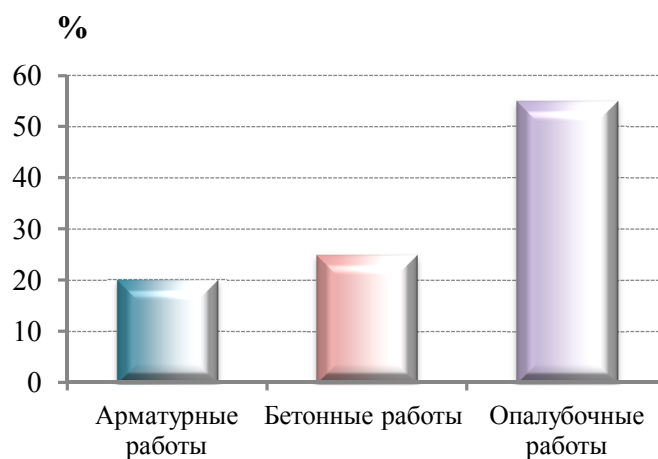


Рис. 5. Виды технологических процессов в монолитном строительстве

Монолитные коттеджи возводятся путем применения трех основных типов опалубки: переставной, скользящей и их сочетаний [10]. Каждый вид опалубки позволяет проектировать

определенную архитектурную форму монолитного коттеджа.

Например, с учетом применения переставной опалубки, состоящей из опалубочных мо-

дулей, проектируют монолитные коттеджи объемно-модульной структуры.

С применением скользящей опалубки стен в сочетании со щитовой опалубкой перекрытий строят монолитные коттеджи с вертикальной структурой стен любого очертания в плане.

Для монолитного строительства коттеджей криволинейной пространственной формы применяется пневматическая опалубка.

Возможны варианты сочетания скользящей опалубки для стен первых этажей монолитных коттеджей, щитовой опалубки для перекрытий и пневматической опалубки для монолитного строительства коттеджей со второго этажа.

Пневматическую опалубку используют только для монолитного строительства коттеджей с тонкостенными конструкциями из тяжелого бетона, защищенными от промерзания и перегрева слоем эффективного утеплителя. Все три группы опалубки отличаются по технологии укладки бетонной смеси. На пневматическую опалубку бетон набрызгивают «шприц машиной», а в другие – бетон заливают с применением бетононасоса.

Известно применение при строительстве монолитных коттеджей переставной и скользящей немецкой опалубки фирмы Пэри [10], позволяющей возводить практически любую архитектурную форму малоэтажного здания из тонкостенных конструкций с применением тяжелого бетона. В смонтированную и закрепленную опалубку бетонная смесь подается с помощью специальной бадьи или автобетононасоса. Толщина стен из монолитного коттеджа принимается: 18–40 см для легкого бетона и 10–20 см для тяжелого. Тело бетона армируется сварными сетками или арматурными каркасами в соответствии с требованиями прочности и устойчивости оболочек. В качестве утеплителя железобетонных оболочек монолитного коттеджа используется пенопласт или плиты минеральной ваты. Перекрытия коттеджа из монолитного бетона используется для домов с плоской совмещенной кровлей. Благодаря монолитному соединению всех элементов, несущий остов монолитного коттеджа отличается высочайшей степенью жесткости и устойчивости.

Важным этапом монолитного строительства коттеджей является качество ухода за бетоном, контроль и регулирование температуры и влажности схватывания бетонной смеси. Нарушение технологии на этом этапе недопустимы. После набора проектной прочности и демонтажа опалубки бетон готового конструктива проходит финишную доводку. Только после точного выполнения всех технологических операций процесс монолитного строительства коттеджа мож-

но считать окончанным, т.е. возведение здания должно сопровождаться серьезным мониторингом для обеспечения его надежности и последующей безопасности.

Вопросам современного монолитного строительства посвящены работы многих ученых [18–32]. Результаты их научной и практической деятельности позволили обобщить и развить основные идеи современной технологии монолитного железобетона. Как ни один другой материал, монолитный железобетон является важным формообразующим элементом современной архитектуры, при этом реальные возможности достижения архитектурной выразительности сооружений из бетона еще очень слабо использованы отечественными архитекторами и проектировщиками – повсеместно встречается монолитный железобетон в унифицированных модульных зданиях, подходящих больше для сборного строительства.

Выводы. Таким образом, монолитное и сборно-монолитное домостроение получает дальнейшее развитие и становится доминирующим методом в общей структуре малоэтажного строительного комплекса. Этому способствуют освоение новых технологий, использование современных опалубочных систем и комплексной механизации и индустриализации технологических процессов приготовления, доставки, подачи и укладки бетонной смеси и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства РФ от 25 августа 2015 г. № 889.
2. Проект Государственной программы «Обеспечение качественным жильем и услугами ЖКХ населения России» [Электронный ресурс]. Портал Министерства регионального развития Российской Федерации. Режим доступа: http://www.minregion.ru/Lfnf_j,hfotybz (дата обращения 04.08.2016).
3. Информационное агентство «Бел.Ру». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bel.ru/news/region/913303.html> (дата обращения 04.08.2016).
4. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. М.: Изд. АСВ, 2006. 526 с.
5. Хамидов М.А., Гишлакаева М.И., Хасиев Р.М. Современные материально-технологические подходы к монолитному домостроению // Материалы Междун. науч.-практич. конференции, посвящ. 95-летию ФГБОУ ВПО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Россия, г. Грозный. 2015. Т.2. С. 582–590.

6. Гаврикова Т.А., Яворский А.А., А.Н. Смирнов. Об эффективности технологии малоэтажного домостроения с использованием несъемных опалубочных блоков // Строительство и архитектура: сб. материалов квалификационных и научных работ студентов и магистрантов. ННГАСУ. Н. Новгород. 2003. Вып. 5. С. 88–91.
7. Афанасьев А.А. Интенсификация работ при возведении зданий и сооружений из монолитного железобетона М., Стройиздат, 1990. 384 с.
8. Евдокимов Н.И., Степанов А.П., Пятакова О.Г., Евдокимова Е.А., Круглова А.В. Опалубка для монолитного строительства: состояние, перспективы развития и проблемы // Строительные материалы. 2005. №6. С. 50–52.
9. Технология несъемной опалубки в монолитном строительстве // СтройПРОФИЛЬ. 2004. №4. С.84–89.
10. Монолитное строительство коттеджей – Режим доступа: http://suprom.ru/id_1.html
11. Несветайло В.М. Инновационная технология монолитного бетона // Технологии бетонов. 2014. № 6 (95). С. 40–43.
12. Коровяков В.Ф. Роль научно-технического сопровождения в повышении качества монолитного строительства // Технологии бетонов. 2014. № 12 (101). С. 20–21.
13. Лосев Ю.Г., Ермаков В.В. Анализ современных строительных систем монолитного малоэтажного строительства // Образование, наука, производство и управление. 2011. Т. II. С. 20–25.
14. Муртазаев С.А.Ю., Хасиев Р.М., Хамидов М.А. К вопросу о подходах по применению опалубочных систем в современном монолитном малоэтажном строительстве // Труды Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова. 2013. № 12,13. С. 170–178.
15. Абрамян С.Г., Ахмедов А.М., Халилов В.С., Уманцев Д.А. Развитие монолитного строительства и современные опалубочные системы // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2014. № 36 (55). С. 231–239.
16. Маклакова Т.Г., Нанасова С.М. Конструкции гражданских зданий: учебник. М.: Изд. АСВ. 2008. 296 с.
17. Технология монолитного строительства частных домов - преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://better-house.ru/stroitelstvo/monolitnoe-stroitelstvo-chastnyx-domov/> (дата обращения 04.08.2016).
18. Филоненко К.А. Некоторые аспекты применения вяжущих веществ в монолитном строительстве // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 8 (103). С. 132–140.
19. Гипс в малоэтажном строительстве / Под общей ред. А.В. Ферронской. М.: 2008. Изд-во АСВ, 240 с.
20. Лесовик В.С., Сулейманова Л.А., Кара К.А. Энергоэффективные газобетоны на композиционных вяжущих для монолитного строительства // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 3. С. 10–20.
21. Лесовик В.С., Чернышева Н.В., Клименко В.Г. Процессы структурообразования гипсо-содержащих композитов с учетом генезиса сырья // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. №4. С.3– 11.
22. Юй Ц.Л., Спеш П., Броуэрс Й. Разработка ультралегкого бетона для монолитных бетонных конструкций // Вестник Московского государственного строительного университета. 2014. № 4. С. 98–106.
23. Шигапов Р.И., Бабков В.В., Халиуллин М.И. Использование пеногипса в малоэтажном строительстве // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 2. С. 211–217.
24. Чернышева Н.В. Использование технологического сырья для повышения водостойкости композиционного гипсового вяжущего // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. №7. С. 53–56.
25. Чернышева Н.В. Стеновые материалы повышенной водостойкости на композиционном гипсовом вяжущем // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №8. С. 57–60.
26. Лесовик В.С., Гридчина А.А. Монолитные бетоны на основе расширяющих добавок и химических модификаторов // Строительные материалы. 2015. № 8. С. 81–83.
27. Мамочкин С.А. Низкомарочный монолитный бетон для малоэтажного строительства // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 7 (20). С. 31–33.
28. Чернышева Н.В., Дребезгова М.Ю. Стеновые материалы на композиционном гипсовом вяжущем для малоэтажного строительства // Сухие строительные смеси. 2015. № 3. С. 19–21.
29. Сованн Ч. Мелкозернистый фибробетон для монолитного строительства в Камбодже // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» / Россия, г. Грозный . 2015. т.1. С. 417–424.

30. Глаголев Е.С. Высокопрочный мелкозернистый бетон на композиционных вяжущих и техногенных песках для монолитного строительства: дисс. ... канд. техн. наук. Белгород. 2010. 206 с.

31. Чернышева Н.В., Лесовик В.С., Дребезгова М.Ю. Водостойкие гипсовые композиционные материалы с применением техногенного

сырья: монография / г. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 321 с.

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

Drebezova M.Yu., Chernysheva N.V., Glagolev E.S., Gerasimov A.V.

ANALYSIS OF DEVELOPMENT AND PROSPECTS OF LOW-RISE MONOLITHIC CONSTRUCTION

In article the analysis of development of monolithic low-rise construction and its prospects shows that monolithic and precast-monolithic house-building is further developed and becomes the dominant method in the General structure of the low-rise building complex and creates the possibility of easier and cheaper than when prefabricated housing, to create diverse, distinctive layout and architecture of the buildings and structures of towns and villages, a flexible internal layout, no restrictions when choosing the number of storeys of the future house, which is important in the construction of the cottage. Contribute to the development of new technologies, the use of modern formwork systems and integrated mechanization and industrialization of technological processes of preparation, delivery, supply and laying of concrete mix etc.

Key words: low-rise, high-rise building

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

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, доцент. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Герасимов Александр Владимирович, магистрант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: alexandrplanet@mail.ru

Череватова А.В., д-р техн. наук, проф.,
Кожухова Н.И., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
Осадчая М.С., аспирант,
Жерновский И.В., канд. геол.-мин. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОСОБЕННОСТИ РЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО АЛЮМОСИЛИКАТНОГО ВЯЖУЩЕГО В ПРИСУТСТВИИ КОМПЛЕКСНЫХ МОДИФИКАТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ*

cherry_611@mail.ru

В результате проведенного комплекса исследований, установлена возможность направленного регулирования реотехнологических свойств наноструктурированного алюмосиликатного вяжущего комплексными модификаторами различной природы. Доказана высокая эффективность дефлоркулянта на основе полиакрилата Na«ReotanL» для данного типа вяжущего.

Ключевые слова: наноструктурированное вяжущее, дефлоркуляция, реотехнологические свойства.

В настоящее время особенности общественно-экономического развития нашей страны определяют направление современного строительства и диктуют потребность в высокоэффективных строительных материалах с принципиально новыми свойствами и определенной заранее заданной структурой [1–5].

Одним из путей решения этих непростых задач является широкое применение в строительстве новых видов доступных высококачественных вяжущих материалов.

Получение высокоэффективных вяжущих веществ нового поколения сегодня сопровождается использованием сложных составов и компонентов. Создание таких вяжущих возможно только на базе современных высоких технологий, основанных на научных методиках.

В связи с этим необходимо применение современных технологических подходов, позволяющих управлять структурообразованием на микро- и наноуровне для создания эффективных бесцементных вяжущих и материалов на их основе.

В особой степени это относится к разработке атермальных технологий создания новых типов силикатных и алюмосиликатных вяжущих¹, что, по мнению авторов, является одним из наиболее перспективных направлений поисковых исследований современного строительного материаловедения [6].

В настоящее время вопросами синтеза бесцементных вяжущих на основе алюмосиликатного сырья природного и техногенного происхождения активно занимаются достаточно

большое количество как отечественных, так и зарубежных ученых [7–14].

К перспективным материалам нового поколения относятся наноструктурированные вяжущие негидратационного типа твердения (НВ), которые могут применяться для производства композитов строительного и специального назначения.

Наноструктурированное вяжущее – это вяжущее, содержащее прото- и (или) сингенетические наносистемы, приводящие к формированию эпигенетических наносистем, обеспечивающих прочностные свойства материала в твердом состоянии [15].

Специфика наноструктурированных безклинкерных вяжущих негидратационного типа твердения, позволяет использовать в качестве основного сырьевого компонента широкий спектр кремнеземсодержащих и алюмосиликатных пород, что дает возможность адаптировать технологию к различным регионам, с учетом локализации месторождений.

Комплексом ранее проведенных исследований доказана возможность получения алюмосиликатных наноструктурированных вяжущих на основе интрузивных пород кислого состава (гранитов). Установлено, что при механохимической активации алюмосиликатного сырья в водной среде происходит формирование исходных реакционных компонентов для образования геополимерных вяжущих без внешней щелочной активации [16].

Полученное алюмосиликатное наноструктурированное вяжущее на основе гранитного сырья представляет собой высококонцентрированную водную минеральную суспензию с влажностью 20,5% и относительной плотно-

¹ Под атермальным (низкотемпературным) синтезом неорганических вяжущих веществ, следует понимать технологии, в которых отсутствуют этапы направленного высокотемпературного преобразования отдельных, или всех, сырьевых компонентов.

стью: 2080 кг/м^3 , с ярко выраженным тиксотропным характером течения [16].

Разработанный вид вяжущего в перспективе имеет широкую практическую область применения и может быть использован как в качестве основного компонента вяжущей системы, так и в качестве эффективного минерального модифицирующего компонента в композиционных вяжущих. Но высокая степень тиксотропии и быстрая загустеваемость данной вяжущей системы вносят определенные сложности и затрудняют ее применение в первоначальном (немодифицированном) виде.

В связи с вышеизложенным, цель настоящих исследований заключалась в определении возможности направленного регулирования реологических свойств наноструктурированного алюмосиликатного вяжущего комплексными модификаторами (дефлоккулянтами) различной природы.

В качестве дефлоккулянтов были рассмотрены следующие:

Fluidax «FX130», «Reotan L», – модификаторы (дефлоккулянты) на основе полиакрилата Na, производства итальянской компании «Lamberti». А так же, разработанный в БГТУ им. В.Г. Шухова комплексный дефлоккулянт на основе резорцин-фурфурольных олигомеров «СБ-5 + триполифосфат Na».

Данные виды дефлоккулянтов в настоящее время широко применяются в промышленности для разжижения керамических литейных систем.

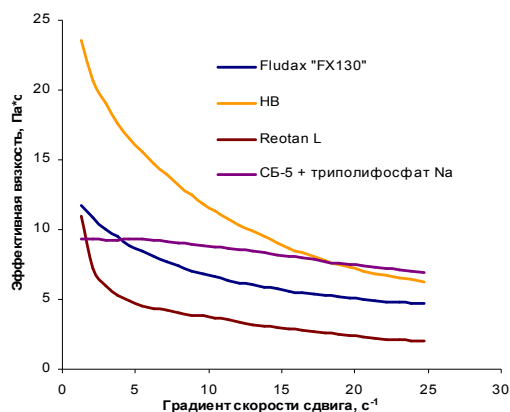


Рис. 1. Изменение эффективной вязкости вяжущей системы от градиента скорости сдвига в условиях оптимального интервала концентраций различных модификаторов

Результаты эксперимента показали, что наиболее эффективным дефлоккулянт для алюмосиликатного вяжущего на основе гранитного сырья является «Reotan L». При введении его в систему эффективная вязкость значительно снижается с переходом в ньютоновскую область. То есть гидрофильность твердой фазы увеличивается, а сама система стабилизируется.

Реологические характеристики вяжущего были исследованы с помощью измерений, полученных на ротационном вискозиметре Rheotest RN4.1.

На первом этапе исследований определялись оптимальные концентрации для каждого из дефлоккулянтов (модификаторов).

На основании полученных расчетов были построены зависимость эффективной вязкости от концентрации модификаторов различной природы и зависимость напряжения сдвига от градиента скорости сдвига системы.

Анализируя их, можно сказать, что при введении модификатора «Reotan L» в алюмосиликатное вяжущее на основе гранитного сырья, наблюдается наиболее значительный эффект разжижения, то есть гидрофильность твердой фазы вяжущей системы повышается.

В результате установлен оптимальный интервал концентраций для каждого из модификаторов. Так для Fluidax «FX130» он составил 0,021 – 0,024 %, для «Reotan L»: 0,011 – 0,013 %, для комплекса «СБ-5 + триполифосфат Na»: 0,042 – 0,047 %.

Далее были рассмотрены особенности реологических характеристик изучаемых систем и проведен их сопоставительный анализ в условиях оптимального интервала концентраций модификаторов (рис. 1, 2).

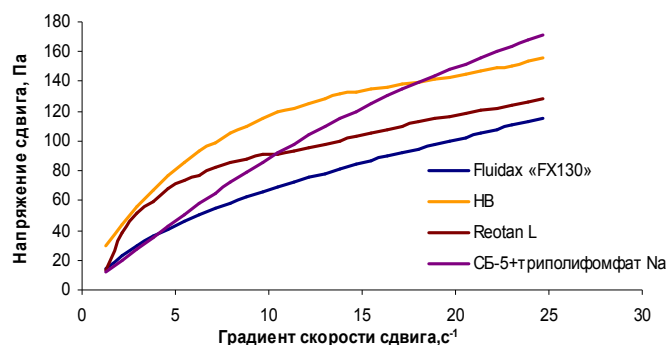


Рис. 2. Изменение напряжения сдвига от градиента скорости сдвига в условиях оптимального интервала концентраций различных модификаторов

Следующим этапом экспериментальной части исследований было исследование особенности характера микроструктурных изменений в изучаемых системах на стадии разжижения.

Была проведена микровидеосъемка процесса разжижения вяжущей системы в первые его 100 секунд. Съемка проводилась на поляризации.

онном микроскопе ПОЛАМ Р-312 при максимальном увеличении: $\times 1140$.

Как видно из микроснимков (рис. 3, 4), в исходной вяжущей системе преобладают вторичные агрегаты с достаточно рыхлой структурой.

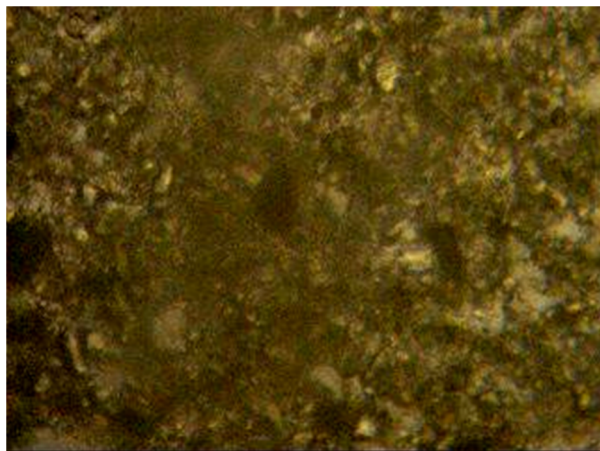


Рис. 3. Микроструктура исходной вяжущей системы

Следует отметить, что при введении в систему дефлокулянтов, возрастает содержание частиц с меньшим диаметром.

При увеличении дозировки дефлокулянтов (модификаторов), диаметр частиц уменьшается, затем становится постоянным. Выход диаметра на постоянное значение наблюдается при тех же концентрациях модификаторов, что и выход на насыщение реологических параметров. При этом следует отметить, что для изучаемых систем наименьшее значение диаметра частиц наблюдается при введении «Reotan L».

Таким образом, в результате проведенного комплекса исследований, установлена возможность направленного регулирования реотехнологических свойств наноструктурированного алюмосиликатного вяжущего комплексными модификаторами различной природы. Доказана их высокая эффективность для данного типа вяжущего.

**Работа выполнена в рамках служебного задания по г/б теме № А-27/15 Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012-2016 годы (№ 2011-ПР-146. Мероприятие 2 «Модернизация научно-исследовательского процесса и инновационной деятельности»).*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Строкова В.В., Жерновский И.В., Фоменко Ю.В. О влиянии размерных параметров полиморфных модификаций кварца на его активность в композиционных

рой. При введении дефлокулянтов, размер частиц значительно уменьшается вследствие эффекта пептизации и становится более однородным.

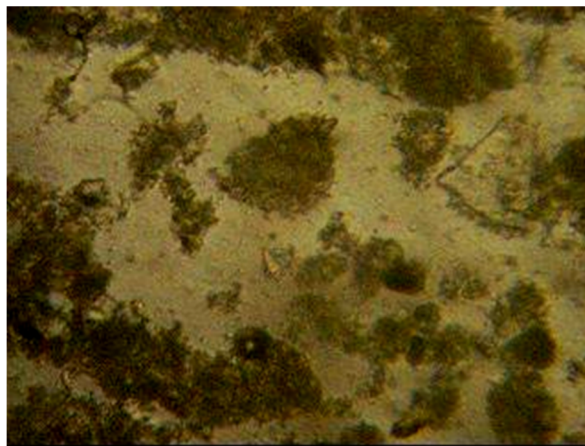


Рис. 4. Изменения в микроструктуре системы после введения модификатора «Reotan L» (первые 10 секунд)

вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2007. №4. С. 48–49.

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

3. Кожухова Н.И., Чижов Р.В., Жерновский И.В., Логанина В.И., Строкова В.В. Особенности структурообразования геополимерной вяжущей системы на основе перлита с использованием различных видов щелочного активатора // Строительные материалы. 2016. № 3. С. 61–64.

4. Третьяков Ю.Д., Гудилин Е.А. Введение в химию функциональных материалов. М.: МГУ, 2006. 125 с.

5. Юшкин Н.П. Геоматериалы, минералогическое геоматериаловедение, ресурсные и технологические проблемы // Геоматериалы для высоких технологий, алмазы, благородные металлы, самоцветы Тимано-Североуральского региона: Материалы Всероссийского минералогического семинара с международным участием. Сыктывкар: Геопринт, 2010. С. 7–8.

6. Строкова В.В., Жерновский И.В. Некоторые актуальные вопросы междисциплинарного направления «Наносистемы в строительном материаловедении» // Вестник Центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. 2011. С.99–105.

7. Чижов Р.В., Кожухова Н.И., Строкова В.В., Жерновский И.В. Алюмосиликатные

бесклинкерные вяжущие и области их использования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 4. С. 6–10.

8. Калашников В.И., Хвастунов В.Л., Макридин Н.И., Карташов А.А. Новые геополимерные материалы из горных пород, активированные малыми добавками шлака и щелочей // Строительные материалы. 2006. № 6. С. 93–95.

9. Евтушенко Е.И., Зуев А.С., Морева И.Ю., Дорганов В.А. Искусственные керамические вяжущие на основе термоактивированного высокоглиноземистого сырья // Огнеупоры и техническая керамика. 2009. № 10. С. 8–13.

10. Зуев А.С., Евтушенко Е.И., Дороганов В.А. Применение искусственных керамических вяжущих на основе термоактивированного высокоглиноземистого сырья в технологии полусухого формования // Новые огнеупоры. 2012. № 4. С. 17–20.

11. Онищук В.И., Месяц М.В., Евтушенко Е.И., Дороганов В.А. Особенности высококонцентрированных вяжущих суспензий на основе керамических материалов и силикат-

ных стекол // Огнеупоры и техническая керамика. 2014. № 10. С. 11–14.

12. Luis Miguel Ordonez (2009) Universal hydraulic binder based of fly ash type F. US Patent 0217844.

13. Строкова В.В., Сумин А.В., Нелюбова В.В., Шаповалов Н.А. Модифицированное вяжущее с использованием наноструктурированного минерального компонента // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 3. С. 36–39.

14. Davidovits J. Geopolymers - Inorganic polymeric new materials // Journal of Thermal Analysis. 1991. 37(8). P. 1633–1656.

15. Череватова А.В., Жерновский И.В., Строкова В.В. Минеральные наноструктурированные вяжущие. Природа, технология и перспективы применения. техногенного сырья. Saarbrücken. Изд-во: LAP LAMBERT, 2011. 170 с.

16. Жерновский И.В., Осадчая М.С., Череватова А.В., Строкова В.В. Алумосиликатное наноструктурированное вяжущее на основе гранитного сырья. //Строительные материалы. № 1-2. 2014. С.53–56.

Cherevatova A.V., Kozhukhova N.I., Osadchaya M.S., Zhernovsky I.V.

FEATURES OF RHEOTECHNOLOGICAL PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED ALUMINOSILICATE BINDER CONTAINING COMPLEX MODIFIERS OF DIFFERENT ORIGIN

On the base of complex study the possibility of directed control of rheotechnological properties of nanostructured aluminosilicate binder containing complex modifiers of different origin is determined. The high efficiency of polyacrylate based deflocculating agent Na«ReotanL» for this binder type is confirmed

Key words: nanostructured binder, deflocculating effect, rheotechnological properties

Череватова Алла Васильевна, доктор технических наук, профессор кафедры материаловедения и технологии материалов.

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

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

E-mail: cherry_611@mail.ru

Кожухова Наталья Ивановна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры материаловедения и технологии материалов.

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

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

E-mail: kozhuhovanata@yandex.ru

Осадчая Майя Сергеевна, аспирант кафедры материаловедения и технологии материалов.

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

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

E-mail: msc87@mail.ru

Жерновский Игорь Владимирович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры материаловедения и технологии материалов.

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

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

E-mail: zhernovsky.igor@mail.ru

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

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ*

LHZ47@mail.ru

В статье приведены теоретические основы создания сухих строительных смесей с позиций системного подхода. Системный подход реализует представление сложного объекта в виде иерархической системы взаимосвязанных моделей, позволяющих фиксировать целостность свойств объекта, его структуру и динамику. Нами предложены следующие принципы создания композитов: установление связи системы с внешней средой, которые, собственно, определяют в дальнейшем функциональное назначение композита; выделение подсистем по жизненному циклу создания от сырьевых материалов до «гибели системы»; учет типоморфизма исходных сырьевых материалов; установление закона сродства структур в системе; учет законов функционирования подсистем на разных этапах жизненного цикла; разработка иерархических системно-структурных уровней композита; выражение взаимосвязи между макро-, микро- и наноуровнями композита через физико-механические показатели. Реализация принципов создания сухих строительных смесей обеспечит высокое гарантированное качество продукции, ее экологическую безопасность, эффективное использование сырья, экономию энергии, возможность применения новых высокодисперсных добавок - наполнителей, улучшающих структуру материала и экономящих самый экономически- и энергоемкий компонент строительных смесей – вяжущее при обеспечении высокого качества эксплуатационных свойств.

Ключевые слова: теоретические основы, сухие строительные смеси, принципы подбора состава, признаки системы, циклы: производственный, технологический, жизненный.

Введение. Вопросам развития теоретических основ и повышения эффективности производства строительных материалов посвящены многочисленные исследования многих научных школ. Благодаря работам И.Н. Ахвердова, Ю.М. Баженова, В.М. Безрука, В.В. Белова, П.И. Боженова, Ю.М. Бута, А.В. Волженского, Г.И. Горчакова, А.М. Гридчина, И.С. Кайнарского, В.И. Калашникова, В.К. Классена, П.Г. Комохова, В.С. Лесовика, И.Г. Лугининой, В.И. Логаниной, Н.И. Минько, В.М. Москвина, О.П. Мчедлова-Петросяна, А.П. Прошина, В.П. Ратинова, Ш.М. Рахимбаева, И.А. Рыбьева, Л.Б. Сватовской, В.И. Соломатова, Е.И. Чернышева, А.Е. Шейкина и др. в России созданы и эффективно функционируют современные технологии производства различных строительных материалов.

В связи с бурным развитием производства сухих строительных смесей (ССС) в настоящее время возникла необходимость в создании системного подхода к разработке теоретических основ получения композиционных материалов нового поколения для строительства – СССР различного функционального назначения. Теоретические основы и проектирование традиционных строительных растворов, различных мелкозер-

нистых бетонов (как наиболее близким системам к сухим смесям), в том числе, многих их разновидностей отражено в фундаментальных работах отечественных ученых [1–15].

Основная часть. На сегодняшний день имеется целый ряд СССР различного функционального назначения. Однако до сих пор нет теоретических подходов к выбору сырьевых компонентов, отсутствует теория расчета составов СССР, нет принципов создания структуры этих материалов. Особенностью этих материалов является тот факт, что они работают в тонких слоях, из которых быстрее удаляется вода, что влияет на процессы гидратации, протекающие в более жестких условиях, чем у традиционных строительных растворов. Кроме того, на нанесенный раствор воздействуют различные внешние климатические факторы: влага, инсоляция, ветер и проч. Для набора прочности и придания требуемых эксплуатационных свойств раствору на основе СССР необходимо обеспечить нормальные условия, заключающиеся в создании необходимой влажности и температуры. К настоящему времени идет накопление знаний и экспериментального материала для создания СССР, о чем свидетельствуют публикации о результатах исследований, касающихся

вопросов оптимизации гранулометрического состава ССС различного функционального назначения, рассматриваются возможности улучшения эксплуатационных свойств растворов на основе ССС, предлагаются составы, разработанные на основе местного сырья и техногенных продуктов, приводится опыт снижения расхода вяжущих и использования отдельных наполнителей, а также имеются результаты исследований о влиянии различных комплексных модифицирующих добавок на свойства разработанных сухих смесей и растворов на их основе [6–34].

Исследователи часто просто переносят теоретические положения, принципы и расчетные методы создания мелкозернистых бетонов и традиционных строительных растворов, основанных на закономерностях упаковки частиц сырьевых смесей, на растворы из ССС. Для создания ССС различного назначения необходимы индивидуальные подходы, сухие смеси – это зернисто-дисперсные системы, в которых присутствует зернистая часть, которую в одних случаях необходимо максимально плотно уплотнять, а в других, наоборот, разуплотнять, создавая пористую структуру с обеспечением целого ряда специфических эксплуатационных характеристик. Кроме того, высокодисперсные наполнители, входящие в сухие смеси, создают оптимальные условия для протекания твердофазовых взаимодействий дисперсных компонентов смеси, связанных с поверхностными явлениями и наличием электрического потенциала в смеси и обеспечивают надежное качество затвердевшего раствора. Использование полидисперсных смесей определенным образом влияет на технологию укладки и свойства готового продукта. Тем более, условия службы строительных растворов на основе ССС принципиально отличны от работы традиционных растворов и мелкозернистых бетонов, сложны и многофункциональны, так как ССС, как правило, работают в тонких слоях.

Мы имеем дело с новым материалом, который имеет широкий спектр добавок, которые придают ему специальные технологические и эксплуатационные свойства. Широкое использование комплексных функциональных добавок позволяет придавать требуемые свойства растворам, в том числе, в тонких слоях: пористым, плотным, армирующим и прочим, приготовленных на основе ССС.

Теоретические подходы, относящиеся к традиционным строительным растворам не приемлемы к строительным растворам на основе ССС, ни по составу, ни по эксплуатационным нагрузкам. Трудности с установлением законо-

мерностей, имеющих место в исследуемых системах, связаны и с использованием различных вяжущих веществ: цемента, извести, гипса, композиционных и смешанных вяжущих. К строительным растворам на основе ССС не всегда предъявляются требования по высокой прочности – это определяет функциональное назначение, так для тонких слоев, проникающих составов прочность не является доминирующим свойством. Для каждой разновидности строительных растворов на основе ССС устанавливаются свои требования, в зависимости от функционального назначения: для одних – это создание тонких слоев для кладочных растворов, для других – теплоизоляционные свойства, для третьих – гидроизоляционные, выравнивающие и проч. свойства. Именно функциональное назначение готовых строительных растворов определяет подбор и требование к сырью и предопределяет закономерности использования для каждого конкретного материала. По нашему мнению, все подходы к созданию материалов на основе ССС должны идти от функционального назначения строительного раствора.

Необходимо управлять процессами структурообразования в растворах на основе ССС, целесообразно использовать весь спектр вяжущих от обычных портландцементов до вяжущих низкой водопотребности, композиционных и смешанных вяжущих.

Теоретические основы строительного материаловедения, развитые в последние годы фундаментальными исследованиями различных научных школ, позволяют перейти от эмпирических закономерностей создания полидисперсных строительных композитов к научным положениям, основанным на законах химии, статистической физики и системного анализа.

Фундаментальной основой конструирования материалов различного назначения являются физико-химические подходы к пониманию, оценке и созданию структурных и ассоциативных свойств конгломератов на макро-, микро- и наноуровне; требований системы и иерархические уровни композита, т.к. среда активно действует на систему. Традиционный подход к описанию макроскопических свойств системы в целом сводится к изучению свойств отдельных компонентов. В реальных условиях при создании рецептуры ССС исследователи просто переносят принципы создания и расчетные методы использования мелкозернистых бетонов на растворы из сухих строительных смесей, основанных на закономерностях упаковки частиц разного зернового состава. Однако этих подходов для сухих смесей не достаточно, так как, сухие смеси – это зернисто-дисперсные системы,

в которых присутствуют частицы, различающиеся по размерам на порядок меньше, чем в тяжелых бетонах. Кроме того, отсутствуют обоснованные принципы применения тех или иных добавок-наполнителей, нет их классификации, определяющих их влияние на структуру и свойства композита.

Анализ современных методологических подходов к научным исследованиям позволил выделить методологию, основанную на концепции самоорганизации (синергетики) и нелинейной термодинамики, требующей комплексирования и междисциплинарного синтеза знаний об объекте исследования. Создание и прогнозирование свойств композиционных материалов необходимо решать с позиций системной, структурной, макро- и микроскопической организации.

Исходной характеристикой системы является ее противопоставление окружению или среде, в нашем случае, это функциональное назначение материала. Методологическая специфика системного подхода определяется тем, что он ориентируется на раскрытие целостности объекта и обеспечивающих ее механизмов, выявление многообразных типов связей сложного объекта,

сведение этих связей в единую теоретическую картину. Системный подход реализует представление сложного объекта в виде иерархической системы взаимосвязанных моделей, позволяющих фиксировать целостность свойств объекта, его структуру и динамику.

Как систему затвердевший раствор из ССС можно представить как совокупность взаимодействующих элементов, имеющих разную степень упорядоченности, различные по прочности связи друг с другом и находящиеся на разных уровнях ассоциации в соответствии с величиной их энтропии.

Признаками системы являются: 1) взаимодействие со средой и другими системами как единое целое; 2) иерархии системно-структурных уровней; 3) оптимальность; 4) эмерджентности (несовпадение локальных оптимумов системы с глобальным оптимумом системы); 5) интегративность свойств и закономерностей; 6) формализации (получении комплексных количественных характеристик); 7) функциональности и способности системы к дальнейшему развитию (рис. 1).

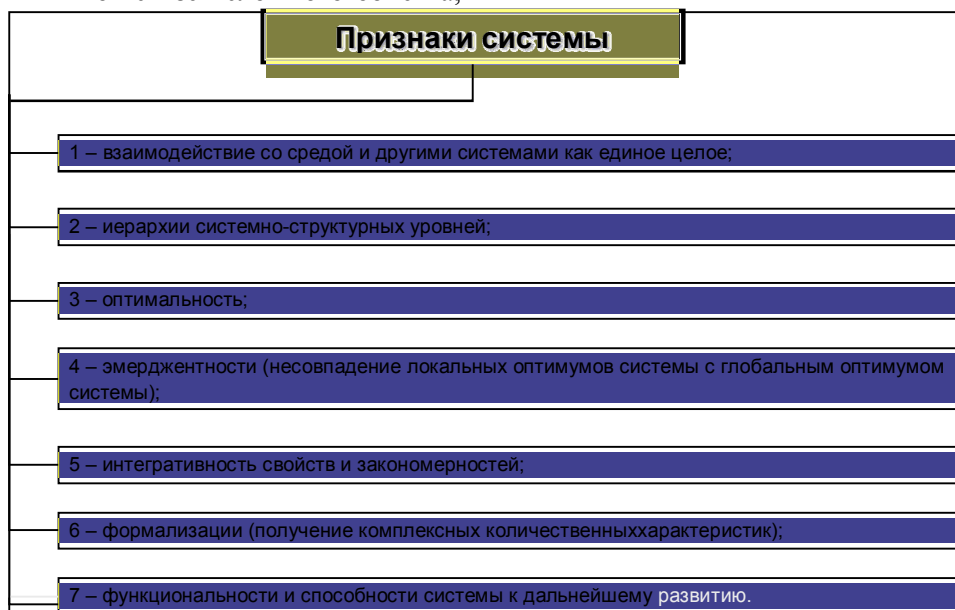


Рис. 1. Признаки системы

В соответствии с современными теориями заданного назначения мы предлагаем следующие принципы создания композитов (рис. 2): 1) установление связи системы с внешней средой, которые собственно определяют в дальнейшем функциональное назначение композита; 2) выделение подсистем по жизненному циклу создания от сырьевых материалов до «гибели системы»; 3) учет типоморфизма исходных сырьевых материалов; 4) установление закона сродства структур в системе; 5) учет законов функцио-

нирования подсистем на разных этапах жизненного цикла; 6) разработка иерархических системно-структурных уровней композита; 7) выражение взаимосвязи между макро-, микро- и наноуровнями композита через физико-механические показатели.

Рассмотрим принципы создания ССС детальнее по выделенным позициям.

1. При идентификации объекта исследования как системы важным является процедура конфигурирования системы, т.е. выделения объ-

екта из среды посредством установления границ между средой и системой. В качестве внешней среды для ССС следует принимать строительно-эксплуатационные условия с учетом различных воздействий окружающей среды и конструктивных решений сооружений. Именно они формируют требования интегративному показателю качества ССС, включающему соответствующие показатели прочности, плотности, адгезии, проникающей способности, теплопроводности, мо-

розостойкости, водонепроницаемости и др. Таким образом, связь среды с объектом концентрирует всю информацию о структурных элементах системы. В связи с этим на начальном этапе создания ССС необходимо разработать перечень показателей качества, с выделением первичных (функциональных) и вторичных характеристик.



Рис. 2. Основные принципы создания сухих строительных смесей различного функционального назначения

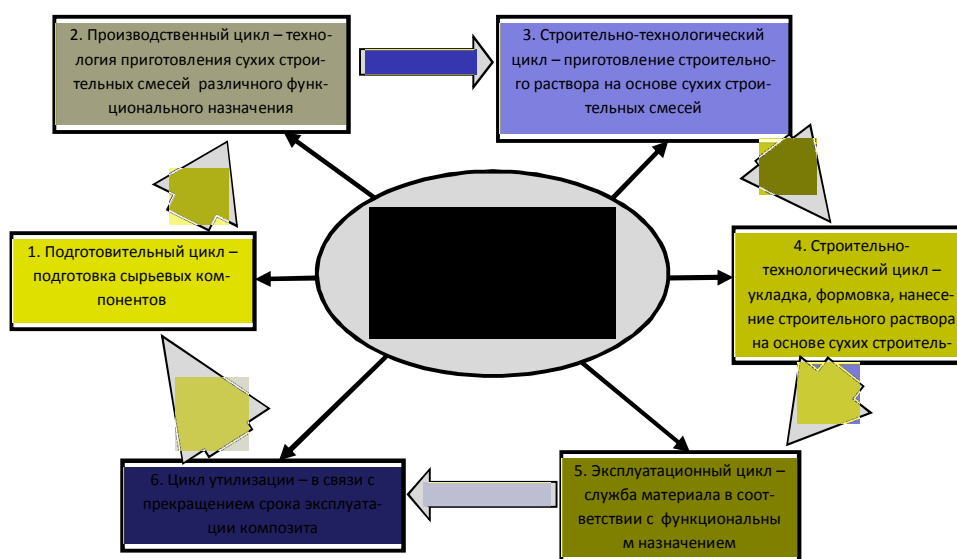


Рис. 3. Стадии жизненного цикла сухих строительных смесей

2. Особенность жизненного цикла ССС заключается в том, что они состоят из шести стадий существования (рис. 3): подготовительного

цикла – подготовки сырьевых компонентов; производственного цикла – технологии приготовления ССС различного функционального

назначения; строительно-технологического цикла по приготовлению, укладке, формованию или нанесению строительных растворов на строительном объекте; эксплуатационный цикл, обеспечивающий службу материала в соответствии с назначением и цикл утилизации отслужившего строительного раствора в связи с прекращением нормативного срока эксплуатации материала.

Подготовительный цикл производства ССС включает рациональный выбор сырьевых мате-

риалов с учетом сродства структур будущего композита (рис. 4), при необходимости, создание композиционных вяжущих целевого назначения; выбор наполнителей и заполнителей в зависимости от минералогического состава и их морфологии; учет технологических характеристик заполнителей и наполнителей и принятие модифицирующих добавок в зависимости от функционального назначения сухих смесей.

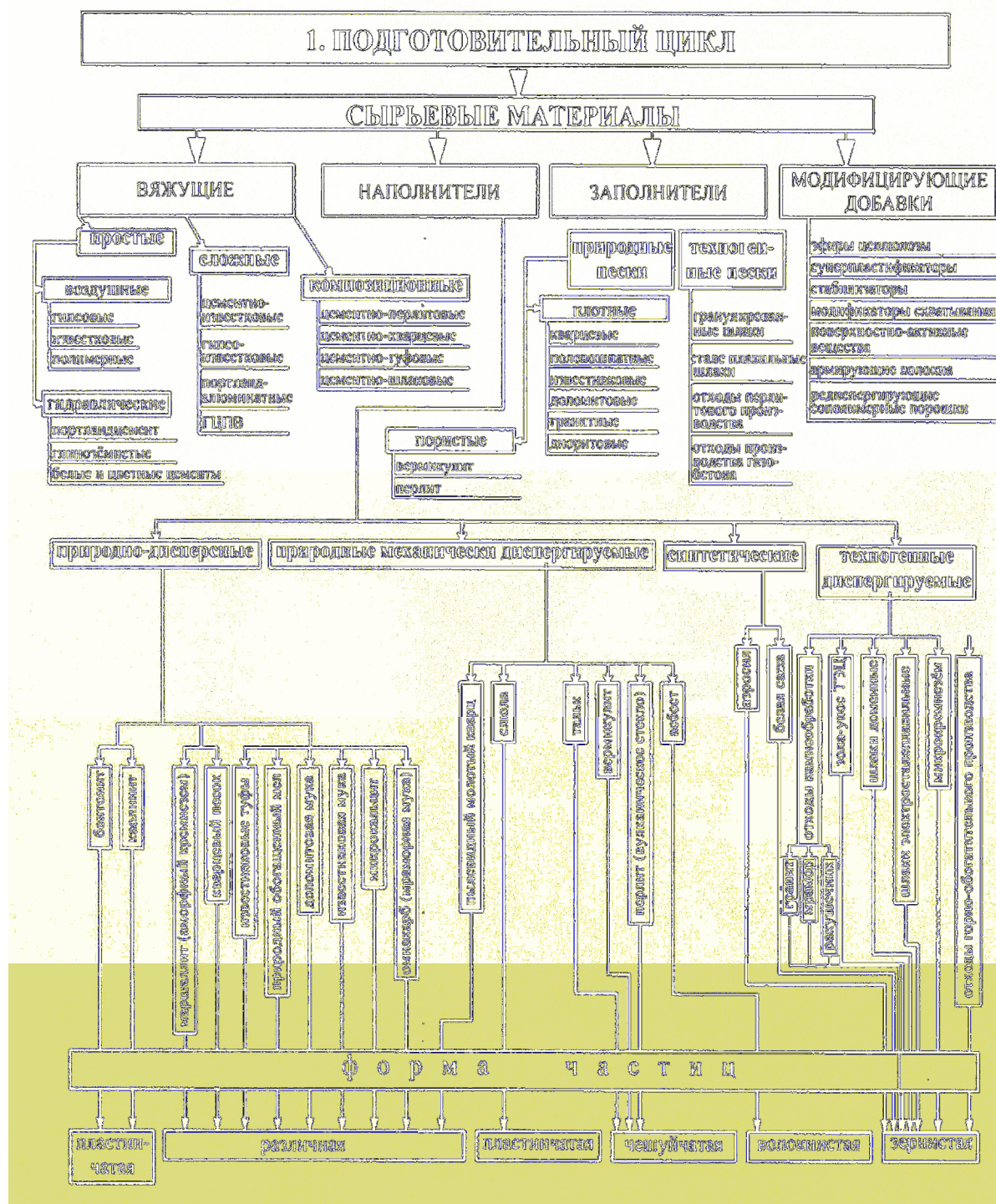


Рис. 4. Подготовительный цикл производства сухих строительных смесей

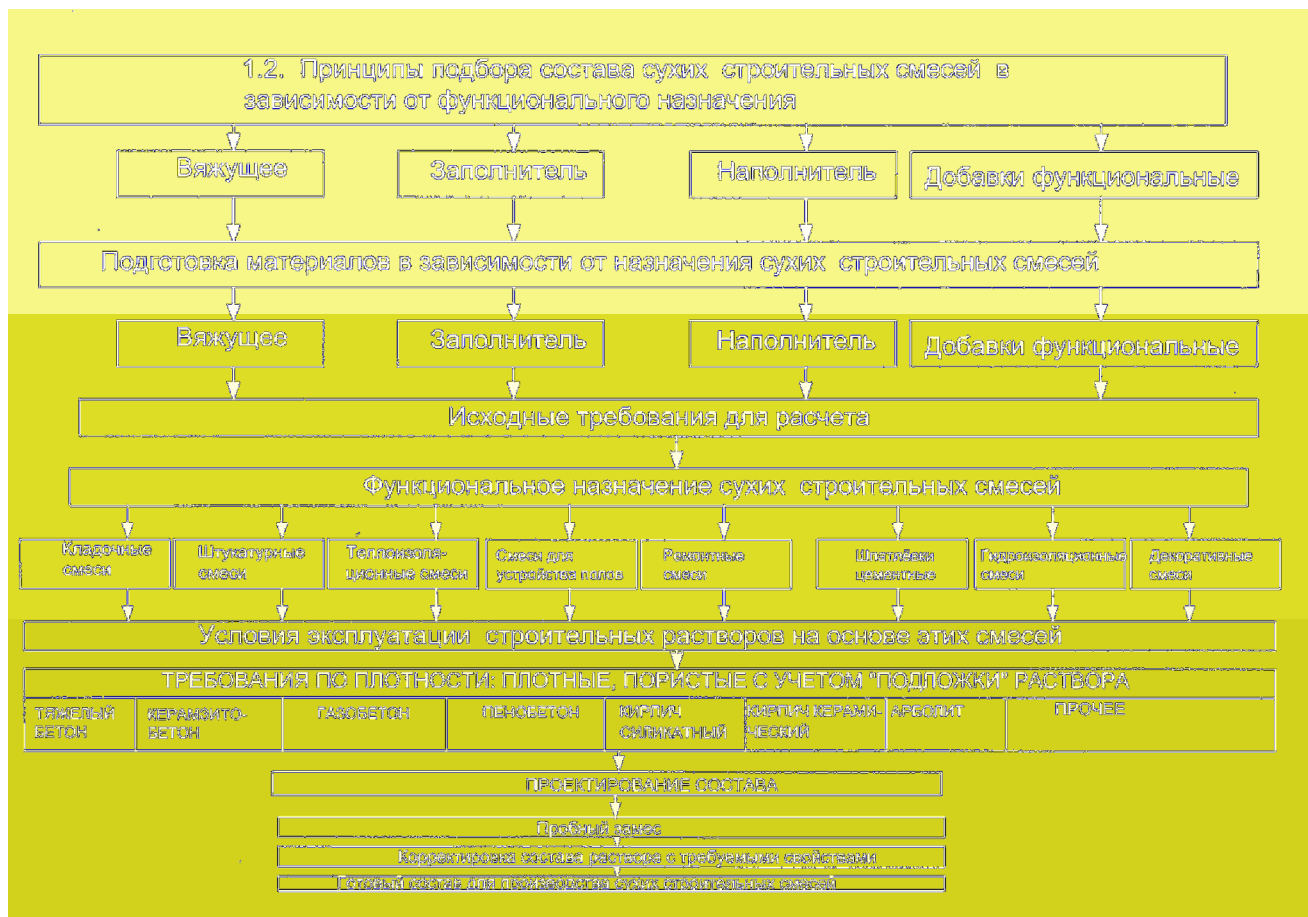


Рис. 5. Принципы подбора составов сухих строительных смесей



Рис. 6. Производственный цикл приготовления сухих строительных смесей

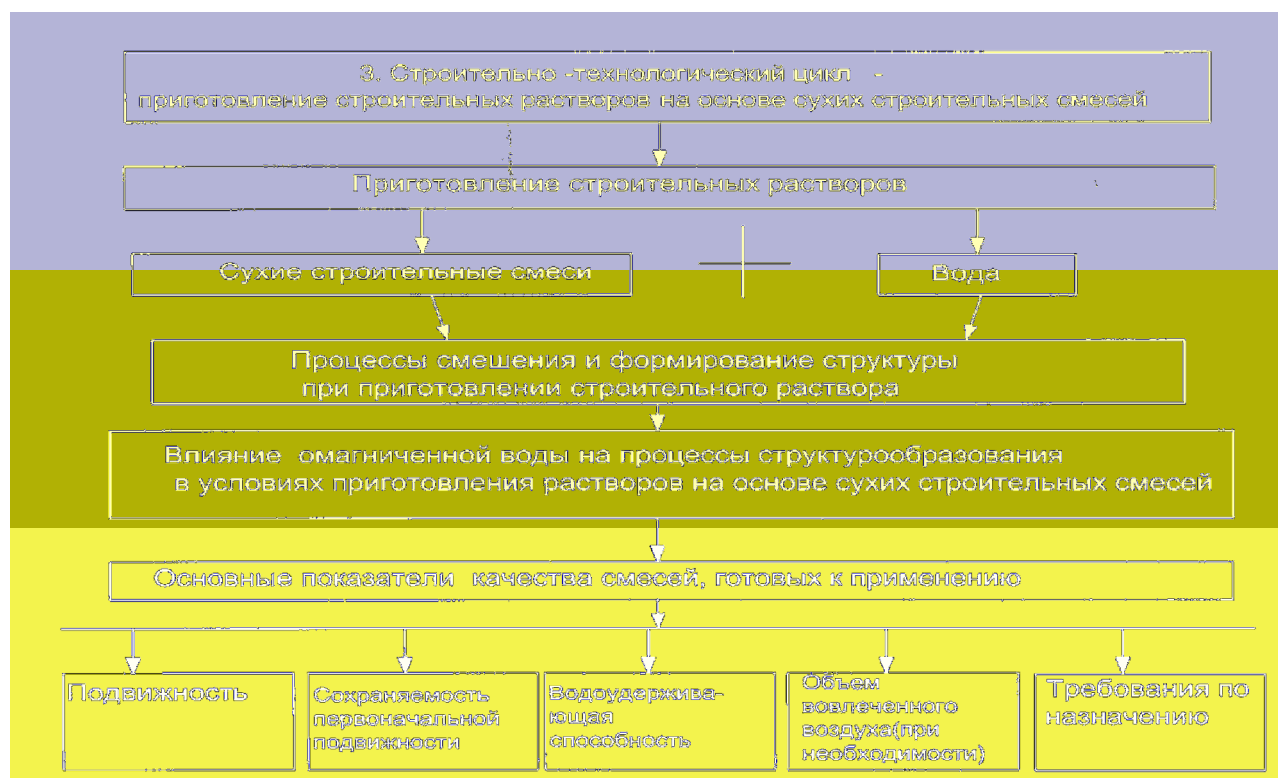


Рис. 7. Строительно-технологический цикл – приготовление строительных растворов на основе сухих строительных смесей

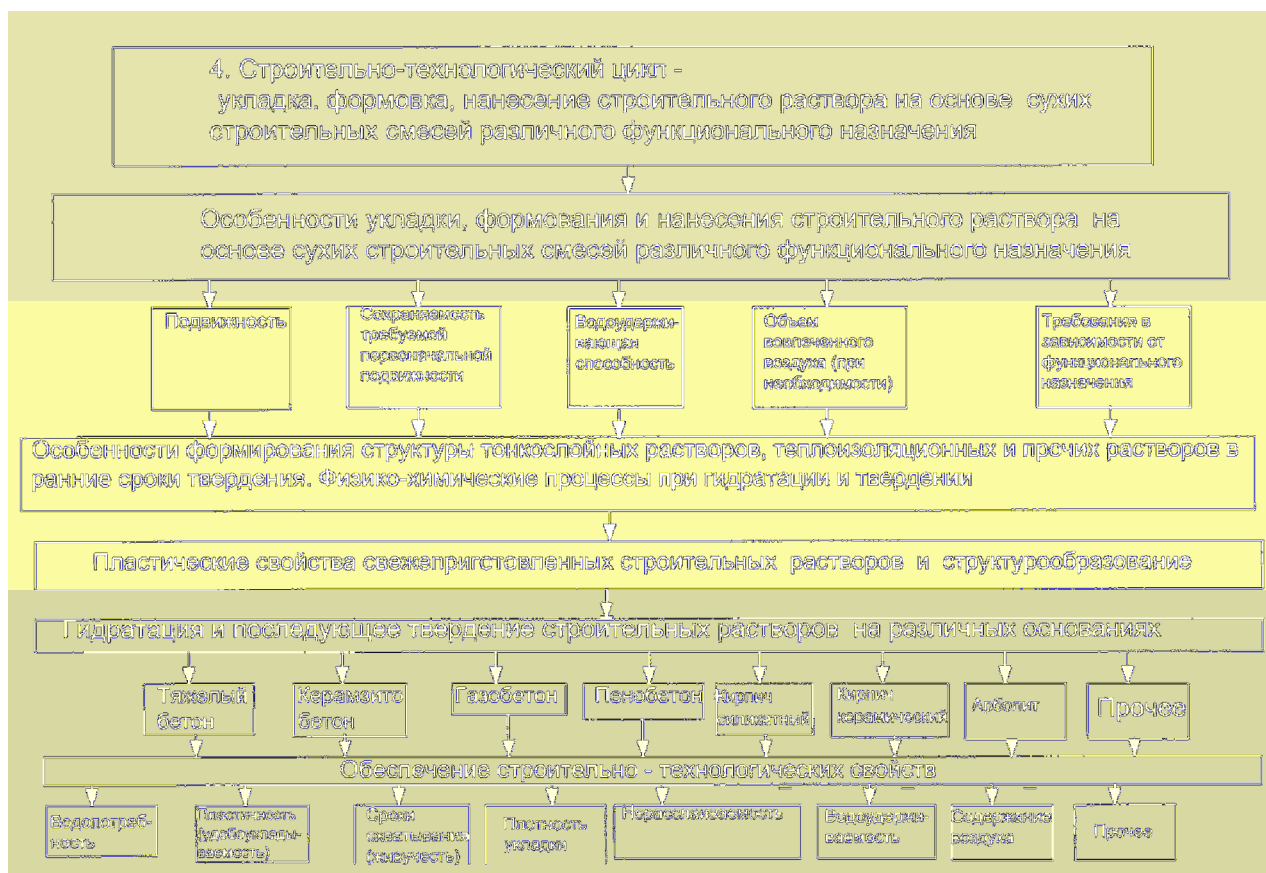


Рис. 8. Строительно-технологический цикл - укладка, формовка строительного раствора

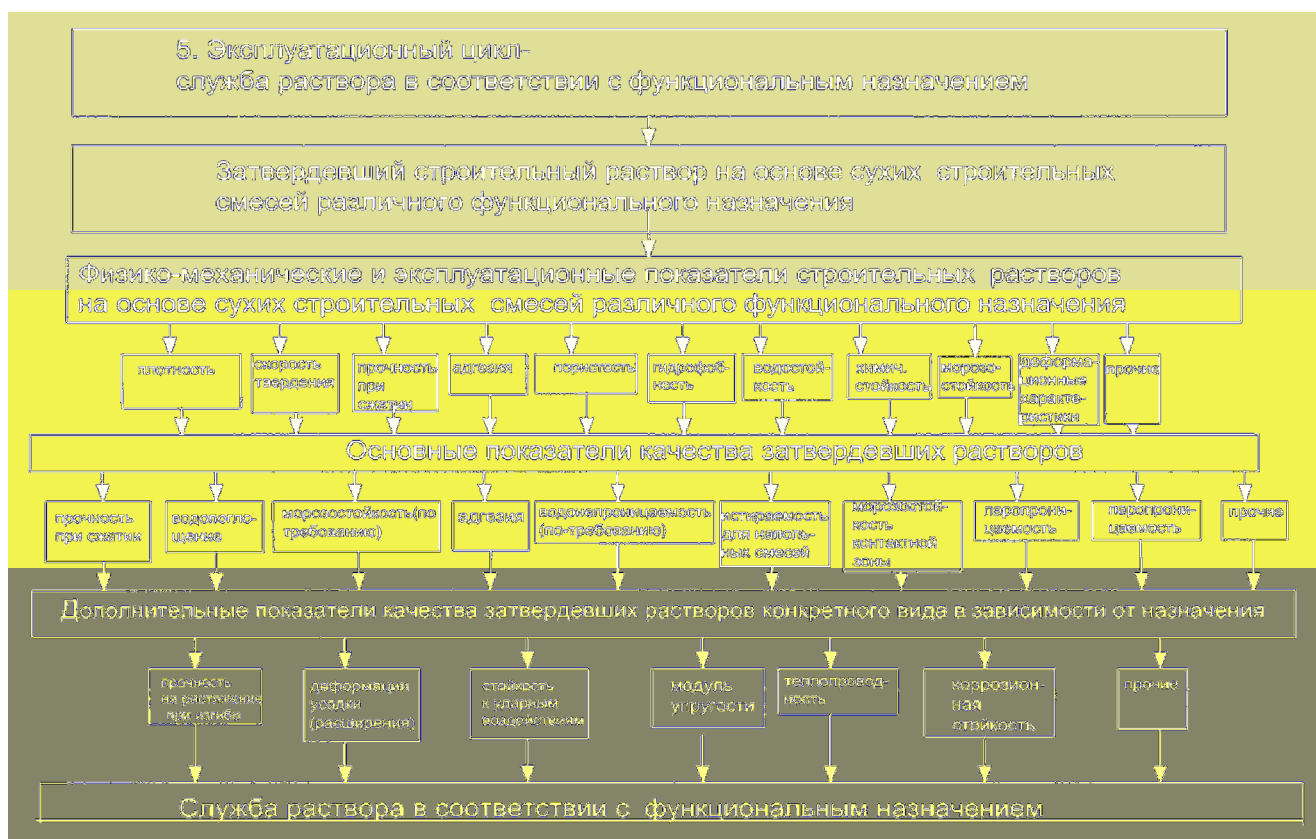


Рис. 9. Эксплуатационный цикл – служба раствора в соответствии с функциональным назначением

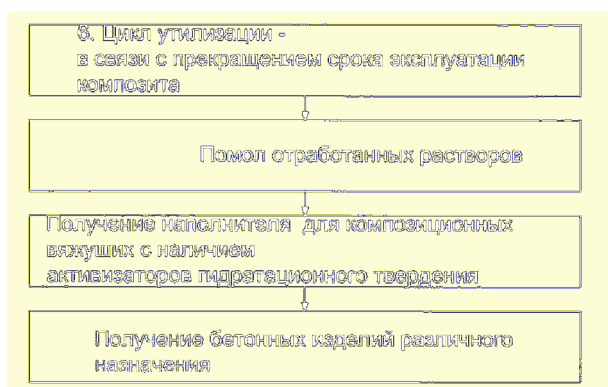


Рис. 10. Цикл утилизации – в связи с прекращением срока эксплуатации

Принципы подбора составов ССС в зависимости от функционального назначения для всех видов сухих смесей едины (рис.5), но учитывая различное функциональное назначение каждой сухой смеси: кладочные смеси, штукатурные, теплоизоляционные, для устройства полов, ремонтные и т.д., требования к ним по технологическим, физико-механическим и эксплуатационным свойствам различны. Необходимо учитывать условия эксплуатации строительных растворов на основе сухих смесей, изменяющиеся факторы окружающей среды, знакопеременные температурные нагрузки, инсоляция, дождь, ветер и т.д. При подборе составов ССС различных видов для определенного матричного основания необходимо знать исходный материал и

свойства этих оснований и с учетом этих знаний создать композит, который бы обеспечил сродство структур основного материала и создаваемого композита. Последующее проектирование составов заключается в подборе соотношений минеральных и органических ингредиентов смеси, пробные замесы, корректировка составов с достижением требуемых технологических, физико-механических и эксплуатационных показателей.

Производственный цикл приготовления ССС различного назначения (рис. 6) включает все традиционные передель, сырьевые материалы должны строго соответствовать требованиям технологического регламента, важно строгое дозирование сырьевых компонентов. Особого внимания требует последовательность ввода минеральных и органических сырьевых ингредиентов, установлено, что первичный контакт сырьевых компонентов существенно влияет на формирование структуры конечного композита. Специфика приготовления ССС позволяет широко применять композиционные вяжущие с требуемыми наполнителями, определяемыми целевым назначением смеси и назначаемыми с учетом сродства структур материалов, что обеспечивает высокую технико-экономическую эффективность. Для приготовления композиционных вяжущих с высокими техническими показателями необходим обоснованный выбор эффективного помольного агрегата.

Одним из важнейших технологических пределов является смещение сырьевых компонентов ССС. Выбор смесительного аппарата и параметров смещения в зависимости от функционального назначения сухих смесей определяет конечные свойства конечного композита. Следует учитывать, что применяемый тип смесителей (быстроходные и тихоходные) позволяет получать различные типы структур: плотные и пористые. В случае получения пористых структур недопустимо дополнительное измельчение пористого заполнителя.

Контроль качества ССС проводится в строгом соответствии с технологическим регламентом в зависимости от функционального назначения сухой смеси. На этом производственный цикл приготовления ССС заканчивается.

Строительно-технологический цикл – приготовление строительных растворов на основе ССС целесообразно разделить на два самостоятельных предела (рис.7). Первый этап включает приготовление строительных растворов в условиях строительной площадки. При приготовлении строительных растворов на основе ССС важен правильный выбор смесительного аппарата, так как вид смесителя во многом определяет требуемые технологические показатели качества растворной смеси. В смесительных аппаратах возникают, развиваются, а иногда полностью завершаются основные процессы структурообразования вяжущей части, в частности микрослоев. Многократные соударения сухих компонентов, трения друг о друга приводят к частичному разрыву химических связей, отклонению активных центров на поверхностях контактирующих частиц и способствуют повышенному реакционному взаимодействию с окружающей средой. При перемешивании составляющих ССС в присутствии воды с наполнителей и заполнителей удаляются тончайшие пленки загрязняющих примесей, их поверхности очищаются. Создаются предпосылки для улучшения условий в контактной зоне. В цементных зернах вследствие очистки от гидратных образований, разрушения слипшихся частиц из-за повышенной гидрофильности алюминатных минералов обеспечивается энергичная миграция воды в дефектные зоны. Начавшаяся гидратация вызывает химическое диспергирование полиминеральных цементных зерен. Цементное тесто начинает обогащаться частицами коллоидных растворов. Дальнейший процесс сопровождается созданием благоприятных условий для образования однородной коагуляционной структуры.

Приготовление строительных растворов должно осуществляться в эффективных смеси-

тельных аппаратах, обеспечивающих оптимальные условия протекания физико-химических процессов, для получения растворных смесей с требуемыми показателями с возможной экономией сырьевых, энергетических и других видов затрат.

Эффективность процесса приготовления ССС значительно повышается при использовании специальных технологических приемов, в частности, при использовании воды затворения, прошедшей ультразвуковую или магнитную обработку.

Приготовленные строительные растворы различного назначения должны строго соответствовать требованиям по всем технологическим показателям качества и в соответствии с их функциональным назначением.

Второй этап строительно-технологического цикла включает укладку, формовку, нанесение строительного раствора на основе ССС различного функционального назначения на разные основания в соответствии с составами, разработанными с учетом закона сродства структур (рис.8). Особенности укладки и нанесения строительного раствора различного функционального назначения приведены в соответствующих рекомендациях. Формирование структуры тонкослойных растворов и физико-химические процессы гидратации имеют общие принципы, но каждая растворная смесь имеет свою специфику, определенную их назначением и условиями нанесения на различные матричные основания. Каждый строительный раствор различного функционального назначения должен удовлетворять нормативным требованиям по строительно-технологическим свойствам в соответствии с техническими условиями.

Эксплуатационный цикл предусматривает обеспечение затвердевшим раствором различного функционального назначения требуемых физико-механических и эксплуатационных показателей в соответствии с их техническими условиями (рис. 9). В зависимости от назначения к затвердевшим растворам на основе ССС могут предъявляться основные и дополнительные требования, обеспечивающие их функциональные показатели и требуемую долговечность.

В соответствии с современными требованиями по утилизации отработанных материалов в связи с прекращением срока эксплуатации композита предусмотрен цикл утилизации (рис.10). Строительные растворы, отработавшие свой срок, целесообразно подвергать помолу для получения композиционных вяжущих, имеющих в своем составе активизаторы гидратационного твердения. Композиционные вяжущие возмож-

но использовать для получения бетонных изделий различного назначения.

Все перечисленные стадии последовательно взаимосвязаны, оказывая значительное влияние на последующие стадии и определяя качество и долговечность полученного строительного раствора. Этот факт требует создания системно-структурного подхода к созданию и анализу композиционного материала с изучением сухих строительных смесей в трех состояниях:

Таким образом, при изучении следует рассматривать три самостоятельных подсистемы, к которым должны предъявляться соответствующие параметры качества. Для каждой подсистемы необходимо выделить фактор, определяющий эти параметры. Так, для подсистемы «сухой порошок» важным является насыпная плотность, которая определяется зерновым и вещественным составом ССС. Особое значение для этой подсистемы является влажность, которая определяет сроки хранения продукции. Для подсистемы «смесь, готовая к применению» важными технологическими параметрами являются подвижность, сохраняемость первоначальной подвижности, водоудерживающая способность, показатели адгезии к основанию на этапе нанесения раствора, эластичность, трещиностойкость, кстати, эти показатели отсутствуют в ГОСТ 31357-2007, а для некоторых свойств вообще нет оценочных критериев.

Для подсистемы «затвердевший раствор» основными показателями качества являются показатели функционального назначения. Например, для плотных кладочных растворов к первичным показателям следует отнести прочность при сжатии, морозостойкость и морозостойкость контактной зоны, прочность сцепления с основанием. Для теплоизоляционных смесей важным показателями являются плотность, которая определяет теплопроводность, паропроницаемость, адгезия к основанию.

3. Основные положения учета типоморфизма исходных сырьевых материалов, разработанные научной школой под руководством В.С. Лесовика [18,30], показывают, что каждое сырье характеризуется определенными типоморфными признаками слагающих его минералов. Таким образом, при выборе сырья необходимо учитывать технологический полиморфизм, т.е. типоморфные особенности минералов являются не только индикаторами генетического прошлого, но и технологического будущего. Учет полиморфизма позволяет использовать скрытый потенциал природных и техногенных источников сырья [18–32].

4. Установление закона сродства структур в системе позволит создать строительные рас-

творы на основе ССС с требуемыми прогнозируемыми физико-механическими и эксплуатационными свойствами высокой долговечности [16–34].

5. Учет законов функционирования подсистем на разных этапах жизненного цикла. Для ССС важным этапом функционирования является технологический этап. При анализе подсистемы «смесь, готовая к применению» необходимо определить свойства системы, процедуру их оценки с целью определения управляющих воздействий и границ управления. К свойствам системы следует отнести физико-механические параметры: реологические (подвижность, легкость нанесения), адгезия к основанию при нанесении, водоудерживающая способность, сохраняемость первоначальной подвижности. К управляющим воздействиям следует отнести вид и количество вводимых модифицирующих добавок, зерновой состав и количество заполнителя и наполнителя, вид и количество вяжущего. Системно-структурный анализ ССС на этапах жизненного цикла приводится в нижеследующем разделе.

6. Каждый уровень иерархии структуры композита имеет собственную группу параметров состояния, взаимосвязанных между собой, а изменения в системе описываются совокупностью всех групп. ССС относят к зернисто-дисперсным системам, в которых крупные частицы заполнителя характеризуются размерами до 5 мм, а частицы вяжущего и наполнителя – имеют средний статистический размер 10–50 мкм. Для придания заданных технологических и функциональных свойств в ССС добавляют от трех до 15 видов органических добавок. При этом каждый компонент смеси выполняет свою целевую функцию.

7. При разработке иерархических системно-структурных уровней композита на нано-, микро- и макроуровне по аналогии с полиструктурной теорией Соломатова В.И. [8, 14], которые относятся к друг другу как «система в системе» следует учитывать особенности зернисто-дисперсных систем. Это позволит детально структурировать связи, придать им ориентированность и функциональную классификацию, выраженность взаимодействий – энергетических или субстанционных (вещественных).

Известно, что взаимосвязь между нано-, микро- и макроуровнями структуры определяет физико-механические показатели композита. Для ССС в существующей нормативной документации нет критериев оценки и методик определения некоторых показателей качества, что требует их дальнейшей разработки.

Выводы. Реализация принципов создания ССС обеспечит высокое гарантированное качество продукции, ее экологическую безопасность, эффективное использование сырья, экономии энергии, возможность применения новых высокодисперсных добавок - наполнителей, улучшающих структуру материала и экономящих самый экономически- и энергоемкий компонент строительных смесей - вяжущее при обеспечении высокого качества эксплуатационных свойств.

**Работа выполнена в рамках договора РФФИ №14-41-08002 «Теоретические основы проектирования и создания интеллектуальных композитов заданными свойствами» и з/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. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. М.: Стройиздат, 1981. 464с.
2. Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. Развитие теории формирования структуры и свойств бетона с техногенными отходами // Известия Вузов. Строительство. 1996. №7. С. 55–58.
3. Мчедлов-Петросян, О.П. Химия неорганических строительных материалов. М.: Стройиздат, 1988. 304 с.
4. Прошин А.П., Данилов А.М., Гарькина И.А., Королев Е.В., Смирнов В.А. Синтез строительных материалов со специальными свойствами на основе системного подхода // Известия вузов. Строительство. 2003. №7. С. 43–47.
5. Рахимбаев Ш.М., Кафтаева М.В., Малыхина В.С., Пинаев В.А. Модифицированный мелкозернистый бетон для изготовления изделий по интенсивным технологиям // Труды НГАСУ, 2002. №2. С. 108–112.
6. Рыбьев И.А. О применении теории искусственных конгломератов в бетоноведении // Известия Вузов. Строительство и архитектура. 1987. №11. С. 54–61.
7. Сватовская Л.Б., Герин Д.В., Шангин В.Ю., Чернаков В.А. Современная фундаментальная наука в решении отдельных проблем новых технологий в строительстве // Современные строительные смеси и новые технологии в строительстве. 2002. №1. С. 4–5.
8. Соломатов В.И. Выровой В.Н., Бобрышей А.Н. Полиструктурная теория композиционных материалов. Ташкент: ФАН, 1991. 343с.
9. Чернышев Е.М., Дьяченко Е.И., Макеев А.И. Неоднородность строения как фундаментальная материаловедческая характеристика строительных композитов // Вестник отделения строительных наук. М.: 1998. Вып.2. С. 390–402.
10. Лесовик В.С., Евтушенко Е.И. Проблемы структурных изменений в строительном материаловедении // Известия вузов. Строительство. 2000. №10. С. 34–40.
11. Ребиндер, П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Т.2. Физико-химическая механика. М.: Наука, 1979. 381 с.
12. Будников П.П., Гистлинг А.М. Реакции и в смесях твердых веществ. М.: Стройиздат, 1971. 488 с.
13. Мчедлов-Петросян, О.П. Управляемое структурообразование как результат использования основных положений физико-химической механики // Управляемое структурообразование в производстве строительных материалов. Киев: Будівельник, 1968. С. 3–5.
14. Соломатов В.И. Развитие полиструктурной теории композиционных строительных материалов // Известия Вузов. Строительство и архитектура, 1985. №8. С. 58–64.
15. Рыбьев И.А. Основные показатели прогрессивных технологий в строительном материаловедении // Физико-химические проблемы материаловедения и новые технологии. Тез докл. Всесоюзной конференции. Белгород, 1991. Ч.10. С. 4–5.
16. Zagorodnuk L.H., Lesovik V.S., Shkarina 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 24 (11): 1496–1502, 2013, ISSN 1818-4952 IOS Publications, 2013, DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.24.11. 7015.
17. Лесовик В.С., Чулкова И.Л. Управление структурообразованием строительных композитов: монография. Омск, СибАДИ, 2011. 462 с.
18. Лесовик В.С. Техногенный метасоматоз в строительном материаловедении // Международный сборник научных трудов Строительные материалы-4С. Новосибирск. 2015. С. 26–30
19. Lesovik V.S. Geonics. Subject and objectives. Belgorod: BSTU, 2012. 100 с.
20. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чулкова И.Л. Закон сродства структур в материаловедении // Фундаментальные исследования. 2014. № 3. Ч. 2. С. 267–271.
21. 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.

22. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Шамшуrow 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.

23. 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.

24. 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.

25. Lesovik V.S., Zagorodnuk 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):948–953.

26. 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: 816–819.

27. 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: 1100–1105.

28. 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.

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

30. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород: Научное издание. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. 526 с.

31. Lesovik V.S., Zagorodnuk L. H., 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 24 (11): 1496-1502, 2013, ISSN 1818-4952 IDOSI Publications, 2013, DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.24.11.7015.

32. 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, июль. С. 1–4.

33. 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.

34. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Шамшуrow 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. 4–9.

Zagorodnuk L.H., Lesovik V.S., Glagolev E.S., Volodchenko A.A., Voronov V.V., Kucherov A.S. TEORETICHESKIE OSNOVY SOZDANIYA SUHIIH BUILDING MIXES

The article presents the theoretical basis for the creation of dry building mixes with the system approach. Systematic approach implements the idea of a complex object in a hierarchical system of interconnected models to fix the integrity of the object's properties, its structure and dynamics. We propose the following principles for the creation of composites: the establishment of a communication system with the environment, which, in fact, determined the future functionality of the composite; selection subsystem lifecycle from creation of raw materials to the "destruction of the system"; Accounting typomorphism source of raw materials; STATUTORY affinity structures in the system; accounting subsystems functioning laws at different stages of the life cycle; the development of the hierarchical system-structural composite levels; expression of the relationship between macro, micro and nanoscale composite through the physical and mechanical properties. Implementation of principles of dry construction mixtures provide high quality guaranteed products, their ecological safety, efficient use of raw materials, energy savings and the application of new highly additives - fillers that improve the structure of the material and saving the most energy-intensive components of ekonomicheskii- and construction mortars - binder while maintaining a high quality performance properties.

Key words: *theoretical foundations, dry mixes, principles of selection of the composition, features of the system, the cycles: production, technology, life.*

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, 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

Глаголев Евгений Сергеевич, 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.

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.

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.

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

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

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

Ядыкина В.В., д-р техн. наук, проф.,
Наволокина С.Н., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ХОЛОДНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ*

navsvetlana685@rambler.ru

Несмотря на применение современных материалов и технологий для ремонта асфальтобетонных покрытий дорог, проблема устранения появляющихся на них дефектов продолжает оставаться актуальной. В современных экономических условиях наиболее перспективными и экономически выгодными являются технологии, позволяющие производить ремонт в течение года с использованием холодной асфальтобетонной смеси. Важной задачей в настоящее время является обеспечение возможности круглогодичного проведения работ по строительству и ремонту дорожных асфальтобетонных покрытий и повышение их долговечности. В связи с этим, актуально изучение эффективности влияния добавок на свойства холодных асфальтобетонов.

Ключевые слова: холодные асфальтобетонные смеси, добавки, слеживаемость, прочность.

Научно-технический прогресс постоянно диктует необходимость улучшения свойств материалов, используемых в дорожном строительстве. Холодные асфальтобетонные смеси не являются исключением. Одним из путей улучшения качества холодных асфальтобетонных смесей является повышение уплотняемости и сокращение сроков формирования их структуры за счет использования в их составе различных добавок [1–4]. Независимо от способа приготовления и производителя холодных асфальтобетонных смесей, они должны быть удобоукладываемы, т. е. не комковаться и не слеживаться, оставаться длительное время рыхлыми и обладать надлежащей подвижностью [5–8]. Особенностью холодного асфальта является то, что он может находиться в рыхлом состоянии длительное время в зависимости от условий и температуры хранения, а также состава смеси [9].

В настоящее время на рынке дорожных материалов существует большое количество производителей различных добавок для холодных асфальтобетонных смесей, улучшающих их свойства. Актуальным является рассмотрение некоторых добавок, влияющих на их свойства, в сравнении.

Рынок предлагает дорожникам как множество различных добавок для холодного асфальтобетона, так и уже готовых холодных смесей. Из добавок можно отметить такие, как АЗОЛ, БИЭМ-ФК, КАДЭМ-ВТ, Карбоксипав, Асфакол, Асфакол-К, Staroil SS, Perma-Patch и другие. Готовые холодные асфальтобетонные смеси представлены такими наименованиями, как Мультигрейд-А, Макспэтч Асфальт, Asphacold, Асфалайт и другие [10–16].

Производители добавок гарантируют улучшение свойств холодных асфальтобетонных смесей, уменьшение слеживаемости, увеличение подвижности смесей. Поставщики готовых холодных смесей, в свою очередь, рекламируют

свою продукцию.

Целью данной работы является оценка эффективности влияния добавок на свойства холодных асфальтобетонов на примере двух добавок и одной готовой смеси.

В лабораторных условиях были приготовлены холодные асфальтобетонные смеси с добавками АЗОЛ 8030 и Асфакол. Для приготовления холодных смесей типа Б_х II марки использовался щебень гранитный фр. 5–10 мм Кременчугского карьероуправления «Кварц», отвечающий требованиям ГОСТ 8267-93, песок из отсеков дробления гранитный фр. 0–5 мм ОАО «Павловск Неруд», соответствующий ГОСТ 31424-2010. В качестве вяжущего был использован битум нефтяной дорожный БНД 60/90 Московского НПЗ, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 22245-90, разжижитель АЗОЛ 8030 (производства ОАО «Котласский химический завод»), добавка для холодных асфальтобетонных смесей «АСФАКОЛ» (производства ООО «Селена» г. Шебекино), готовая холодная асфальтобетонная смесь «Мультигрейд-А» (производства США).

Физико-механические свойства добавок представлены в табл. 1.

Из вышеуказанных материалов были приготовлены смеси следующих составов:

- щебень гранитный фр. 5–10 мм гранит ККУ «Кварц» – 75,80 %;
- песок из отсеков дробления фр. 0–5 мм ОАО «Павловск Неруд» – 19,00 %;
- модифицированное вяжущее – 5,2 % (битум БНД 60/90 – 70 %, добавка АСФАКОЛ или АЗОЛ 8030 – 30 %).

Также использовалась готовая смесь Мультигрейд-А типа Б_х II марки. Мультигрейд-А представляет собой высокощебенистую асфальтобетонную смесь открытого типа, приготовленную на гелеобразном модифицированном вяжущем Мультигрейд [4–6]. Гелеобразное вя-

жущее Мультигрейд готовится путем химической модификации вязкого дорожного битума при использовании специальной добавки Мультигрейд, которая «загущает» консистенцию битума и превращает его в гель. Такое вяжущее формирует пленку увеличенной толщины, не стекающую с зерен щебня даже при температурах 150 °С. Толстая пленка обеспечивает проч-

ную связь между зернами каменного материала, стойкость смеси к избытку влаги, окислению и старению вяжущего. По данным [4] вяжущее в смеси Мультигрейд-А должно оставаться пластичным при низких зимних температурах, обладая при этом повышенной упругостью при высоких летних температурах.

Таблица 1

Физико-механические свойства добавок

Наименование показателя	АСФАКОЛ	АЗОЛ 8030
Состав	Смесь высококипящих фракций растворителей, адгезионной присадки и полимеров	Смесь высококипящих фракций керосина, дизельного топлива и адгезионной присадки
Внешний вид при 20 °С	Гелеобразная масса от желтого до коричневого цвета	Жидкая масса темно-коричневого цвета
Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже	110	91
Сцепление разжиженного добавкой битума с поверхностью щебня, балл	4-5	4-5

Гарантийный срок хранения смеси, по данным поставщика, составляет 2 года. Используемая для испытаний смесь хранилась в герметичной упаковке производителя в течение 8 месяцев.

Изготовление и испытания асфальтобетонных образцов проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ 12801-98 по следующим показателям: средняя плотность, водонасыщение,

предел прочности при сжатии сухих и водонасыщенных образцов, предел прочности при сжатии после длительного водонасыщения, слеживаемость. Необходимо отметить очень резкий запах добавки АЗОЛ при изготовлении образцов.

Из рис. 1 очевидна большая подвижность смеси с добавкой АЗОЛ 8030, нежели готовой смеси Мультигрейд-А.



Рис. 1. Холодные асфальтобетонные смеси

Основным недостатком любого типа асфальтобетонной смеси является зависимость его свойств от температуры. Испытания холодных асфальтобетонных смесей проводятся до и после прогрева. Данные смеси содержат разжижитель, который со временем может испаряться. Таким образом, испытание смеси после прогрева ускоряет испарение разжижителя и показывает изменение свойств смеси в реальных условиях.

Установлено, что средняя плотность образцов с добавками Асфакол и АЗОЛ 8030 до и после прогрева составила 2,34 г/см³, готовой смеси Мультигрейд-А – 2,30 г/см³.

Полученные результаты по показателю водонасыщения представлены на рис. 2, по показателю прочности – на рис. 3–5.

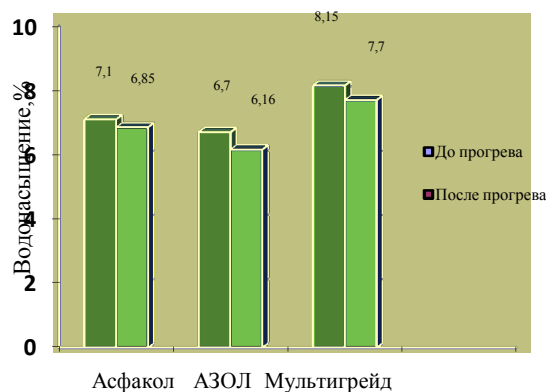


Рис. 2. Показатели водонасыщения холодных асфальтобетонных смесей

Сравнивая результаты испытаний образцов, можно отметить, что холодные асфальтобетонные смеси Мультигрейд-А имеют высокое, в сравнении с другими смесями, водонасыщение и более низкую среднюю плотность. Так, водонасыщение образцов готовой смеси Мультигрейд-А до прогрева на 12,9 % выше, чем у смеси с добавкой Асфакол и на 17,8 % выше, чем с добавкой АЗОЛ 8030. Данный показатель после прогрева готовой смеси выше, чем у смесей с добавками Асфакол и АЗОЛ 8030 на 11,0 % и 20,0 % соответственно. Согласно ГОСТ 9128-2013 водонасыщение асфальтобетона из холодных смесей должно быть от 5 до 9 % по объему. Из графика видно, что все образцы по данному показателю соответствуют требованиям ГОСТ 9128-2013.

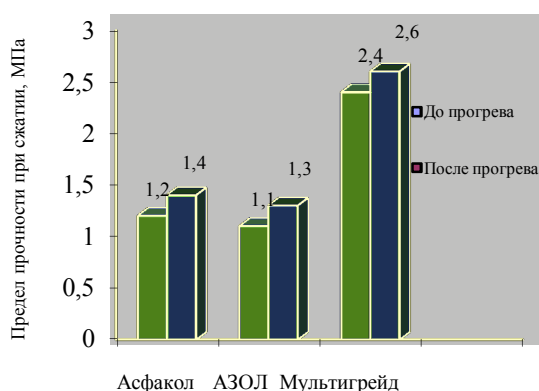


Рис. 3. Показатели предела прочности при сжатии сухих образцов

Асфальтобетон из готовой смеси Мультигрейд-А имеет очень высокие показатели прочности. Предел прочности при сжатии этих образцов до прогрева на 50,0 % выше, чем у образцов из смеси с добавкой Асфакол и на 54,2 % выше, чем с добавкой АЗОЛ 8030, после прогрева выше на 46,1 % и на 50,0 % соответственно.

ственно.

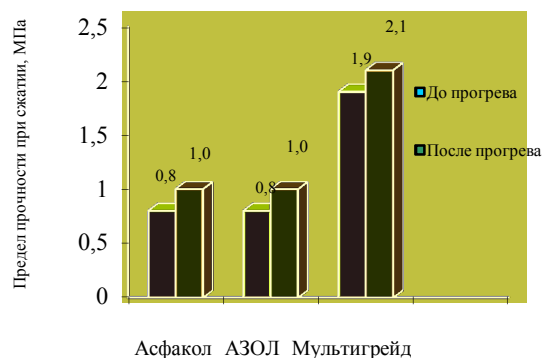


Рис. 4. Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов

Из рис. 4 следует, что предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов из смеси Мультигрейд-А остается по-прежнему значительно более высоким, чем у смесей с добавками Асфакол и АЗОЛ 8030, однако прочность образцов из готовой смеси после длительного водонасыщения резко падает и становится сравнимой с показателями прочности для образцов с добавками Асфакол и АЗОЛ 8030 (рис. 5), т.е. закономерно предположить, что водостойкость асфальтобетона из смеси Мультигрейд-А будет значительно ниже, чем с исследуемыми добавками.

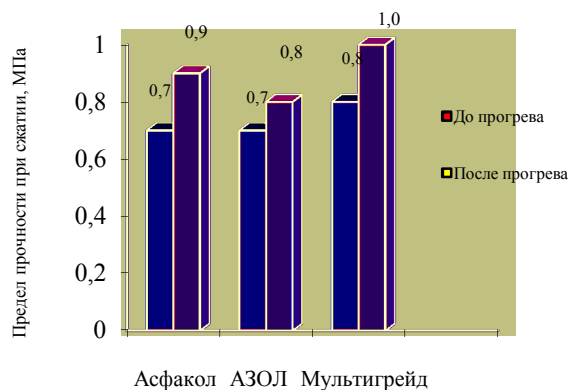


Рис. 5. Предел прочности при сжатии образцов после длительного водонасыщения

Показатели водостойкости и длительной водостойкости образцов из исследуемых смесей представлены в табл. 2.

Как и следовало ожидать, водостойкость смеси Мультигрейд-А до и после прогрева несколько выше, чем с двумя другими добавками, однако водостойкость при длительном водонасыщении указанной смеси резко уменьшилась по сравнению со смесями с добавками Асфакол и АЗОЛ 8030, что может привести к низкой долговечности покрытия или ремонтируемого участка из этого материала.

Таблица 2

Показатели водостойкости холодных асфальтобетонных смесей

Наименование показателя	АСФАКОЛ	АЗОЛ 8030	Мультигрейд-А
Водостойкость до прогрева	0,67	0,73	0,79
после прогрева	0,71	0,77	0,81
Водостойкость при длительном водонасыщении до прогрева	0,58	0,64	0,33
после прогрева	0,64	0,62	0,38

Особое внимание следует уделить показателю слеживаемости. Под слеживаемостью холодных асфальтобетонных смесей понимается их способность к самопроизвольному образованию сравнительно прочных связей между частицами в процессе хранения или транспортирования. Сущность метода определения данного показателя заключается в оценке способности холодной смеси не слеживаться при хранении в штабеле. Этот показатель определяется количеством ударов, необходимых для полного разрушения образца конусом.

Для холодного асфальта очень важна способность длительное время находиться в рыхлом состоянии, обладать подвижностью. Рассмотрев результаты испытаний по показателю слеживаемости, можно отметить, что данный показатель смесей с добавками Асфакол и АЗОЛ 8030 составляет 0 ударов, а готовая смесь Мультигрейд-А имеет слеживаемость, равную 12 ударам, что не соответствует требованиям ГОСТ 9128-2013.

Таким образом, добавки АЗОЛ 8030 и Асфакол одинаково эффективны для применения в производстве холодных асфальтобетонных смесей, так как физико-механические показатели образцов из этих смесей удовлетворяют требованиям ГОСТ, а сами смеси не склонны к слеживаемости.

Образцы, заформованные из готовой смеси Мультигрейд-А, несмотря на высокие показатели прочности, имеют большее водонасыщение, чем образцы асфальтобетона с другими исследуемыми добавками и очень низкую водостойкость при длительном водонасыщении. Помимо этого, смесь имеет высокую слеживаемость, не удовлетворяющую требованиям ГОСТ 9128-2013.

**Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Белгородской области в рамках научного проекта № НК 14-41-08027/14 (р_офи_м) и Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012...2016 годы.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Игошкина А. Ю. Складированные органо-минеральные смеси для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий // Архитектура и строительство. 2007. С. 15–20.
2. Высоцкая М.А., Чевтаева Е. В., Ширяев А. О. Холодные технологии дорожно-ремонтных работ // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. 2015. №6. С. 30–34.
3. Боровик В. С., Седова А. С. Организационные аспекты внедрения холодного асфальтобетона на предприятиях ОГУП «Волгоградавтодор» // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2009. №13. С. 78-84.
4. Поздняков В.Р. Опыт применения холодных смесей Мультигрейд для текущего и аварийного ямочного ремонта // Дорожная техника-2006: каталог-справ. –М., 2006. –270 с.
5. ТР 171-06. Технические рекомендации по составам и технологии ремонта дорожных одежд с применением холодных битумно-минеральных смесей (холодного асфальта). Введ. 01.06.2006. М.:ГУП «НИИМОССТРОЙ» 2006. 5 с.
6. Андронов С.Ю., Трофименко Ю.А., Кочетков А.В. Технология производства холодного композиционного щебеночно-мастичного асфальта с дисперсным битумом // Интернет-журнал «Наукоедение» Том 8, №2, 2016 [Электронный ресурс]. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/105TVN216.pdf> (дата обращения 27.05.2016).
7. Мардиросова И.В. Зависимость физико-механических показателей холодных асфальтобетонных смесей от температуры их приготовления // Дороги и мосты. 2011. С. 250–255.
8. Вавилов П.В., Кравченко С.Е. Добавки в холодные асфальтобетоны из эмульсионно-минеральных смесей // Наука и техника. 2015. №6. С. 44–48.
9. Аминов Ш.Х., Струговец Б.И. Применение холодных асфальтобетонных смесей для круглогодичного ямочного ремонта автодорог //

Строительные материалы. 2006. №11. С.60-62.

10. Сайт компании ООО «NovTecAs». Холодный асфальт – удобная укладка в любое время года [Электронный ресурс]. URL: <http://www.novtecas.ru/producty/holodnyj-asfalt> (дата обращения 20.12.2015).

11. Сайт компании ООО «ИНТЕРРА». Холодный асфальт Asphacold [Электронный ресурс]. URL: <http://www.asphacold.ru/html/produkcija/asphacold.php> (дата обращения: 20.12.2015).

12. СП 78.13330.2012. Свод правил. Автомобильные дороги. Введ. 01.07.2013г. М.: Минрегион России: Изд-во Росстандарт 2012.

13. Котласский химический завод. Непожароопасные разжижители для битумных эмуль-

сий и холодного асфальта. Азол 8030 марка С. [Электронный ресурс]. URL: <http://kchz.ru/item/azol-8030-c> (дата обращения 13.11.2015).

14. Star Asphalt S. p. A. Продукция Star Asphalt. Добавки для приготовления холодного асфальта. [Электронный ресурс]. URL: <http://starasphalt.ru/production/dobavki-dlya-proizvodstva-xolodnogo-asfalta.html> (дата обращения 13.11.2015).

15. Onfield Jean-Noël. «Холодная битумная смесь» // Route actual.2011.№196.29 С.

16. Yu Zu-jun., J. Guizhou Univ. «Холодные смеси» // Technology Nature Science Education. 2007.№5.С.89–91

Yadykina V.V., Navolokina S.N.

INFLUENCE OF ADDITIVES OVER COLD ASPHALT MIXTURE PROPERTIES

Fixing of the defects on the roads is immediate problem in spite of using advanced construction materials and technologies. Methods, which enable year-round road repair using cold asphalt mixture, are the most effective and potential. Important task is a providing possibility of the year-round road building and repairing, and lifetime improvement of the pavements. In that context, research of the additives influence over cold asphalt mixture properties is important now.

Key words: cold asphalt mixtures, additives, consolidation ability, mechanical strength.

Ядыкина Валентина Васильевна, доктор технических наук, профессор.

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

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

E-mail: vyaya@intbel.ru

Наволокина Светлана Николаевна, магистрант кафедры автомобильных и железных дорог.

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

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

E-mail: navsvetlana685@rambler.ru

Агеева М.С., канд. техн. наук, доц.,
Шаповалов С.М., канд. техн. наук, доц.,
Боцман А.Н., аспирант,
Ищенко А.В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ*

ageevams@yandex.ru

Многие отходы промышленности и городского хозяйства, представляющие большой практический интерес, остаются недостаточно востребованными по разным причинам. В этом плане популяризация возможных направлений применения отходов и достигаемого при этом эффекта имеет важное значение. Одной из основных отраслей комплексного использования сырья горнодобывающей промышленности, является отрасль строительных материалов, где данное сырье может выступать в качестве основы для создания новых высокоэффективных материалов. Прогнозирование свойств таких материалов достаточно сложная задача, решение которой может быть достигнуто за счет формирования системного подхода к определению показателей качества, а также прогнозированию и регулированию свойств материалов в зависимости от целей и задач, решаемых строителями и технологами производства.

Ключевые слова: отходы, прогнозирование свойств, эффективные материалы, сырьевая база, переработка, утилизация.

Введение. Современный уровень развития промышленного производства использует огромные минерально-сырьевые и энергетические ресурсы, из которых менее десятой части используется в качестве полезного продукта, а остальное складывается в виде отходов на полигонах, хранилищах, захоронениях [1, 2]. С ростом объемов производства растут размеры промышленных свалок, в связи с чем на каждом предприятии необходимо осуществлять контроль количества и качества отходов, соотношение их с количеством и качеством выпускаемой продукции, а также проводить совершенствование производства с целью снижения образования отходов [3]. Многие отходы промышленности и городского хозяйства, представляющие большой практический интерес, остаются недостаточно востребованными по разным причинам. В этом плане популяризация возможных направлений применения отходов и достигаемого при этом эффекта имеет важное значение [4].

Основная часть. Сырьевая база России достаточно разнообразна, при этом его распределение на всей территории, как правило, неравномерно. Так, например, сосредоточение в отдельных зонах характерно для определенных горных пород, используемых для производства строительных материалов: бокситов – для производства алюминиевых цемента; огнеупорных глин – для огнеупоров, фарфора, фаянса; чистых известняков – для портландцемента; хорошо вспучивающихся глин – для керамзитового гравия; плотных и прочных осадочных и магматических горных пород – для щебня. Относительно равномерно распределены строи-

тельные пески, легкоплавкие глины и суглинки.

Таким образом, комплексный подход к использованию природного минерального сырья сегодня отсутствует, и возможности местной сырьевой базы реализуются недостаточно [5]. В то же время в регионах с развитым промышленным потенциалом образуется огромное количество промышленных отходов, источником которых являются предприятия химии, нефтехимии, нефтепереработки, энергетики, металлургии и другие, отчисляющие значительные средства на их хранение [6]. С накоплением промышленных отходов нарушается экологическое равновесие, что фиксируется экологическими службами и проявляется в резком загрязнении окружающей среды, связанном с образованием свалок и выбросов. В связи с этим, земельным комиссиям приходится отводить участки для хранения отходов, которые с большей эффективностью могли бы быть использованы в градостроительстве или в сельском хозяйстве. Образование отходов происходит на всех стадиях движения сырья: от момента его добычи, когда оно еще является природным ресурсом, до завершения эксплуатации изготовленного из него изделия.

Резервы ресурсосбережения при комплексной переработке сырья и использовании отходов весьма значительны. Капитальные вложения, необходимые для переработки вторичного сырья, примерно в четыре раза меньше, чем при получении продукции из первичного сырья [7]. Очевидно, что следует вкладывать средства в безотходные технологические процессы, которые сберегают сырьевые и энергетические ресурсы и вместе с тем обеспечивают высокое ка-

чество продукции [8].

Из отраслей, потребляющих промышленные отходы, наиболее емкой является промышленность строительных материалов, доля сырья которой в себестоимости продукции достигает 50 % и более. Многие отходы по своему составу и свойствам близки к природному сырью. Установлено, что использование промышленных отходов позволяет покрыть до 40 % потребности строительства в сырьевых ресурсах, а также на 10–30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья. Кроме того, из промышленных отходов можно создать новые строительные материалы с высокими технико-экономическими показателями [9,10].

Вместе с тем накопленный научный и практический опыт использования отходов промышленности в России и за рубежом позволяет рассматривать их как ценное сырье для производства строительных материалов [11]. Все отходы делятся на две большие группы – минеральные и органические, при этом преимуществом обладают первые, т.к. их больше, они лучше изучены и имеют огромное значение для производства строительных материалов.

При разработке подхода к выбору экономически целесообразных направлений утилизации промышленных отходов в производстве строительных материалов учитывается следующее: максимальное использование преимуществ исходного состояния (химической активности, дисперсности и агрегатного состояния); при утилизации выбор технологии с минимальной переработкой [12,13]. При этом следует отметить, что направление утилизации выбирается и обосновывается технологами, а задачи доведения до кондиции и соблюдения правил хранения должны быть возложены на экологические и санитарные службы. Основными параметрами, характеризующими любой промышленный отход, являются: химико-минералогический состав; агрегатное состояние; объем образования. Для выбора направления использования отхода каждый его вид должен пройти несколько уровней оценки по различным критериям с учетом основных параметров [14].

Сегодня имеются глубокие теоретические исследования в области шламовых, шлаковых и зольных отходов, отходов горнодобычи и переработки, отходов древесины и т.д. Как показывает практика, из отходов или из отходов в комбинации с природным минеральным сырьем могут быть изготовлены практически все основные строительные материалы [15–17]. Разработаны и апробированы технологии получения из отходов металлургических, нефтеперерабатывающих,

нефтехимических, химических, энергетических предприятий дорогостоящих глиноземистого и расширяющегося цементов, жаростойкого бетона, высокоэффективных добавок для керамзита, керамического кирпича и других материалов [18]. Из крупнотоннажных отходов энергетики – зол и шлаков – можно производить практически все строительные материалы, изделия и конструкции, используемые при возведении жилых и промышленных зданий, сельскохозяйственных объектов, дорожных сооружений и т.п. Надо полагать, взятый ныне в России ориентир на производство строительных материалов, изделий и конструкций из отходов промышленности и местных материалов сулит весомые выгоды [19].

Сложный физико-химический состав и структура отходов ряда промышленных производств позволяют рассматривать их как реальную сырьевую базу промышленности строительных материалов, в том числе производства вяжущих веществ. Многочисленными исследованиями и практическим внедрением доказана возможность производить обычный портландцемент, шлакопортландцемент, жидкое стекло, силикатные, шлако- и золощелочные вяжущие вещества, используя шлаки черной и цветной металлургии, золы ТЭЦ, микрокремнезем, белитовые шламы и другие многотоннажные отходы промышленности.

Так, шлаки черной и цветной металлургии, бокситовые шламы, топливные золы и некоторые другие отходы промышленности содержат CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , которые лежат в основе расчета состава сырьевой смеси для получения портландцементного клинкера необходимого минералогического состава [20].

Однако в ряде случаев содержание элементов в отходах бывает недостаточно стабильным, и в нем недостает некоторых компонентов для полного обеспечения расчетного состава. В таких случаях, приняв за основу химический состав техногенного сырья, производят расчет недостающих компонентов (оксидов) и определяют количественный состав добавок и возможность обогащения сырья природными материалами или какими-либо побочными продуктами в виде корректирующей добавки [21].

Идентичная химико-минералогическая основа шлаков и клинкера портландцемента дает основание использовать их в качестве минеральной добавки и создать целую серию шлакопортландцементов, играющих существенную роль в производстве бетонных и железобетонных изделий [22].

Также, одним из известных видов вяжущих является шлакощелочное вяжущее (ШЩВ),

алюмосиликатный компонент которых может быть представлен: доменными шлаками, электротермофосфорными шлаками, шлаками цветной металлургии (шлаки от выплавки свинца, цинка, никеля, меди и т.д.), сталеплавильными шлаками (мартеновские, конверторные, ваграночные, феррохромовые), белитовыми шлаками (например, нефелиновый – отход производства глинозема; бокситовый и др.), топливными отходами (золы, шлаки и золошлаковые смеси), отходами производства минеральной ваты.

В качестве щелочного компонента могут быть использованы любые соединения щелочных металлов, способных создавать в воде щелочную среду. Такими соединениями являются едкие щелочи (натр едкий технический, гидрат оксид калия технический), несиликатные соли слабых кислот (сода кальцинированная техническая из нефелинового сырья, калий углекислый технический, натрий фтористый), силикатные соли и растворимые стекла с силикатным модулем от 0,5 до 3 (растворимый и кремнекислый силикаты натрия), отвечающие требованиям соответствующих нормативных документов [23].

Глубокие теоретические исследования и практический опыт использования автоклавной обработки силикатных изделий, ячеистых бетонов и других строительных материалов позволяют считать автоклавную технологию одним из эффективнейших методов получения бетонов и изделий различного назначения, плотности и структуры с использованием широкой номенклатуры вяжущих веществ, в том числе вяжущих на основе отходов промышленности (шлаков, зол, шламов, отходов ГОК, стеклобоя и многих других) [24].

Таким образом, возможность использования тех или иных промышленных отходов для производства вяжущих веществ определяется разнообразием свойств исходного сырья, степенью его подготовленности для применения в строительстве и т.д. Эти различия должны быть учтены при выявлении экономической эффективности их использования. Для каждого отхода необходимо определить не только наиболее рациональный способ переработки, но и соответствующую область применения.

Выводы. Накопленный научный и практический опыт использования отходов промышленности в России и за рубежом позволяет расценивать их как ценное сырье для производства строительных материалов. Сегодня имеются глубокие теоретические исследования в области шламовых, шлаковых и зольных отходов, отходов горнодобычи и переработки, отходов древесины и т.д. Как показывает практика, из отходов или из отходов в комбинации с природным ми-

неральным сырьем могут быть изготовлены практически все основные строительные материалы.

**Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 14-41-08006; с использованием оборудования ЦВТ БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2007. 370 с.
2. Ерошкина Н.А., Коровкин М.О. Ресурсы и энергосберегающие технологии строительных материалов на основе минерально-щелочных и геополлимерных вяжущих: учеб. пособие. Пенза: ПГУАС, 2013. 156 с.
3. Лесовик В.С., Володченко А.А. К проблеме техногенного метасоматоза в строительном материаловедении // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. №4. С. 38–41.
4. Русина В.В. Минеральные вяжущие вещества на основе многотоннажных промышленных отходов: учебное пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2007. 224 с.
5. Алфимов С.И., Жуков Р.В., Володченко А.Н., Юрчук Д.В. Техногенное сырье для силикатных материалов гидратационного твердения // Современные наукоемкие технологии. 2006. №2. С. 59–60.
6. Лютенко А.О., Лебедев М.С., Строкова В.В. Анализ отходов горной добычи как потенциального источника сырья для производства дорожно-строительных материалов // Вестник ВолгГАСУ. Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ. 2013. № 31. С. 445–449.
7. Лесовик В.С., Агеева М.С., Иванов А.В. Гранулированные шлаки в производстве композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №3. С. 29–32.
8. Шейченко М.С., Лесовик В.С., Алфимова Н.И. Композиционные вяжущие с использованием высокомагнезиальных отходов Ковдорского месторождения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №1. С. 10–14.
9. Чернышева Н.В., Дребезгова М.Ю. Промышленные отходы для производства композиционных гипсовых вяжущих / В сб.: Научные и инженерные проблемы строительнотехнологической утилизации техногенных отходов. // БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 2014. С. 230–235.
10. Агеева М.С., Шаповалов С.М., Усенко

М.В. Закладочные смеси на основе техногенного сырья курской магнитной аномалии / Сб. «Научные и инженерные проблемы строительного-технологической утилизации техногенных отходов» // Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Белгород, 2014. С. 50–53.

11. Русина В.В., Тарасова Н.Ю., Грызлова Е.О. Бетоны специального назначения на основе жидкого стекла из микрокремнезема // Технологии бетонов. Информ. научно-техн. журн. 2006. № 1. С. 34–35.

12. Лесовик Р.В., Богусевич В.А., Ильинская Г.Г. К вопросу об использовании техногенного сырья КМА для бетонных работ при отрицательных температурах // Вестник Центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. Белгород: РААСН, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. С. 23–25.

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

14. Лесовик В.С. Техногенный метасоматоз в строительном материаловедении В сборнике: Стройсиб - 2015. Строительные материалы - 4С: состав, структура, состояние, свойства Международный сборник научных трудов. 2015. С. 26–30.

15. Володченко А.Н., Лесовик В.С., Алфимов С.И., Жуков Р.В. Попутные продукты горнодобывающей промышленности в производстве строительных материалов // Современные наукоемкие технологии. 2005. № 10. С. 79–83.

16. Ключев А.В., Ключев С.В., Лесовик Р.В., Михайлова О.Н. Отходы горнодобывающих предприятий как сырье для производства мелкозернистого бетона армированного фибрами // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 4. С. 81–84.

17. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Автоклавные ячеистые бетоны на основе магнезиальных глин // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 5. С. 14–21.

18. Вешнякова Л.А., Фролова М.А., Айзенштадт А.М., Лесовик В.С., Михайлова О.Н., Махова Т.А. Оценка энергетического состояния сырья для получения строительных материалов // Строительные материалы. 2012. № 10. С. 53–55.

19. Лесовик В.С., Чернышева Н.В., Клименко В.Г. Процессы структурообразования гипсосодержащих композитов с учетом генезиса сырья // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 4. С. 3–11.

20. Лесовик Р.В., Ключев А.В., Ключев С.В. Мелкозернистый сталефибробетон на основе техногенного песка для получения сборных элементов конструкций // Технологии бетонов. 2014. № 2 (91). С. 44–45.

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

22. Фомина Е.В., Кожухова М.И., Кожухова Н.И. Оценка эффективности применения алюмосиликатной породы в составе композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 31–35.

23. Алфимова Н.И., Черкасов В.С. Перспективы использования отходов производства керамзита в строительном материаловедении // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 3. С. 21–24.

24. Сулейманова Л.А., Ерохина И.А., Сулейманов А.Г. Ресурсосберегающие материалы в строительстве // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 7. С. 113–116.

Ageeva M.S., Shapovalov S.M., Botsman A. N., Ischenko A. V.

REVISING THE APPLICATION OF INDUSTRIAL WASTES WHEN BINDERS PRODUCTION

A lot of household and industrial wastes are of interest in application but they are not popular due to different reasons. In this case realization of possible directions of waste application and resulting effect are very important. One of the basic ways of complex application of raw materials from mining industry is construction industry where these raw materials can be basic when development of new high effective materials. Properties forecasting of these materials is complex problem that can be solved by formation of system concept for determination of quality parameters as well as forecasting and variation of properties of final materials according to requirements of production process and its purpose.

Key words: wastes, properties forecasting, effective materials, source of raw materials, recycling, utilization.

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.

E-mail: ageevams@yandex.ru

Шапалов Сергей 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: serega-shap@yandex.ru

Боцман Алексей Николаевич, 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: lescha-90-t@rambler.ru

Ищенко Алина Валентиновна, аспирант кафедры материаловедения и технологии материалов.

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

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

E-mail: alina.ishchenko.92@mail.ru

Сулейманова Л.А., д-р техн. наук, проф.,
 Погорелова И.А., канд. техн. наук, доц.,
 Слепухин А.С., аспирант,
 Плехова С.И., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ БЕТОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУПЕРПЛАСТИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ПОЛИКАРБОКСИЛАТА

ludmilasuleimanova@yandex.ru

Оптимизации бетонных смесей в производственных условиях с учетом требований к свойствам продукции и по экономическим причинам, придается большое значение. Для получения высокоподвижных бетонов целесообразны суперпластифицирующие добавки на основе эфиров поликарбоксилата. Получены высокотехнологичные самоуплотняющиеся бетоны с применением добавок MasterGlenium 115 и MasterGlenium SKY 591 классом по подвижности П5.

Ключевые слова: высокотехнологичный бетон, добавка, суперпластификатор на основе поликарбоксилата, самоуплотняющийся бетон.

Оптимизации бетонных смесей в производственных условиях с учетом требований к свойствам продукции и по экономическим причинам, придается большое значение. Предприятия, осуществляющие производство железобетонных изделий и конструкций или бетонных смесей не обходятся без применения специальных добавок для бетона, существенно улучшающих качество и характеристики смеси и регулирующих процессы схватывания цемента и его твердения.

Современные производители бетона и железобетонных изделий и конструкций учитывают все возможности и нюансы, позволяющие рационально подобрать и приготовить высокотехнологичную бетонную смесь, увеличить прочность, влагонепроницаемость, морозостойкость, трещиностойкость, сделать продукцию высокого качества с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Для повышения эффективности работы производители бетона и железобетонных изделий и конструкций используют специальные добавки в бетоны, воздей-

ствующие на поведение вяжущего на различных стадиях схватывания и твердения, и влияющие на качественные характеристики, как сборной, так и монолитной продукции, в течение всего периода эксплуатации.

Традиционно, бетоны представляют собой трехкомпонентную систему из цемента, заполнителя и воды. В последнее время все больше наблюдается переход от трехкомпонентной системы к четырех-, пятикомпонентной системам с использованием современных модификаторов бетона, микрозаполнителей и других компонентов (рис. 1), вводимых в незначительном объеме (десятых и сотых долей процента по отношению к массе цемента), но существенно влияющих на химические процессы твердения бетона, обеспечивающих оптимизацию и улучшение физико-механических характеристик изделий, и в том числе прочности, морозостойкости, водопоглощения и т.д.

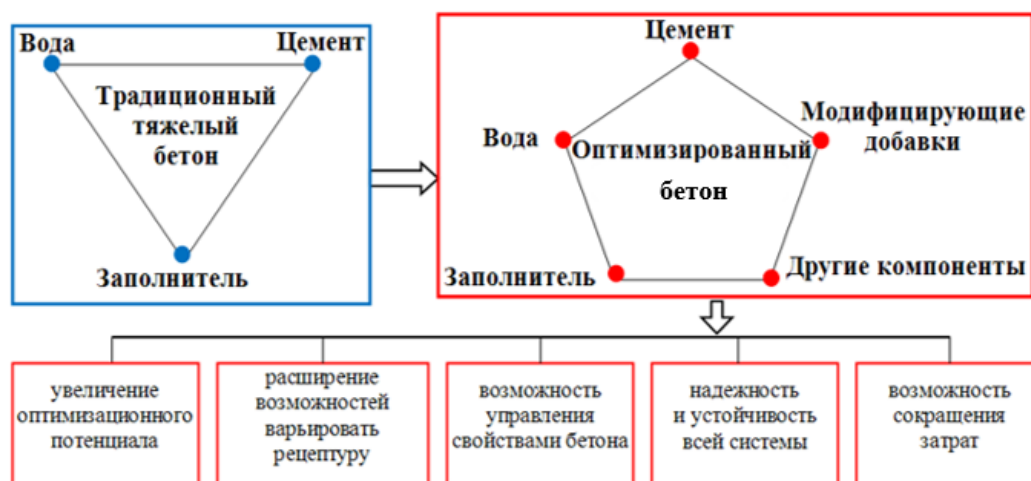


Рис. 1. Переход от трех к пятикомпонентной системе при оптимизации бетонов

В настоящее время наибольшее значение имеют суперпластифицирующие добавки на основе эфиров поликарбоксилата (PCE), разработка которых тесно связана с созданием самоуплотняющихся бетонов (SCC). Первый патент на эту группу веществ и их использование в качестве суперпластификаторов для бетона был заявлен в начале 80-х годов прошлого столетия в Японии. С использованием суперпластификаторов на основе эфиров поликарбоксилатов были построены известные объекты: мост через залив в Токио (Tokio Bay Bridge) и высотные здания в центре Токио (Tokio Central Towers) [1–3].

В середине 90-х годов суперпластификаторы на основе эфиров поликарбоксилатов начали применять и в Европе. Значительную роль в разработке и внедрении новых видов суперпластификаторов рассматриваемого типа сыграл концерн BASF. Созданные PCE-суперпластификаторы позволяют производителям бетона получать продукты с улучшенными характеристиками и оптимизировать процесс производства, как с точки зрения экономики, так и с точки зрения экологии [4]. Главным положительным свойством поликарбоксилатов и тем новым элементом в способе разработки добавок, является то, что производители бетона могут сначала решить, какие свойства они хотели бы видеть в суперпластификаторе, а затем конструировать молекулы для получения именно заданного результата.

Применение высокоподвижной смеси, при производстве работ обеспечивает следующие преимущества:

- возможность бетонирования густоармированных конструкций при полном исключении виброуплотнения, что способствует улучшению экологии, а также снижению уровня шумового и вибрационного воздействия на рабочих;

- повышение производительности при производстве бетонных работ (увеличение скорости укладки бетона, значительное снижение затрат, повышение оборачиваемости форм опалубки), увеличение темпов строительства;

- при высокой подвижности и стойкости к расслаиванию (высокая связность) самоуплотняющихся смесей гарантируется однородность, низкая пористость и улучшение физико-механических характеристик бетона, более высокое качество поверхности, что значительно увеличивает долговечность конструкций.

Долговечность бетонных конструкций напрямую связана с проницаемостью поверхностного слоя бетона, который должен защищать его от попадания веществ, инициирующих

или распространяющих возможное вредное воздействие (CO_2 , хлориды, сульфаты, вода, кислород, щелочи, кислоты и т. д.).

На практике долговечность зависит от выбора материалов, состава бетона, а также от степени контроля во время укладки, уплотнения, ухода и выдержки.

Недостаточное уплотнение поверхностного слоя из-за трудностей осуществления виброуплотнения в узких пространствах между опалубкой и арматурными стержнями или другими закладными деталями (например, каналы для размещения высокопрочной напрягаемой арматуры), признано в качестве ключевого фактора недолговечности железобетонных конструкций, подверженных воздействию агрессивных сред. Основной причиной первоначальной разработки самоуплотняющегося бетона в Японии было преодоление именно этой проблемы. Традиционный вибрационный бетон подвергается уплотнению с помощью вибрации (или трамбовки), которая является дискретным, не непрерывным процессом. В случае внутреннего или глубинного вибрирования бетона, даже при правильном выполнении, объем бетона в пределах области воздействия вибратора не получает одинаковое количество энергии уплотнения. Аналогичным образом в случае наружного вибрирования результирующее уплотнение получается неоднородным, в зависимости от расстояния до источника вибрации. И результатом вибрирования является структура бетона с неравномерным уплотнением, следовательно, с различной проницаемостью, что повышает селективное проникновение агрессивных веществ. Последствия неправильного вибрирования (бетон с раковинами, расслоение и т. д.) обладают гораздо более негативным влиянием на проницаемость и в целом на долговечность.

Самоуплотняющийся бетон с заданными свойствами не обладает этими недостатками, образуется материал со стабильной низкой и равномерной проницаемостью, с меньшим количеством слабых мест для вредного воздействия окружающей среды и, следовательно, большей долговечностью [1].

Для разработки высокотехнологичных бетонов использовали портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н (ЗАО «Осколцемент») с нормальной густотой цементного теста – 26,8 %, пределом прочности при сжатии в возрасте 28 суток – 49,2 МПа (соответствует требованиям ГОСТ 31108-2003, ГОСТ 30515-2013); смесь щебня фракций от 5 до 20 мм (табл. 1) с формой зерна по II группе (ОАО «Павловскгранит») насыпной плотностью 1390 кг/м³, маркой по дробимости – 1400, мар-

кой по морозостойкости – F300 (соответствует требованиям ГОСТ 8267-93); песок (1 вид) для строительных работ 1 класса крупный (ОАО «Хромцовский карьер») с модулем крупности $M_{кр} = 2,7$, насыпной плотностью 1540 кг/м^3 (соответствует требованиям ГОСТ 8736-93); песок (2 вид) Верхнекаменского месторождения 1 класса с модулем крупности $M_{кр} = 1,9 \dots 2,0$, насыпной плотностью 1410 кг/м^3 (соответствует требованиям ГОСТ 8736-93); в качестве наполнителя – смесь фракций золошлаковых отходов и золы-уноса Каширской ГРЭС (табл. 2).

Таблица 1

**Зерновой состав смеси щебня
фракций от 5 до 20 мм**

Диаметр отверстий контрольных сит, мм	2,5	5	12,5	20	25
Полные остатки на ситах, % по массе	99,1	96,6	54,7	3,3	0

В качестве модифицирующих добавок применялись высокоэффективные высоководоредуцирующие, суперпластифицирующие добавки на основе эфира поликарбоксилата MasterGlenium 115, MasterGlenium SKY 591 (табл. 3) (ООО «БАСФ Строительные системы»), рекомендуемые для изготовления высокоподвижных и самоуплотняющихся бетонных смесей с длительной сохраняемостью, с высокими значениями ранней и конечной прочности. Данные добавки позволяют транспортировать бетонную смесь на значительные расстояния без потери ее технических характеристик. Применение добавок способствует значительному снижению водоцементного отношения и получение бетонов с высокими прочностными характеристиками при достаточно низких расходах цемен-

та. При использовании суперпластифицирующих добавок на основе эфира поликарбоксилата исключается растворотделение и оседание крупного заполнителя.

Таблица 2

**Гранулометрия состава проб
золошлаковых отходов**

Фракция, мкм	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
	%			
> 315	0,8	5,4	13,8	13,5
200 – 300	0,0	0,1	0,0	0,0
100 – 200	0,1	5,2	4,1	3,8
50 – 100	2,7	15,3	18,5	19,4
45 – 50	2,1	2,9	3,2	3,6
20 – 45	34,6	32,0	29,0	26,4
10 – 20	24,6	16,5	13,4	13,7
5 – 10	16,3	10,5	8,2	9,0
4 – 5	3,9	2,5	2,0	2,2
3 – 4	3,5	2,4	2,2	2,1
2 – 3	3,2	2,2	2,1	2,0

Таблица 3

Показатели

Показатель	MasterGlenium 115	MasterGlenium SKY 591
Внешний вид	Однородная жидкость светло- желтого цвета	Однородная жидкость коричневого цвета
Плотность, кг/м ³	1050...1090	1040...1080
Водородный показатель, рН	5,5...7,5	5...9
Содержание Cl-иона, в масс.%, не более	0,1	0,1

Таблица 4

Самоуплотняющиеся бетоны B30, F200, W8

№ п/п	В/Ц	Расход кг/м³						Master Glenium 115, %	Master Glenium SKY591, %	Осадка (расплыв) конуса, см
		Цемент	Песок		Щебень	Зола	Вода			
			1 вид	2 вид						
1	0,5	380	850	850	920	100	190	—	1,3	77
2	0,53	380	850	850	920	100	200	1,2	—	77
3	0,43	400	850	850	920	100	170	1,2	—	78
4	0,4	350	850	850	920	150	170	0,9	—	72
5	0,38	350	850	850	920	160	165	0,8	—	66
6	0,42	350	850	850	920	-	160	—	0,7	52
7	0,37	350	850	850	920	160	160	0,8	—	68
8	0,36	350	850	850	920	157	160	0,8	—	63

Получены самоуплотняющиеся бетоны с применением добавок на основе эфира поликарбоксилата MasterGlenium 115 и MasterGlenium

SKY 591 классом по подвижности П5, классом по прочности B30, F200, W8 (табл. 5), не тре-

бующие трудозатрат для укладки и уплотнения бетонной смеси.

Несомненно, изобретение суперпластификаторов на основе поликарбоксилата является одним из наиболее значительных открытий в области добавок, которые были сделаны за последние годы. Составы с использованием данных материалов помогут решить множество проблем существующих в строительстве на данный момент.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kodama Y. Current condition of self-compacting concrete. Cement Shimbun, No. Dec. 1997.
2. Forster S.W. High-Performance Concrete-Stretching the Paradigm. Concrete International, Oct, Vol. 16, № 10, pp.33-34. 1994
3. Aitcin P.-C. High Performance Concrete. E&FNSpon. 2004. 140 p.
4. Добавки на основе эфиров поликарбоксилатов для изготовления вибрационных и самоуплотняющихся бетонов// Стандарт организации СТО 70386662-306-2013. С. 12-30.

Suleymanova L.A., Pogorelova I.A., Slepukhin A.S., Plekhova S.I.

TO THE QUESTION OF CONDITION SURVEY OF THE CIVIL BUILDINGS

Many of damage and deformation of structural elements and engineering equipment of buildings, leading to a significant decrease of the technical condition, can be avoided by settlement of monitoring system and the technical condition of buildings surveys, and improving the training of specialists in the sphere of housing and communal services.

Key words: *examinations, inspection, technical maintenance, technical condition of buildings, structural elements, engineering systems, damage, defects.*

Сулейманова Людмила Александровна, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой строительства и городского хозяйства.

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

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

E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru

Погорелова Инна Александровна, 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: innapogorelova@yandex.ru

Слепухин Алексей Сергеевич, аспирант

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

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

E-mail: lifshets@mail.ru

Плехова Снежана Игоревна, аспирант

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

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

E-mail: plekhova_92@mail.ru

Шаповалов Н.Н., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ

shapovalov.nick@mail.ru

В строительной индустрии при разработке новых материалов и изделий нередко затрагиваются вопросы ресурсо- и энергосбережения, а также доступности и экономичности сырья. Вследствие этого представляется уместным использование продуктов вулканической деятельности в качестве компонента композиционных вяжущих, что также будет способствовать улучшению экологической обстановки в регионах их распространения. Полученные результаты химико-минерального состава, формы и морфологии зерен, размолоспособности, а также сопоставление результатов с ранее исследуемыми техногенными песками, предполагают целесообразность разработки композиционного вяжущего с применением вулканогенно-осадочных пород.

Ключевые слова: композиционные вяжущие, техногенное сырье, продукты вулканической деятельности.

Введение. Вулканическая деятельность сама по себе уникальна, под действием температуры и давления происходит процесс реструктуризации исходных природных материалов и преобразование их в новые. Такой цикл природной обработки заменяет и экономит тонны энергии для будущих производств. Структура данного сырья является перспективной для дальнейшего использования в промышленности строительных материалов, в особенности при получении композиционных вяжущих [1–6].

Камчатский полуостров является территорией с наибольшим количеством вулканов в нашей стране, точное количество которых определить достаточно тяжело. По некоторым данным на территории полуострова находится 27 действующих вулканов. Большая часть активных вулканов растянулась через всю восточную часть полуострова. В результате такого скопления, почти половина территории Камчатки покрыта продуктами вулканической деятельности [7]. Оседание вулканического пепла вкупе с пирокластическими потоками наносят существенный вред экосистеме Камчатского края [8]. На основании вышеизложенного, весьма актуальным является вопрос использования продуктов вулканической деятельности, в первую очередь, в качестве сырьевых компонентов для строительных материалов [9–14].

Методология. Помол вулканогенных осадочных пород (ВОП) осуществлялся в планетарной мельнице. Химический анализ проводился с помощью флуоресцентного метода на спектрометре серии ARL 9900 WorkStation. Анализ формы и морфологии поверхности зерен проводился с помощью сканирующего элек-

тронного микроскопа TESCAN MIRA 3 LMU. Коэффициент качества пород как компонента композиционного вяжущего (Кк) определялся с помощью методики, разработанной на кафедре СМИиК БГТУ им. В.Г. Шухова [15].

Основная часть. На сегодняшний день перспективность потребления техногенных отходов при разработке высокоэффективных композиционных вяжущих подтверждена многочисленными исследованиями. Эти вяжущие нашли особое применение при разработке различных видов бетона [16–27].

В интересах расширения сырьевой базы многокомпонентных вяжущих для исследований были отобраны два вида сырья. Первая проба (KL 1405) была отобрана у подножия вулкана Ключевской, нижний водопад реки Крутенская, вторая проба (Т 1401) – пирокластика Толбачинского извержения 2013–2014 гг. Образцы ВОП (рис. 1) представляют собой песок черного цвета с насыпной плотностью 1510 кг/м³ и 1020 кг/м³ соответственно.

Согласно полученным результатам ситового анализа модуль крупности Т 1401 составляет 3,08, преимущественной является фракция 0,63, модуль крупности KL 1405 – 0,74, при этом преимущественная фракция – 0,14 (табл. 1).

Отличительной чертой, определяющей особенность использования песков, является их химико-минеральный состав. Анализ минерального состава представленных песков показал, что Т 1401 преимущественно представлены альбитом, форстеритом и анортотазом, KL 1405 – форстеритом и андезином (рис. 2).

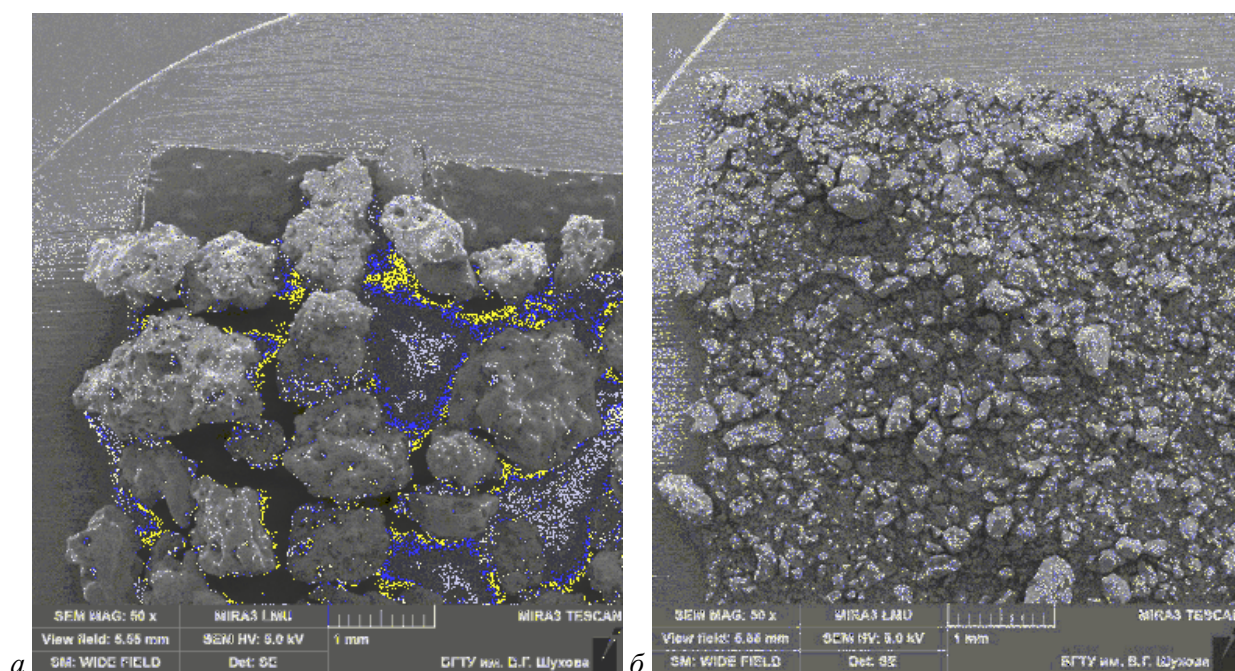


Рис. 1. Общий вид частиц: а – Т 1401; б – KL 1405

Таблица 1

Результаты определения зернового состава песка

Показатели	Диаметр отверстий сит, мм						Проход сквозь сито № 0,14
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
Т 1401							
Остатки на ситах, г	34,72	157,91	166,25	308,08	198,16	82,10	47,38
Частные, %	3,49	15,87	16,72	30,97	19,93	8,26	4,76
Полные, %	3,49	19,36	36,08	67,05	86,98	95,24	100
Модуль крупности	M _{кр} = 3,08						
KL 1405							
Остатки на ситах, г	–	3,58	7,41	36,25	142,36	301,28	508,7
Частные, %	–	0,36	0,75	3,67	14,4	30,3	30,3
Полные, %	–	0,36	1,11	4,78	19,18	49,48	100
Модуль крупности	M _{кр} = 0,74						

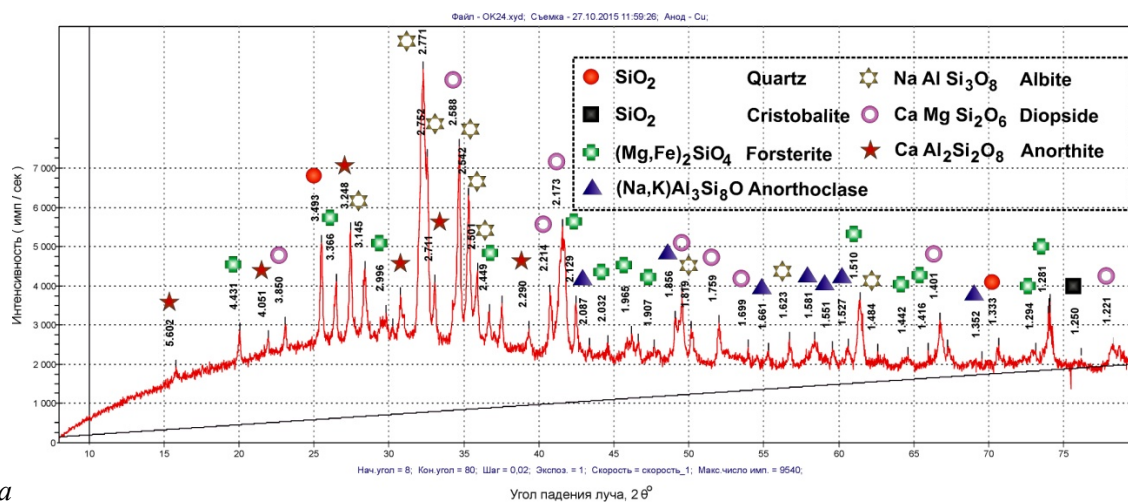
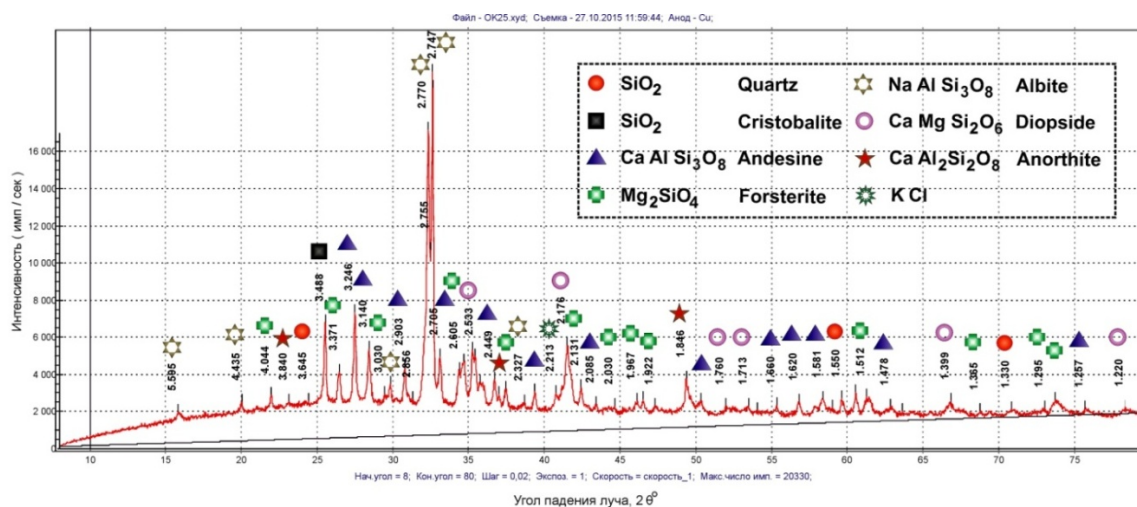
Полученные результаты химического анализа показывают, что основным соединением исследуемых материалов является оксид кремния и оксид алюминия (табл. 2).

Согласно данным растровой электронной микроскопии, Т 1401 и KL 1405 представляют собой полидисперсный материал, размер частиц которых варьируется в пределах 1–300 мкм.

Как видно из снимков (рис. 3, 4), зерна отличаются различной формой и имеют шероховатую поверхность, что обеспечивает достаточно высокую удельную поверхность. При большем увеличении становится очевидной неоднородность поверхности частиц. В общей массе присутствуют зерна, обладающие гладкой поверхностью, но на самих частицах ярко выражены полости, являющиеся последствием транспортировки и воздействия ветровой нагрузки. Эти

полости заполнены высокодисперсными минералами и продуктами разрушения более крупных пород. Также примечательным является покрытие крупных частиц мелкодисперсными продуктами с ярко выраженными следами агрегации.

На основании того, что прочность контактной зоны между частицами имеет не большое значение, закономерен вывод, что размолоспособность отобранных видов сырья будет достаточно высокой. В связи с чем, целесообразным является проведение исследований по определению кинетики помола ВОП. В качестве объекта для сравнения был выбран природный кварцевый песок, в качестве контрольных точек выступали удельные поверхности 300, 400 и 500 м²/кг (табл. 3)

 a 

6

Рис. 2. Рентгенограммы песка: *а* – Т 1401; *б* – KL 1405

Таблица 2

Химический состав продуктов вулканической деятельности

Содержание по массе, (%)							
SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	TiO ₂	п.п.п.
T 1401							
44,58	16,55	9,94	9,73	7,62	2,98	0,78	1,17
KL 1405							
46.81	20.42	5.31	7.21	6.45	4.18	0.74	1.22

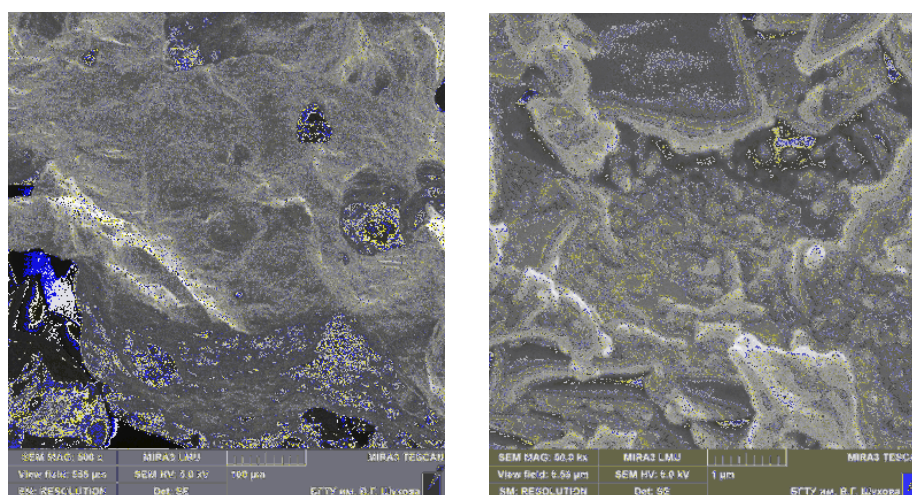


Рис. 3. Структура поверхности частиц Т 1401

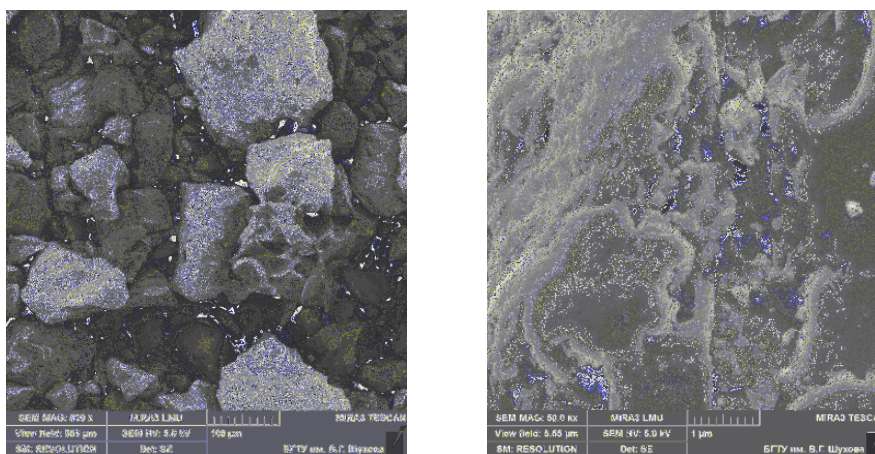


Рис. 4. Структура поверхности частиц KL 1405

Из приведенных результатов видно, что KL 1405 обладает более высокими показателями размолоспособности, при этом время, затрачиваемое на достижение удельной поверхности $500 \text{ м}^2/\text{кг}$, сокращается примерно в 1,6 раза. Т 1401 относительно кварцевого песка также обладает лучшими показателями размолоспо-

собности, а время, затрачиваемое на помол, сокращается в 1,2 раза. Лучшая размолоспособность ВОП объясняется меньшей твердостью входящих в их состав минералов в сравнении с кварцем, который является основным минералом природного песка.

Таблица 3

Кинетика помола ВОП

Вид кремнеземистого компонента	Удельная поверхность, $\text{м}^2/\text{кг}$		
	Время помола, мин		
Т 1401	<u>310,6</u>	<u>404,3</u>	<u>507,7</u>
	40	53	71
KL 1405	<u>307,8</u>	<u>409,5</u>	<u>507,9</u>
	25	35	53
Кварцевый песок	<u>308,3</u>	<u>396,7</u>	<u>498,0</u>
	43	60	82

Коэффициент качества исследуемых ВОП как компонента композиционных вяжущих составляет для Т 1401 – 1,27, для KL 1405 – 1,26. Сопоставление результатов с другими техноген-

ными песками различного месторождения представлено в таблице 4. Данная таблица построена на ранее полученных результатах исследований на кафедре СМИиК БГТУ им. В.Г. Шухова.

Таблица 4

Показатели коэффициента качества пород различного генезиса как компонента композиционного вяжущего*

№, п/п	Наименование компонента ТМЦ	Коэффициент качества
1	Отсев дробления кварцитопесчаника, фракции 0,315-5	1,29
2	Вулканический пепел аморфизированный (Республика Эквадор)	1,29
3	Вулканогенно-осадочные породы (вулкан Ключевской)	1,27
4	Вулканогенно-осадочные породы (вулкан Толбачик)	1,26
5	Вулканический песок (Республика Эквадор)	1,25
6	Вулканический пепел кристаллический (Республика Эквадор)	1,05
7	Вулканический туф (Остров Сицилия)	1,05
8	Песок Стодеревского карьера	1,02
9	Отходы мокрой магнитной сепарации Лебединского месторождения	1,02
10	Песок Вольского месторождения	1
11	Вулканогенно-осадочные породы (вулкан Жировской)	0,96
12	Отсев дробления кварцитопесчаника	0,96
13	Песок Нижне-Ольшанского месторождения	0,95
14	Отходы мокрой магнитной сепарации Ковдорского месторождения	0,92
15	Отсев Солдато-Александровского карьера	0,77
16	Отходы алмазообогащения (ЮАР)	0,40
17	Отходы алмазообогащения Архангельской алмазодобывающей провинции	0,31

* Сравнительные данные взяты на основании ранее полученных результатов на кафедре СМИиК [15]

Выводы. Предварительный анализ вулканогенно-осадочных пород показал возможность их применения при разработке эффективных композиционных материалов. Использование данного сырья для изготовления многокомпонентных вяжущих позволит не только снизить энергоемкость производства, но и сократить расходы природных сырьевых ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 206 с.
2. Лесовик В.С. Геоника. Предмет и задачи: монография. Белгород: Издательство: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2012. 219 с.
3. Алфимова Н.И., Трунов П.В., Шадский Е.Е. Модифицированные вяжущие с использованием вулканического сырья: монография. Saarbrücken: Изд-во LAP LAMBERT, 2015. 132 с.
4. Алфимова Н.И., Строкова В.В., Наваретте В.Ф.А. Мелкозернистые бетоны на основе вулканического сырья: монография. Германия: Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2014. 94 с.
5. Строкова В.В., Алфимова Н.И., Наваретте Велос Ф.А., Шейченко М.С. Перспективы использования вулканического песка Эквадора для производства мелкозернистых бетонов // Строительные материалы. 2009. № 2. С. 32–33.
6. Алфимова Н.И., Трунов П.В. Продукты вулканической деятельности как сырье для производства композиционных вяжущих // Сухие строительные смеси. 2012. № 1. С. 37.
7. Веселовский Л.В., Платэ А.Н. Вулканическая активность полуострова Камчатка // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2010. № 5. С. 104–107.
8. Никитин Ю.В. Экологические последствия вулканических извержений // Интернет-журнал СахГУ: Наука, образование, общество. 2010. Т. 2010–11. № 2. С. 82.
9. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород: монография. М.: Изд-во АСВ, 2006. 525 с.
10. Лесовик В.С. Генетические основы энергосбережения в промышленности строительных материалов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1994. № 7–8. С. 96–100.
11. Алфимова Н.И., Трунов П.В., Шаповалов Н.Н. Оценка эффективности использования вулканического сырья Камчатки при производстве строительных материалов // «Восточное партнерство – 2013»: Междунар. науч.-конф., Перемышль, 11–15 сентября 2013 г. Перемышль, Польша, 2013. С. 56–59.
12. Трунов П.В. Перспективы использования вулканического туфа Камчатки в качестве кремнеземистого компонента композиционных вяжущих // Фундаментальные исследования. 2014. № 3–3. С. 490–494.
13. Алфимова Н.И., Шаповалов Н.Н., Шадский Е.Е., Юракова Т.Г. Повышение эффективности использования продуктов вулканической деятельности // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 11–15.
14. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика) и проблемы строительного материаловедения // Научные технологии и инновации: Юбилейная Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения). 2014. С. 224–229.
15. Лесовик Р.В. Мелкозернистые бетоны на композиционных вяжущих и техногенных песках: дис.... докт. техн. наук. Белгород, 2009. 463 с.
16. Лесовик В.С., Савин А.В., Алфимова Н.И. Степень гидратации композиционных вяжущих как фактор коррозии арматуры в бетоне // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2013. № 1 (649). С. 28–33.
17. Лесовик В.С., Савин А.В., Алфимова Н.И., Гинзбург А.В. Оценка защитных свойств бетона из композиционных вяжущих по отношению к стальной арматуре // Строительные материалы. 2013. № 7. С. 56–58.
18. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Савин А.В., Шадский Е.Е. Перспективы применения композиционных вяжущих при производстве железобетонных изделий // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 5 (88). С. 95–99.
19. Lesovik V.S., Alfimova N.I., Trunov P.V. Reduction of energy consumption in manufacturing the fine ground cement // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 11. С. 745–748.
20. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Алфимова Н.И., Агеева М.С., Ковалева И.А., Баженова О.Г., Новиков К.Ю. К вопросу использования техногенного сырья в производстве порошковых бетонов на композиционных вяжущих // Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды: сб. докладов Междунар. науч.-технич. конф. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. С. 384–390.
21. Вишневская Я.Ю., Трунов П.В., Кала-

този В.В., Бондаренко Д.О. Перспективы повышения эффективности фибробетонов за счет применения композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 3. С. 35–37.

22. Лесовик В.С., Муртазаев С.А.Ю., Сайдумов М.С., Исмаилова З.Х. Утилизация отсевов дробления бетонного лома для получения многокомпонентных вяжущих и мелкозернистых бетонов // Актуальные проблемы защиты окружающей среды и техносферной безопасности в меняющихся антропогенных условиях. Белые ночи-2014: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. 2014. С. 577–583.

23. Агеева М.С., Алфимова Н.И. Эффективные композиционные вяжущие на основе техногенного сырья. Saarbrücken. Изд-во: LAP LAMBERT, 2015. 75 с.

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

25. Лесовик Р.В. К выбору техногенных песков для получения композиционных вяжущих и мелкозернистых бетонов // Технологии бетонов. 2015. № 1–2. С. 60–63.

26. Лесовик В.С., Сулейманова Л.А., Кара К.А. Энергоэффективные газобетоны на композиционных вяжущих для монолитного строительства // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 3. С. 10–20.

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

Shapovalov N.N.

RESEARCH OF KINETICS OF DEHYDRATION OF ALUMINOUS CEMENT IN THE CONDITIONS OF NOT ISOTHERMAL HEATING

In the construction industry in the development of new materials and products often raises issues of resource and energy conservation, as well as the availability of raw materials and profitability. Because of this, it seems appropriate to use the products of volcanic activity as a component of composite binders that will contribute to improving the environmental situation in the regions of their distribution. The results of chemical and mineral composition, shape and morphology of the grains, and grinding, as well as the comparison of the results with the previously studied man-made sand, suggest the desirability of developing composite binder with volcanogenic-sedimentary rocks.

Key words: composite binders, technogenic raw materials, products of volcanic activity.

Шаповалов Николай Николаевич, 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: shapovalov.nick@mail.ru

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

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СИСТЕМОТЕХНИКА РЕКОНСТРУКЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ И КОМПЛЕКСОВ

lebedev.lebedev.v.m@yandex.ru

Рассмотрены основные задачи реконструкции зданий, помогающие ускоренному обновлению строительных объектов, которому способствует рациональность организационно-технических решений при разработке проектов организации строительства и производства работ.

Ключевые слова: системотехника, проект организации строительства, проект производства работ, календарный план.

Системотехника реконструкции строительных объектов – направление системотехники строительства, изучающее ускоренное обновление основных фондов на качественно новой технической основе, что является основной задачей капитального строительства в современных условиях. Многообразие участников и реконструируемых объектов и комплексов превратило процесс воспроизводства в сложный хозяйственный механизм с длительными инвестиционным циклом, межведомственными стыковыми проблемами планирования, проектирования и управления, которые требуют системного подхода. Как известно, системотехника производства реконструкции и ремонта изучает, обобщает, синтезирует технические, организационные, управленческие строительные системы и межсистемные связи, что способствует достижению конечного результата (рис. 1).

Системотехника реконструкции строительных объектов основана на достижениях кибернетики и других теоретических и инженерных наук, изучающих отдельные системы и соединяющие их межсистемные связи. Многие системотехнические проблемы экономики строительства, совершенствования хозяйственного механизма, определяющие эффективность реконструкции, остаются пока нерешенными, хотя от этого во многом зависят сроки ввода объектов реконструкции, объем незавершенного строительства и технико-экономические показатели проектных решений реконструируемых комплексов. Социально-экономическая и технологическая сложность комплексной реконструкции и переустройства и специализация организаций привели к необходимости увязывать особенности городской застройки с технологией и организацией строительного производства. Поэтому так важна системотехническая связь между ними в процессе проектирования. Эффективность реконструкции требует рациональных организационно-технических решений при разработке проектов организации строительства

(ПОС) и производства работ (ППР). Для существенного сокращения продолжительности и снижения трудоемкости организационно-технологического проектирования при одновременном повышении качества необходима автоматизация разработки ПОС и ППР [5, 6].

Анализ работ в области проектирования организации реконструкции, методов её осуществления и экономического стимулирования участников переустройства городской застройки показал, что необходима интеграция задач АСУ и САПР:

- формирование выбора целей строительных программ в регионе и планов комплексной реконструкции и переустройства;
- интерактивное календарное планирование при новом строительстве, реконструкции и переустройстве;
- автоматизация проектирования стройгенпланов;
- автоматизация расчета договорных цен при реконструкции;
- материальное поощрение участников реконструкции по трудовому вкладу и др.

Одна из задач, связанных с совершенствованием строительства при реконструкции - выработка эффективных методов построения, оперативность корректировки календарных планов производства работ и рационального использования ресурсов. Для этого необходимо учитывать разнообразные условия и ограничения при расчете календарных планов реконструируемых и возводимых объектов в составе ПОС и ППР [5, 6].

Большинство методов решения задач календарного планирования строительных процессов не дают возможности гибко учитывать трудно формализуемые, но существенные факторы (объем капитальных вложений и инвестиций, интенсивность их освоения, соотношение различных групп технологических этапов по степени готовности, продолжительности др.). Практическое применение диалоговых систем

подтверждает, что наиболее перспективно интерактивное взаимодействие специалиста и ЭВМ, которое позволяет формировать эффективные методы организации реконструкции, препятствовать снижению производительности труда, повышению себестоимости работ, несвоевременному вводу объектов реконструкции в действие и др. Необходима единая заинтересованность в решении главной задачи – ввода в эксплуатацию, поскольку у каждой строительной организации, участвующей в реконструкции, может быть своя задача и экономические интересы. Своевременный ввод в действие объектов реконструкции возможен лишь при условии объединения усилий всех коллективов спе-

циализированных, ремонтно-строительных, подрядных организаций, других организационных структур рыночной экономики. В такой ситуации целесообразно увеличить премирование и ввести критерии трудоемкости работ при определении размеров премий. Этими критериями можно пользоваться для взаиморасчетов между генеральным подрядчиком, субподрядной, ремонтно-строительной организацией, заказчиком и т.п. Премии распределяются с учетом трудоемкости, качества выполненного объема работ или комплексов, технологических этапов специфических условиях реконструкции [5, 6].

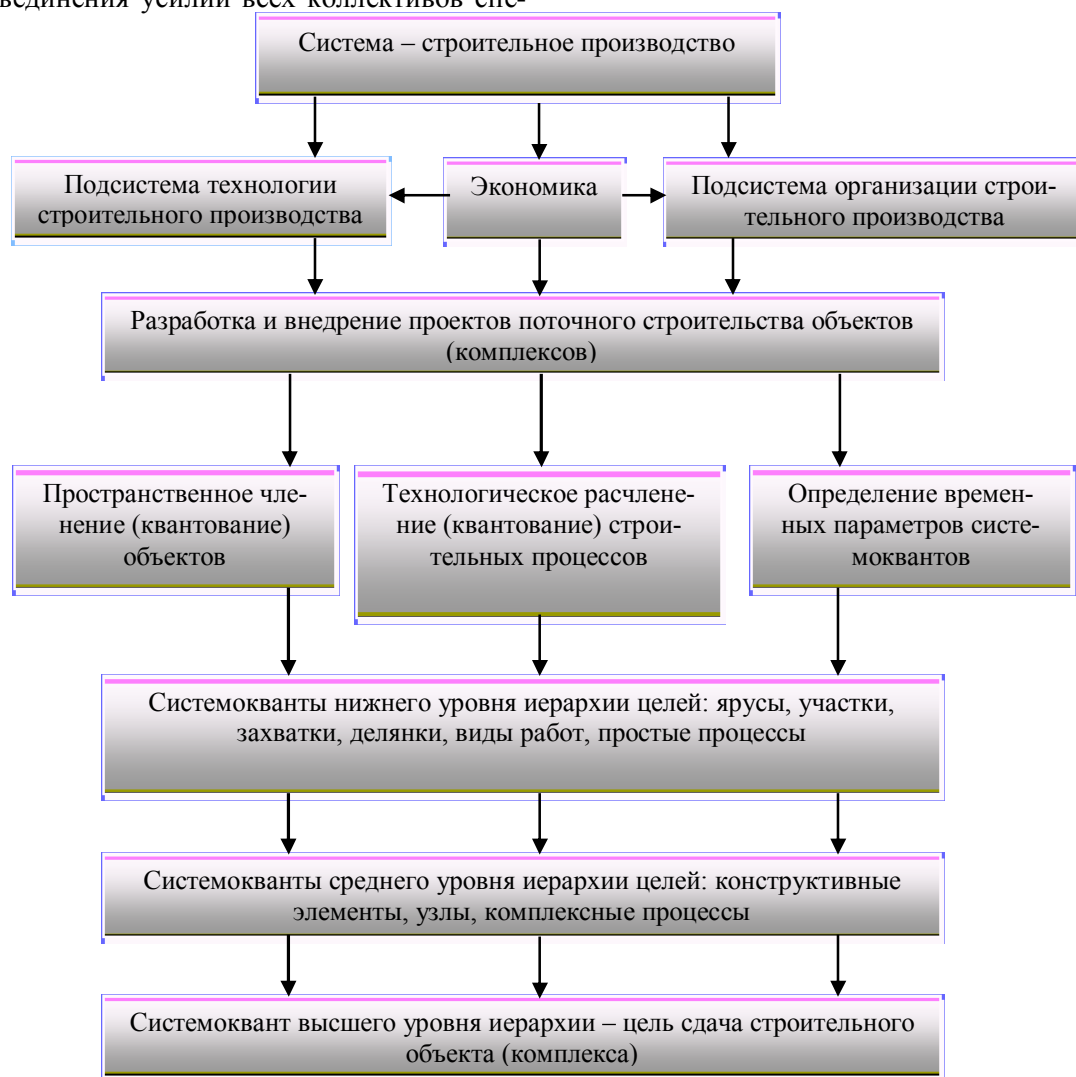


Рис. 1. Блок-схема алгоритма системотехники производства реконструкции и ремонта

Системотехника строительного производства (ССП) заключается в стыковке подсистем технологии и организации строительного производства (СП) с целью получения результата в виде законченной строительной продукции. ССП означает совместное решение вопросов, как и чем выполнять строительные процессы с логической и производственной взаимосвязью

выполнения необходимого комплекса строительных процессов во времени и пространстве для получения конечной продукции в виде зданий, сооружений и их комплексов при достижении максимальных результатов [1, 2, 8–10].

Основы ССП закладываются при разработке организационно-технологической документации (проектов поточного строительства) в со-

ставе ПОС и ППР и реализуются при внедрении ее на строительстве объектов и комплексов (рис. 1).

Организационно-технологическое моделирование сложных строительных систем необходимо осуществлять по иерархическим уровням от низшего к высшему с соответствующими результатами. Для этого необходимо членение (квантование) систем на элементы (подсистемы) и определение связей (степеней свободы) между элементами, которые содействуют достижению заданного результата. Иерархию систем будем строить как иерархию результатов (рис. 1).

Системотехника проектирования реконструкции позволяет решить некоторые взаимосвязанные задачи в области проектирования организации реконструкции:

- интерактивное календарное планирование при новом строительстве и переустройстве;
- интерактивное календарное планирование реконструкции при различных методах ее организации с выселением или без отселения;
- формирование рациональных строительных программ в ПОС при комплексной реконструкции, расчет стимулирования участников реконструкции за конечные результаты с учетом трудового вклада и др.

Решение этих задач повышает эффективность конечных результатов строительного производства в условиях реконструкции.

Системотехника организации строительства - направление системотехники строительства, позволяющее повысить обоснованность методов получения организационно-технических решений [3, 4]. К таким методам относятся:

Сетевые модели и методы сетевого планирования и управления наиболее широко используются в практике проектирования организации и технологии строительства. Так, например, в состав проекта организации строительства (ПОС) в качестве основного документа должен быть включен комплексный укрепленный сетевой график (КУСГ) возведения (реконструкции) предприятия или жилого комплекса. Сетевые модели позволяют отразить многообразие взаимосвязей и последовательность выполнения работ в соответствии с принятыми методами их выполнения, содержат необходимую информацию о наилучших вариантах строительства (реконструкции). В ПОС используются различные виды сетевых моделей, специфические особенности которых определяют области их применения и использования. Так, например, обобщены, односетевые, цифровые, детерминированные, временные сети типа работы-дуги достаточно просто отражают все возможные варианты возведения (реконструкции) зданий и наиболее ши-

роко используются в системах автоматизированного проектирования. Другие виды моделей нашли применение в моделировании организации и управления производством, в т.ч. в автоматизированных системах управления (АСУ). Метод моделирования возведения (реконструкции) зданий и сооружений с использованием сетевых моделей предполагает, что каждая работа (дуга или событие), включаемая в модель, имеет конкретное содержание, точный физический объем и выполняется в заданной технологической и организационной последовательности. Работы по строительству (реконструкции) объекта упорядочиваются по определенным правилам в сетевой модели. Рассматривается продолжительность критического пути (максимально протяженного пути от начального до конечного события), ранние и поздние сроки начала и окончания работ, резервы времени. В случае, если рассчитанные параметры не отвечают директивным срокам и возможности организации производства, сетевая модель подвергается корректировке. Модель очерчивается в масштабе времени без масштабно или оптимизация производится по времени, ресурсам. Для отображения сетевых моделей служат графы.

Поточные методы и модели. Сущность поточного метода возведения (реконструкции) зданий и сооружений заключается в расчленении производственного процесса на составляющие элементы для последующей их взаимной увязки. Основным принципом поточного метода являются непрерывность и равномерность процесса, что достигается строгой очередностью работы бригад (каждая бригада подготавливает фронт работ для следующей за ней бригады, выполняющей другие виды работ), а также соответствующим расчетом параметров потока (ритм потока, шаг, мощность, потока и др.). Для графического отображения потоков используются линейные календарные графики, циклограммы, сетевые графики и др.

Имитационное моделирование применяется для поиска рациональных вариантов в организации строительства, не прибегая к экспериментам на реальном объекте. Модель позволяет следить за ходом реального процесса в любой промежуток времени и производить соответствующие измерения. В качестве яркой модели используется сетевая модель (сетевая циклограмма), основными компонентами которой являются описание объекта строительства (реконструкции), средств возведения, а также процесса возведения (реконструкции) этого объекта. Использование имитационного метода и моделей позволяет проектировщику оценить минимально и максимально возможные сроки окончания строитель-

ства (реконструкции), сроки начала, окончания и продолжительности работ строительства (реконструкции), объектов, среднегодовую и годовую выработку на единицу трудового ресурса, объем освоения капиталовложений (инвестиций), экономический эффект от досрочного ввода объекта в эксплуатацию, возможные потери от нарушения сроков строительства (реконструкции), среднегодовую численность трудовых ресурсов, время и стоимость хранения запаса материальных ресурсов на складах, концентрацию ресурсов на объектах и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусаков А.А. Системотехника строительства. М.: Стройиздат, 1983. 440с.
2. Гусаков А.А. Системотехника строительства. М.: Стройиздат, 1993. 368с.
3. Дикман Л.Г. Организация и планирование строительного производства: Управление строительными предприятиями с основами АСУ: 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Высш. шк., 1988. 559с.
4. Киевский Л.В. Планирование и организация строительства инженерных коммуникаций. М.: СВР – АРГУС, 2008. 64с.
5. Лебедев В.М. Системотехника управления проектами реконструкции городской застройки. Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 230 с.
6. Лебедев В.М. Системотехника управления проектами реконструкции городской застройки. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. 254 с.
7. Семечкин Е.А. Системный анализ и системотехника. М.: SvS – Аргус, 2005. 536с.
8. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь / Под ред. А.А. Гусакова. М.: Фонд «Новое тысячелетие», 1999. 432с.
9. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь./ Под ред. А.А.Гусакова. М.: изд-во АСВ, 2004. 320с.
10. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь / Под ред. А.А.Гусакова. М.: изд-во АСВ, 2004. 320с.

Lebedev V.M., Lomtev I.A.

SYSTEMS ENGINEERING RECONSTRUCTION OF BUILDING OBJECTS AND COMPLEXES

The main problem of the reconstruction of buildings that help accelerate the renewal of construction projects, which contribute to the rationality of the organizational and technical solutions in the development of projects for the construction and organization of the work.

Key words: *systems engineering, project construction organization, work performance project schedule.*

Лебедев Владимир Михайлович, канд. техн. 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

Перькова М.В., канд. арх., проф.,
Родяшина К.Е., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В РФ: ОСНОВНЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ*

perkova.margo@mail.ru

Статья посвящена проблеме модернизации современного подхода к территориальному планированию с учетом общепризнанной концепции устойчивого развития территорий. Освещается эволюция российского законодательства XXI века в сфере градостроительства, его актуализация и совершенствование в соответствии с международными нормами. Выделяются цели и задачи территориального планирования для каждого уровня публичной власти в РФ, а также их иерархическая соподчиненность и сфера ответственности. Подчеркивается необходимость уточнения на государственном и законодательном уровне сфер влияния стратегического и территориального планирования как уровней управления архитектурно-градостроительной деятельностью.

Ключевые слова: территориальное планирование, стратегическое планирование, мастер план, регионализация, устойчивое развитие.

Вопросы формирования благоприятной среды жизнедеятельности, соответствующей современным представлениям об устойчивом социально-экономическом развитии, комфорте и безопасности является на сегодняшний день одним из приоритетных направлений развития территорий как в России, так и за рубежом и решаются на всех уровнях пространственной организации системы расселения страны [6]. Среди актуальных задач современной общенациональной политики выделяется реализация стратегии устойчивого пространственного развития¹ предполагающей возможность преодоления кризисных социально-экономических явлений средствами градостроительства, системным видением проблем и способов их разрешения. Устойчивое (сбалансированное) развитие вызвано возрастающими потребностями мирового сообщества в процессе формирования общественных отношений нового типа, возможных при условии быстрого экономического роста.

В последние годы органами государственной власти, органами местного самоуправления, а также профессиональными участниками инвестиционно-строительного процесса ведется поиск эффективных стратегий обеспечения развития территорий, в том числе городов и городских агломераций. Одним из основных легальных инструментов регулирования деятельности по развитию территорий (градостроительной деятельности) является территориальное планирование. Сегодня в России институт территориального планирования находится в стадии становления, а вопросам планирования рациональной организации территорий придается новый смысл. Территориальное планирование основывается на учете пространственных территориальных закономерностей размещения природ-

ных, социальных и экономических явлений и их взаимодействий [2].

Как известно, в советский период основными функциями градостроительства были прежде всего размещение промышленных предприятий и производительных сил, решение задач военно-промышленного комплекса, освоения природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока. Советская система расселения сложилась под влиянием этих факторов. Что касается экономически эффективного использования территорий, качества городской среды, учета общественных интересов при использовании городского пространства, то эти вопросы не рассматривались как приоритетные [17].

Актуальная задача в нынешних условиях развития - обеспечить обустройство территории города и иных населенных пунктов таким образом, чтобы создать благоприятную среду для жизнедеятельности населения, предотвратить негативное воздействие на окружающую природную среду и здоровье человека. В настоящее время посредством территориального планирования решаются задачи формирования качественной городской среды, создание развитой инфраструктуры, рефункционализация промышленных территорий, экономии энергии и ресурсов, развития общественных пространств [ссылка на мою статью]. В связи с этим началась разработка теоретических основ, определяющих стратегию развития градостроительства в стране. В 2001 г. опубликована «национальная доктрина градостроительства России» [14], в которой обозначены актуальные перспективные направления осуществления градостроительной политики начала века [1]. В 2010 г. Ученым советом РААСН было принято решение провести работу по актуализации Доктрины. «Предлагаемый проект Градостроительной доктрины Рос-

сийской Федерации ориентирован на принятие руководством страны градостроительной стратегии и осуществление градостроительной политики, способствующих реализации устойчивого социально-экономического развития страны, обеспечению безопасной, комфортной, экологически благоприятной среды жизнедеятельности. При росте неопределенности в технологическом развитии, меняющихся климатических условиях, иных вызовов и рисков предлагаемый проект Доктрины нацелен на принятие принципов, выработку стратегии и механизмов деятельности, конкретные задачи которой на каждом этапе развития должны корректироваться с учетом внешних и внутренних изменений среды жизнедеятельности» [1]. Разработка системы документов, предусмотренных ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» и последующими федеральными законами и постановлениями правительства, делают задачу по целенаправленному развитию градостроительства особенно актуальной [8].

С изменением экономического и технологического укладов страны, вовлечением земельных участков в рыночный оборот, развитием рынка недвижимости, переход от советских генеральных планов и проектов детальной планировки к новой системе планирования развития территорий стал неизбежным. Новая система управления развитием территорий в формах территориального планирования, градостроительного зонирования и планировки территорий была закреплена в Градостроительном кодексе Российской Федерации (далее - ГрК РФ), принятом в 2004 году [2]. В соответствии с ГрК РФ документы территориального планирования подразделяются на:

- документы территориального планирования РФ;
- документы территориального планирования субъектов РФ;

документы территориального планирования муниципальных образований [2].

При этом цели и задачи территориального планирования для каждого уровня публичной власти определяются их функцией в обеспечении устойчивого развития соответствующих территорий и создании условий для благоприятных условий жизнедеятельности проживающих на этих территориях людей [16]. С принятием ГрК РФ возобладал консолидирующий подход к развитию законодательства о градостроительной деятельности, при котором:

1) сохраняется преемственность развития законодательства о градостроительной деятельности;

2) окончательно закрепляется предмет законодательства о градостроительной деятельно-

сти и формируются пути дальнейшего развития законодательства о градостроительной деятельности;

3) имеется возможность последовательно и рационально организовывать комплексный процесс градостроительной деятельности [3].

Однако несовершенство формулировок в статьях документа влечет за собой череду вносимых изменений в ГрК РФ в течение 10 лет.

Появление в России широкого круга частных собственников в городах привело к необходимости регламентировать соотношение частного и публичного интереса посредством установления ряда градостроительно-планировочных ограничений прав собственников (равно как и пользователей, владельцев, арендаторов) земельных участков. Данные попытки были предприняты в Законе РФ от 14.07.1992 г. № 3295-1 (ред. от 19.07.1995г.) «Об основах градостроительства в Российской Федерации» [11], а впоследствии ГрК РФ в 2004г., градостроительных уставах (кодексах) и иных законах субъектов РФ, а также многочисленных муниципальных правовых актах. Используемые в ГрК РФ общие подходы к планированию организации территорий были заимствованы из международных правовых актов и законодательства экономически развитых стран (Европейская хартия регионального пространственного планирования (1983), Декларация Европейского парламента о пространственном планировании (1990) и т. п.). Как известно, за рубежом вопросам пространственного планирования придается большое значение, а отдельные нормативные правовые акты, регулирующие указанные отношения, существуют в большинстве европейских стран, например, в Великобритании (Town and Country Planning (General Permitted Development) Order 1995, SI 1995/418), Швеции (The Swedish Planning and Building Act, 1987:210) и других странах [17].

Возникшее в начале 90-х годов XX в. концептуально новое градостроительное планирование развития территорий (на уровне РФ, субъектов РФ, муниципальных образований, отдельных населенных пунктов) и определено Федеральным законом от 20.07.1995г. № 115-ФЗ (ред. от 09.07.1999г.) «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития Российской Федерации» [9], актуализированным Федеральным законом от 28.06.2014 г. № 172-ФЗ (ред. от 22.10.2014г.) «О стратегическом планировании в Российской Федерации» [10]. Кроме того, 17.06.2016 г. Госдума РФ во втором чтении одобрила проект федерального закона «Об особенностях регулирования отдельных правоот-

ношений, возникающих в связи с комплексным развитием промышленных зон и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ», который предполагает комплексное развитие промышленных зон и механизмы вовлечения всех собственников земельных участков и (или) объектов недвижимости, расположенных в границах промышленной зоны, в процесс комплексного развития этой территории [7].

Территориальному планированию должно предшествовать *стратегическое планирование*, задача которого - определить общие направления, цели и задачи развития определенных территорий, обозначить долгосрочные ориентиры развития для органов власти, муниципалитетов, бизнеса и населения. Поставленные при стратегическом планировании цели в дальнейшем проецируются на конкретную территорию, имеющую сложившуюся структуру землепользования, инженерную и социальную инфраструктуру и иные характерные особенности [13].

Что касается Российской Федерации, то до недавнего времени при территориальном планировании нередко применялся отраслевой подход, что позволяло органам государственной власти и местного самоуправления принимать документы территориального планирования, направленные на решение отдельных краткосрочных экономических задач в ущерб задачам комплексного устойчивого развития территорий. При использовании такого подхода также допускалась возможность планирования развития территорий посредством принятия отраслевых схем исходя из представлений отдельных ведомств [16]. Первые стратегические планы и программы развития городов появились в России в середине 1990-х гг. Первой была Стратегия развития Санкт-Петербурга до 2005 г. (разработана в 1997 г.). Точных оценок того, насколько процесс стратегического планирования распространен сегодня в России, нет [13].

Следует признать, что вопрос о соотношении стратегического и территориального планирования в законодательстве Российской Федерации фактически не урегулирован. Указание на необходимость учета стратегических целей и направлений социально-экономического развития, а также возможности бюджетного и иного финансирования соответствующих проектов при территориальном планировании содержится в части 5 статьи 9 ГрК РФ. Установлено, что подготовка документов территориального планирования осуществляется на основании стратегий (программ) развития отдельных отраслей экономики, приоритетных национальных проектов, межгосударственных программ, программ социально-экономического развития субъектов Рос-

сийской Федерации, планов и программ комплексного социально-экономического развития муниципальных образований (при их наличии). При этом учитываются программы, принятых в установленном порядке и реализуемые за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов РФ, местных бюджетов и решений органов государственной власти.

В отсутствие правового регулирования отношений по стратегическому планированию на муниципальном уровне некоторыми органами местного самоуправления предпринимаются попытки при подготовке документов территориального планирования и иной документации использовать элементы мастер-планов (Master Plan), стратегических мастер-планов (Strategic Master Plan) и иных подобных документов, разрабатываемых при стратегическом и пространственном планировании городов за рубежом [12].

Понятие "мастер-план" неизвестно российскому законодательству, поэтому судить о его содержании можно лишь исходя из анализа зарубежных мастер-планов, а также немногочисленных отечественных наработок (Пермь, Москва). В отличие от генерального плана - юридически значимого документа, мастер-план фактически является концепцией развития города на длительную перспективу, которая увязывает градостроительные решения и экономическую основу набором основных идей и принципов планируемого развития, целей и стратегии их достижения. Одно из удачных определений принадлежит британскому эксперту в области стратегического планирования П. Хили (P. Nealy), который на основании анализа 10 примеров практического применения стратегического планирования в разных европейских странах дает стратегическому планированию следующую характеристику: «...это интерактивный социальный процесс, предусматривающий формирование позиции и построения «сюжетов», помогающих мобилизовать и координировать деятельность многих сторон в процессе совместного использования властных полномочий... по управлению городскими территориями» [17].

Обобщая характеристики, на которые прежде всего обращают внимание западные специалисты, давая определение стратегическому планированию, можно выделить следующие положения:

1. Целевая установка чаще всего связана с повышением качества жизни городского сообщества. Это качество понимается по-разному, в зависимости от специфики города. Как правило, измеримыми критериями являются рост налоговых поступлений от реализации проектов и со-

здание новых рабочих мест. Часто целевые установки стратегий сфокусированы на решении конкретных задач (изменение структуры землепользования, решение транспортных проблем, вопросов благоустройства и пр.).

2. Центральное место обычно занимают экономические аспекты развития города. Общая задача – переориентировать традиционную практику планирования от процедур, больше подходящих для распределения и регулирования, к более активным формам общественного управления, основанным на выделении приоритетов экономического развития города.

3. В общем контексте экономического развития одновременно решаются два комплекса задач – по реализации конкретных городских проектов общественного или коммерческого свойства, а также по активному формированию рыночных возможностей, условий для привлечения и удержания инвестиций.

4. Центральная роль при разработке стратегий отводится «общественному участию».

5. Существенным моментом для российских городов является то, в какой степени соблюдается баланс между инициативой города и рекомендациями (иногда – требованиями) органов управления регионального и государственного уровня в части необходимости разработки стратегий и соблюдения тех или иных методических установок. Общее правило западных стран подразумевает строгое соблюдение автономии муниципальных образований. Решение вопроса об использовании стратегического планирования и выборе той или иной его формы для развития города зависит от ситуации в конкретной стране или конкретном городе и является прерогативой самого города. Вместе с тем в Европе, например, действуют международные стимулы к введению стратегического планирования: помимо растущего понимания на местах сложности управления городами, усиливаются и требования со стороны Европейского союза в отношении применения стратегического подхода. Это фактор учитывается, например, при планировании фондов или рассмотрении заявок на получение финансирования в рамках программ местных инициатив (таких, как программа URBAN, в которой четко прописано требование к местным правительствам использовать стратегический подход к разработке интегрированных программ городского развития).

6. Принципиальными ограничениями в процессе реализации экономических приоритетов выступают обычно экологические и социальные факторы [16].

Современные исследователи, развивая предложенную В.В. Леонтьевым макро модель экономики «input-output», включили в стратеги-

ческую матрицу девять параметров: управление, территория, природные ресурсы, население, экономика, культура и религия, наука и образование, армия, геополитическая среда. Таким образом, подчеркнуто исключительное значение территориально-природных ресурсов в определении тенденций и разработке сценариев будущего. Сферы культуры и религии, науки и образования, по сути определяют человеческий капитал [5].

Управление процессом расселения на сегодняшний день требует иных подходов в условиях экологических и техногенных проблем, происходящих в стране климатических и социально-экономических изменений, демографических и миграционных процессов, территориально-административных преобразований, утраты прежних коммуникационных связей. Поэтому тенденции развития городов и градостроительных систем в мире и в России не могут быть идентичны изначально. Разработка схемы территориального планирования РФ заставит искать решения управляемости городов страны с ориентацией на достижение нужного баланса между сверхростом крупнейших городов страны и множества умирающих малых городов, в том числе и монопрофильных. Проблема сбалансированности в развитии городов существовала всегда, но решалась по-разному [15]. На сегодняшний день достаточно остро стоит вопрос сохранения и преумножения пространственных форм расселения, а также типологического и средового многообразия населенных пунктов, соответствующих историческому географическому и социокультурному многообразию России [1].

Таким образом, развитие системы градостроительной документации должно включать создание нового методологического подхода к территориальному планированию, который позволит составить объективную картину сегодняшнего состояния страны и предложить путь решения наиболее острых проблем. Необходимо создание структурообразующего пространственного каркаса расселения путем усиления роли региональных и местных факторов в формировании градостроительных систем. Процессы регионализации должны быть направлены на сохранение местного своеобразия, уникальности культурных особенностей и традиций. Суть регионализации в том, чтобы понять смысл и содержание места, оценить, как оно трансформировалось во времени и чем живет сейчас, сохранить его идентичность при реализации федеральных программ и стратегий.

**Статья подготовлена при финансовой поддержке Гранта РФФИ 14-41-08040.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительная доктрина Российской Федерации/Коллектив авторов, руководитель Г.В. Есаулов. М.: Экон-информ, 2014. 30 с.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 31.12.2014) // Российская газета. 2004. № 290.
3. Градорегулирование: Основы регулирования градостроительной деятельности в условиях становления рынка недвижимости. М.: Фонд "Институт экономики города", 2008. 296 с.
4. Долгих Е., Антонов Е. Города и устойчивое развитие // Демоскоп № 631-632 23 февраля-8 марта// Электронный доступ: <http://demoscope.ru/weekly/2015/0631/tema01.php> (дата обращения: 23.06.2016).
5. Есаулов Г.В. Градостроительная доктрина Российской Федерации: в поисках оснований// Градостроительство, №2(18), 2012. Электронный доступ: https://stroim.mos.ru/builder_science/gradostroitelnaia-doktrina-rossiiskoi-federacii-v-poiskah-osnovanii (дата обращения: 23.06.2016).
6. Есаулов Г.В. Информационно-коммуникационные технологии в архитектурно-градостроительном формировании среды жизнедеятельности//АМИТ, 2015 г.
7. Законопроект о комплексном развитии промзон - https://stroim.mos.ru/builder_science/zakonoproiekt-o-kompleksnom-razviti-promzon-priniat-v-vmestnom-razviti (дата обращения: 23.06.2016).
8. Любовный В.Я. Регулирование градостроительства в изменяющихся условиях развития России // Academia. Архитектура и строительство. №1. 2016. С.57–63
9. О государственном прогнозировании и программах социально - экономического развития Российской Федерации: Федеральный закон от 20.07.1995г. № 115-ФЗ (ред. от 09.07.1999г.) // СЗ РФ. № 30. С. 2871.
10. О стратегическом планировании в Российской Федерации: Федеральный закон от 28.06.2014г. № 172-ФЗ (ред. от 22.10.2014г.) // Российская газета. 2014. № 146.
11. Об основах градостроительства в Российской Федерации: Закон РФ от 14.07.1992г. №3295-1 (ред. от 19.07.1995г.) // Российская газета. 1992. № 189.
12. Региональное управление и территориальное планирование - <http://static.myshop.ru/product/pdf/201/2003994.pdf> (дата обращения: 23.06.2016).
13. Российские и мировые тенденции и тренды в сфере стратегического территориального планирования городов, агломераций и регионов - http://glava.perm.ru/upload/pages/1005/Rossiiskije_i_mirovyje_tendencii_i_trendy_v_sfere_strategicheskogo_planirovaniya.pdf (дата обращения: 23.06.2016).
14. Смоляр И.М. Национальная доктрина градостроительства России: концепции градостроительной политики России начала XXI века. М.: РААСН, 2001.
15. Стратегия-2020: Новая модель роста - новая социальная политика. Итоговый доклад о результатах экспертной работы по актуальным проблемам социально-экономической стратегии России на период до 2020 года. С. 444. 2020strategy.ru/data/2012/03/14/2214585998/litog.pdf (дата обращения: 23.06.2016).
16. Территориальное и стратегическое планирование: основные проблемы и тенденции развития законодательства <http://www.centerbereg.ru/k259.html> -(дата обращения: 23.06.2016).
17. Шибиченко Г.И. Зарубежный опыт стратегического планирования развития муниципального образования // Государственное и муниципальное управление в XXI веке: теория, методология, практика. 2014. №14. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/zarubezhnyy-opyt-strategicheskogo-planirovaniya-razvitiya-munitsipalnogo-obrazovaniya> (дата обращения: 23.06.2016).

Perkova M.V., Rodyashina K.E.

TERRITORIAL STRATEGIC PLANNING IN RUSSIAN FEDERATION: THE MAIN WAYS OF DEVELOPMENT AND MANAGEMENT TOOLS

The article is devoted to the problem of modernization of the modern approach to territorial planning taking into account the universally recognized concept of sustainable development of territories. Disclosed the topic of the evolution of russian urban development planning legislation of the XXI century, his actualization and improvement in accordance with international standards. Determined goals and tasks of territorial planning for each level of public authority in the Russian Federation, as well as their hierarchical subordination and sphere of their responsibilities. Highlighted the need to clarify at the state and legislative level of spheres of influence and territorial strategic planning as levels of management of architectural and town-planning activity.

Key words: territorial planning, strategic planning, master plan, regionalization, sustainable development.

Перькова Маргарита Викторовна, кандидат архитектуры, профессор, заведующий кафедрой архитектуры и градостроительства.

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

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

E-mail: architektura_bgty@mail.ru

Родяшина Ксения Евгеньевна, аспирант кафедры архитектуры и градостроительства

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

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

E-mail: arteria05@mail.ru

Панфилов А.В., канд. арх., доц.
Тюменский индустриальный университет

КЛАСТЕРНАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ГОРОДА

archi-zoom@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы, связанные с современным состоянием и развитием концепций градостроительства и градостроительного анализа, основной задачей которого является формирование эволюционной модели развития поселений. Однако, градостроительная наука настолько обширна, что охватывает многие смежные области знания, становясь одним из направлений фундаментальных исследований по теории развития общества в целом. Именно в градостроительстве находят свое отражение и культура, и социология, и экономика, и политика и многое-многое другое, придавая ему тектологические характеристики. При этом механика их взаимодействия позволяет взглянуть на город, как на систему матричных структур, взаимодействующий во времени и пространстве и имеющих черты кластерных и фрактальных моделей. Приводимое в статье описание авторской концепции кластерной модели развития города поднимает основополагающие вопросы ее формирования, определяет ключевые параметры и механизмы ее работы.

Ключевые слова: кластерная модель, фрактальная модель, адаптивность, самоадаптивность, кластерный город, интегральный город

1. Введение.

Мы живем в городах уже не одну тысячу лет, но до сих пор не смогли осознать всю суть этого явления. Как возникают города? По каким принципам они развиваются? Почему одни из них исчезают, а другие становятся многовековыми легендами? Как формируется и функционирует сама ткань города? Какие процессы протекают в незримых для нас веках – мгновениях городской жизни? Все это остается необъяснимой загадкой. Но ведь именно от того каким мы сами создадим наш город и зависит наше будущее! Если не создать качественную среду – рационально организованную, комфортную для проживания, соединившую в себе потребности жизнеобеспечения и охраны окружающей среды – мы сами обречем свой маленький мир на деградацию и вымирание [24]. Равнозначно с этим мы не можем однозначно ответить и на вопрос дальнейшей его эволюции. В истории существует множество примеров того, как вроде бы без объективных причин, начинается бурный безудержный рост городов и их такой же внезапный упадок. Корни всех этих процессов лежат гораздо глубже, с ними и предстоит разобраться.

Люди, создавая город, исподволь формируют его общественный уклад, законы и правила – его социум, который в свою очередь, развиваясь, начинает заново преобразовывать город под себя. Круг замкнулся! Город – явление парадоксальное, как мифический кентавр, органично сочетает в себе, казалось бы, не сочетаемые вещи. Как говорил Даниил Данин: «Всадник не стегает коня, а конь не норовит сбросить всадника, равно как и всадник не может сойти с коня, а конь не может уйти от всадника» - вот два слагаемых одного уравнения. При этом совершенно невозможно поменять их местами.

Город, как живой механизм с абсолютным уровнем сложности, строится на основе шести начал, шести «К» - пяти благотворных: **компромисс, консенсус, консолидация, конвергенция, комплементарность**, и одного угнетающего – **конфронтации** [9, 10]. При этом все шесть начал находятся в гармоничном сочетании. Город-кентавр не предполагает борьбы сторон с обязательной или желанной победой одной из разнородных ипостасей над другой - борьба с победой или поражением одного из начал лишает образ смысла.

Именно в этих условиях и формируются задачи градостроительной теории, основной целью которой является определение принципов, механизмов и инструментов системной организации пространства, позволяющих выявить условия эволюционного развития города.

2. Город, как проблема.

Говоря о городе, в рамках вышеозначенных позиций Кентавристики, можно четко разделить рассматриваемую задачу на несколько основных слоев восприятия. На первом из них город может рассматриваться как некая тектологическая [7,16] концепция, поскольку является единой сложноорганизованной системой, неким квази-живым организмом. Город, как и определение организованной системы в тектологии строится по принципу: «Целое всегда больше суммы составляющих его частей». И ведь верно – город не есть комплекс из зданий, дорог, людей, травы и деревьев. Город всегда несоизмеримо больше – он способен активно реагировать на внешние или внутренние раздражители, деформируясь, и приспособляясь к изменившимся условиям, преобразовывая их под свои собственные нужды. В нем изначально заложены все принципы, достаточные для его устойчивого саморазвития,

самоадаптации [6, 19, 20], в нем существует незримая генетическая связь между всеми его элементами, позволяющая ему эволюционировать.

Одновременно с этим, город, как «живой организм» (а мы имеем полное право воспринимать его именно таким) в равной степени строится и по законам развития живой природы, одним из основных правил которого является простота. Принцип Мопертьюи (принцип наименьшего действия) гласит: «Природа лентяйка, она движет тела так, чтобы совершать при этом наименьшее действие», т.е. природа не любит сложностей там, где можно сделать просто. [11] Однако законы устойчивого развития постоянно ставят перед выбором: любое, даже самое минимальное изменение дает два пути развития: создавать новое или совершенствовать существующее. Оба эти пути являются равноценно оправданными и имеют свои положительные и отрицательные стороны, а так же свои эволюционные границы.

Это подводит нас ко второму уровню проблемы: город, как сложная соподчиненная структура состоит из системы подобных простых элементов, находящихся в определенной взаимосвязи и изменяющихся во времени – город-кластер. В сути своей, любой город может быть представлен в виде некой математической матрицы – кластера, состоящего из системы равных или подобных или диаметрально противоположных друг другу элементов, но именно **системы**. Работая с каждой составляющей данной системы в отдельности, как с простым элементом, мы можем более точно отследить, обработать и направить в нужное русло его развитие. Постепенно переходя к все более сложным и крупным элементам, можно получить некие результирующие вектора и обобщенные показатели, позволяющие работать со всей системой в целом и даже объединять их в более крупные надсистемы.

Данное положение открывает третий уровень проблематики города – город-фрактал. Город-фрактал, как система обладающая свойством самоподобия, то есть составленная из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре в целом, вновь возвращает нас к кентаврической основе самой концепции города. Фрактальность города, с одной стороны, является инструментом, позволяющей нам работать с более мелкими структурами кластерной модели города, а с другой стороны – позволяет объединять кластеры в тектологическую исследовательскую модель. Именно эта двойственность фрактальной модели города: цель и инструмент, дает возможность дальнейшего описания принципов кластерной модели развития города.

3. Концепт-идея.

«Кластерная модель развития города»

Существуют многие попытки осмыслить город – это и трактаты древнеиндийских Вед [8] и социально-философские труды Томаса Мора [17], Томазо Кампанелла [12], Николо Макиавелли [15] и многие другие. Однако во всех них Город (именно с большой буквы «Г», как некий философский термин) рассматривается в уже существующем закамелом виде без его истории и дальнейшего развития, в них дается модель, но не дается ее осмысление. Точно такие же модели, только гораздо позже выдвигали русские архитекторы-конструктивисты: Иван Леонидов, Эль Лисицкий и другие – они давали образ Города, раздвигающий рамки разумного до высочайших пределов. Ну и конечно же целая плеяда мастеров русской «Бумажной архитектуры»: Юрий Аввакумов, Михаил Белов, Александр Бродский, Тотан Кузембаев, Илья Уткин, Михаил Филиппов, Максим Харитонов и другие [21, 22, 23].

Однако первым человеком, начавшим воспринимать город, как сложную пространственную структуру попыткавшимся перевести ее в динамически адаптируемую модель стал Макото Сей Ватанабе. В своем проекте INDUCTION CITY он затрагивает вопросы динамической организации пространственной структуры города, построенного на математически выверенных моделях [3,4,5]. В своих работах японский архитектор показывает, что город может и готов стать органичной частью окружающего мира. Его проект INDUCTION CITY строится на основе трех взаимодополняющих моделей:

SUNGOD CITY – город созданный таким образом, что каждый его элемент получает необходимую ему долю солнечного света, тепла и энергии: «Мы вырезали туннели в структуре так, что солнечный свет достигает задней стороны устройства. Мы делаем то же самое для всех других агрегатов, которые не имеют адекватного доступа к солнечному свету. Результатом стало появление огромного "пористого куба" с многочисленными пустотами [5]».

MOON GODDESS CITY – данный компонент является противоположностью SUNGOD CITY. Основным условием здесь является то, что блоки не должны подвергаться воздействию солнечного света (не должно нагреваться). В то время как воздействие солнечного света сведено к минимуму для всех единиц, способных генерировать кластер.

И на основе этих двух моделей создается третья – непосредственно Индукционный дизайн, способный генерировать разнообразные

формы, удовлетворяющие обоим предыдущим требованиям.

Однако и здесь рассматривается лишь исключительно узкая грань понимания сути Города, как многогранного явления – отношения Города и Солнца.

Предлагаемые к рассмотрению основные положения **концепции кластерной модели развития города** призваны создать некую универсальную эволюционную матрицу, позволяющую проводить эволюционный и ретроспективный анализ, выявлять ключевые точки развития, создавать факторную и связевую модель и пр.

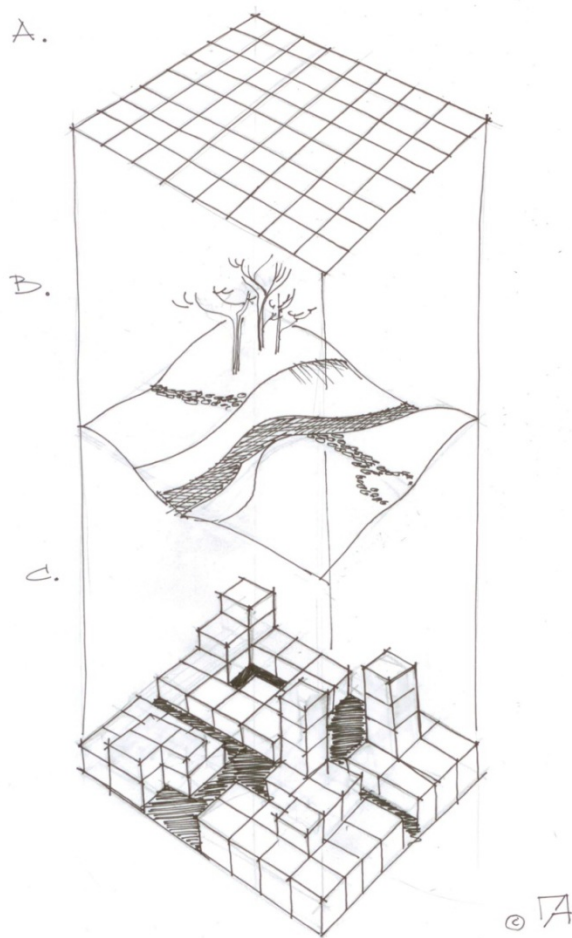


Рис. 1. Этапы начального формирования городских кластеров:

а – "нулевой кластер" с делением его на суб-кластеры; б – "условная территория", задающая начальные характеристики развития кластера; с – пример реакции кластера на данный внешний стимул

Любое населенное и развивающееся во времени пространство: дом, квартал, район, город, область, страна или весь мир может быть представлена группой взаимосвязанных самостоятельных кластеров и одновременно как единая живая кластер-система. За изначальный кластер (нуль-кластер) принимается условная еди-

ница вещи-пространства с начальными «нулевыми» характеристиками (см. рис. 1а): отсутствие точек роста и деградации, отсутствие связей и факторов влияния, отсутствие привязки к местности (даже условной), отсутствие временных факторов и т.п.

Помещая нуль-кластер в условия реального или синтезированного пространства, задаются начальные условия развития (см. рис. 1б) определяемые: природными условиями, сетью кластерных связей, наличием точек притяжения и векторов влияния, наличием или отсутствием прилегающих кластеров и пр. При этом все факторы, оказывающие влияние на нуль-кластер могут иметь как прогрессивную, так регрессивную направленность; играть роль активного, пассивного или вторичного фактора; иметь различную продолжительность по времени влияния, изменяясь в бесконечно большом пределе от мгновенного до постоянного; быть единственным или являться звеном в цепи взаимосвязанных факторов.

Разрабатываемой моделью рассматривается два вида реакций нуль-кластера:

Реакция 1. Общая «масса» кластера остается неизменной, а идет только ее перераспределение. Данный вид реакции способен удовлетворять потребностям системного анализа исключительно на начальном этапе формирования кластерной модели, поскольку показывает только первую или единичную реакцию нуль-кластера на введенный раздражитель. Однако данный вид реакции может использоваться и в дальнейшем в виде эффекта «моментальной камеры» для получения данных по отдельным видам реакций, связей, раздражителей, точек динамического прогресса.

Реакция 2. Происходит деформация элементов кластер-системы с эволюцией одних элементов, деградацией других и остановленных третьих (см. Рис. 1с). Данный вид реакции является динамическим, развивающимся во времени и пространстве процессом, характерной чертой которого является постоянное перераспределение точек активности/пассивности/покоя внутри кластера. Так реакция одного объекта является раздражителем для другого, активность одного элемента побуждает к развитию соседние сопричастные ему элементы. Одновременно с этим усиленная активизация одного участка кластера может оказать негативное влияние на другой его участок или смежный участок соседнего кластера. При этом стоит отметить, что результатом такого воздействия может стать как еще более сильная активизация развития доминантного кластера, так и обратный процесс.

Еще одной особенностью предлагаемой кластерной модели развития города является то, что она сама и её составные элементы (нуль-кластеры) так же обладают и характеристиками фрактальной системы, подразумевающей возможность как деления отдельного кластера на суб-кластеры $n^{\text{минус}}$ -порядка, так и объединения их в более крупные образования $n^{\text{плюс}}$ -порядка с выявлением обобщающих векторов развития. При этом фрактальность кластерной модели позволяет дифференцировать полученные данные и систематизировать комплексы ответных реакций и полей влияния для получения общей эволюционной картины. Одновременно с этим, появляется возможность выявления отдельных реакций и раздражителей, воздействующих на мельчайшие суб-элементы кластера, что в свою очередь открывает перспективы анализа, дифференциации и точечного вмешательства в структуру развития кластера.

В ходе своего развития каждый элемент кластера (суб-кластер) способен активно либо пассивно взаимодействовать с другими элементами кластера. Такое взаимодействие может происходить как непосредственно с соседними элементами, так и опосредованно со всеми элементами кластера посредством выстраивания цепи непосредственных взаимодействий, отвечая на воспринятые кластером и его элементами внутренние и/или внешние раздражители. Стоит отметить, что данные взаимодействия в равной степени могут рассматриваться как на внутри-кластерном так и на уровне межкластерном уровне.

При этом можно выделить типологический ряд характеристик, отвечающих за степень данного взаимодействия. Во-первых, каждый элемент (суб-кластер) может активно или пассивно взаимодействовать с соседними элементами, а так же опосредованно со всеми элементами кластера, отвечая на воспринятые кластером внутренние и/или внешние раздражители. Активную позицию занимает кластер или кластерный элемент, получивший в результате внешнего или внутреннего стимула потенциал развития. Таким стимулом, к примеру, может являться строительство или реконструкция дороги, внедрение в ткань города новой точки притяжения (промышленное предприятие, офисный или торговый центр, жилое образование и т.д.). Однако стоит заметить, что подобное воздействие почти всегда является комплексным, состоящим из системы взаимодополняющих факторов, к тому же не всегда имеющих одинаковый вектор развития.

Рассмотрим пример. Строительство нового предприятия дает положительный вектор в

развитии района и прилегающих к нему территорий, однако в условиях не проведения в жизнь опережающей модели инфраструктуры, существующие сети (дороги и инженерные коммуникации) могут не справиться с усилившейся новой точкой притяжения, что окажет негативное воздействие на развитие. Одновременно с этим изменившаяся экологическая обстановка так же понижает индекс развития в виду негативного воздействия на человека. С другой стороны не создание нового центра притяжения не дает общего импульса развития территории, что так же негативно скажется на общей системе. Результатом всего вышеперечисленного является то, что появляется необходимость создания системы способной на адекватно взвешенный анализ векторов развития для поиска их оптимальных соотношений, а также рационального размещения всех элементов городской инфраструктуры и составляющих его объектов и населения.

Во-вторых, тип оказываемого влияния можно охарактеризовать по нескольким уровням:

Уровень I. Непосредственное соприкосновение – влияние оказываемое на суб-элементы кластера непосредственно граничащие с исследуемым. Различают соприкосновение, проходящее по грани суб-элементов (более активное) и через угловые точки (равнозначное предыдущему или менее активное).

Уровень II. Опосредованное соприкосновение – соприкосновение и взаимовлияние происходит через цепочку непосредственных соприкосновений. Чем сильнее степень влияния, тем длиннее цепочки k-контактов (k-контакт – неопределенное число передаточных взаимозависимых элементов кластера, находящихся в цепочке опосредованных соприкосновений)

Уровень III. Трансляционное влияние – влияние, оказываемое при отсутствии цепи непосредственных соприкосновений, но возникающее при наличии четко направленных векторов взаимодействия, взаимовлияния между двумя отдельными единицами внутри кластера или между кластерами. Подобного рода связи могут являться причиной возникновения нового транзитного коридора, влекущего за собой цепь изменений структуры прилегающих кластерных единиц.

Границы цепочек опосредованного соприкосновения суб-кластерных элементов системы определяют поле комлементарного влияния каждой кластерной единицы, при этом меньшие поля могут поглощаться более крупными (более активными) полями и при укрупненном анализе не учитываться или давать дополнительные бал-

лы доминирующему элементу. При соприкосновении или пересечении двух или более комлементарных полей появляются условия для возникновения связей III уровня, при этом точка пересечения или область объединения получают дополнительный стимулирующий эффект развития, как транслятор коммуникации.

При достаточно большом количестве связей III уровня между кластерами и появления зон пересечения комлементарных полей происходит слияние кластеров с образованием новых обобщающих кластеров $n^{плюс}$ -порядка.

Таким образом, мы получаем обобщенную модель динамически развивающейся кластерной модели города. Сама модель, изначально описываемая как квази-живая система, обладающая сложной организационной структурой, за счет постоянно изменяющихся внутренних условий и факторов будет постоянно находиться в процессе эволюционного развития, усложняя и наращивая составляющие ее суб-кластерные элементы.

При этом можно предположить, что процесс нарастания пространственной массы суб-кластеров может происходить бесконечное время, вплоть до достижения им абсолютного доминирования или уравнивания пространственной массы-структуры кластера при устоявшихся старых и отсутствии новых внешних раздражителей. Однако ни одна «башня», равно как и любая сложная система, не может быть бесконечно большой. В определенный момент времени она начинает распадаться под собственным «весом» или в виду перенакопления массы внутренних конфликтов.

В данном случае дальнейший эволюционный процесс может пойти так же двумя путями:

Путь I. Процесс коллапса доминирующего сверх-развитого элемента порождает один или несколько новых нуль-кластеров, располагающихся в непосредственной близости от основного элемента.

Путь II. Процесс коллапса доминирующего сверх-развитого элемента частично обнуляет результаты предыдущего эволюционного развития кластера и, перераспределив суб-кластерные элементы, находящиеся на разных уровнях и стадиях развития, а так же системы связей и векторов влияния, запускает вновь процесс эволюции в несколько измененных условиях.

В настоящее время ведется определение факторов влияния и их граничных значений, как в плоскости влияния самого фактора, так и на уровне межфакторного взаимодействия; ведется выявление системы промежуточных значений, позволяющих дифференцировать факторы между собой и внутри себя; ведется определение

моделей комплексного воздействия факторов на развитие суб-элементов кластера.

Особо стоит отметить обширность объема факторов, оказывающих возможное влияние на эволюционное развитие кластера, примерная укрупненная типология которых при дифференциации их по комплексным группам может включать:

а) **естественные**: природно-климатические, геологические, территориальные и пр. – *данная группа факторов отвечает за основную часть начальных характеристик и направленности векторов развития нуль-кластера (наряду с антропогенными и экономическими и др.).*

б) **экологические** – *группа факторов, отвечающих за качество, как изначальных характеристик «условной территории», так и за определение качества принимаемых решений в виде механизма определения комфортных внешних условий существования Человека.*

в) **эволюционные** – *данная группа факторов отвечает за возможность развития системы, при этом, как уже отмечалось ранее, эволюционность подразумевает как положительный (прогрессивный), так и отрицательный (деградационный) вектор развития.*

г) **хаотические**: стихийные, включая возможность резкого насильственного внесения изменений – *данная группа факторов вводится, во-первых, для возможности проведения обратного эволюционного анализа развития города, когда размещение объектов (территорий) производилось не на основе всеобъемлющего анализа, а «указующему» решению старой модели плановой экономики; в данную группу факторов могут быть также включены и возможности стихийных бедствий и явлений, носящих хоть и хаотический, но в достаточной степени предсказуемый (в плане оказываемых воздействий) характер.*

д) **антропогенные**, включая этнографические и антропософские – *самая непредсказуемая группа факторов, предлагаемая к оперированию в данной модели, с одной стороны, действуя с точки зрения психо-истории, мы можем нивелировать хаотическое начало Личности в организующей структуре Города, с другой – человек является наиглавнейшим элементом системы, поскольку он и есть мерило и цель всех решений.*

е) **обобщенные градостроительные** – *данная группа включает в себя все структурные элементы городской среды: объекты, инфраструктуру, территории и их функциональные особенности, а так же степени их взаимовлияния.*

ж) **экономические** – *данная группа факторов наряду с политическими, естественными и*

эволюционными характеризует пути и средства достижения глобальной цели: создания гармоничной, рациональной и комфортной среды способной к устойчивому саморазвитию.

з) **политические** – группа факторов отвечающих, как уже отмечалось ранее, с одной стороны за внесение ряда элементов хаотического характера и дестабилизирующих систему, так и за волю к детальной разработке и внедрению предлагаемой кластерной тектологической модели.

и) **медицинские**, включая медико-биологические и психо-физические – данная группа факторов, наряду с прочими группами, отвечает за реализацию комплексной задачи создания качественной среды обитаний Человека, формируя качественную характеристику комфортной жизни, поскольку позволяет со-

здать методiku и механизм отслеживание жизненно-важных показателей, как на уровне самого человека, так и на уровне окружающей среды, объединяясь в данном случае с экологическими факторами.

Как видно из приведенного описания комплексных групп факторов, сведение задачи устойчивого развития Города к какому-либо одному (или даже нескольким) элементам, как это происходит в настоящее время, не представляется не только возможным, но, по мнению автора, даже недопустимым, поскольку ведет к тупиковому пути односторонности. Город же, как и человек, как отмечалось ранее – это многогранное явление, способное к полноценному развитию и самореализации только при комплексном равновесном развитии всех составляющих его элементов.

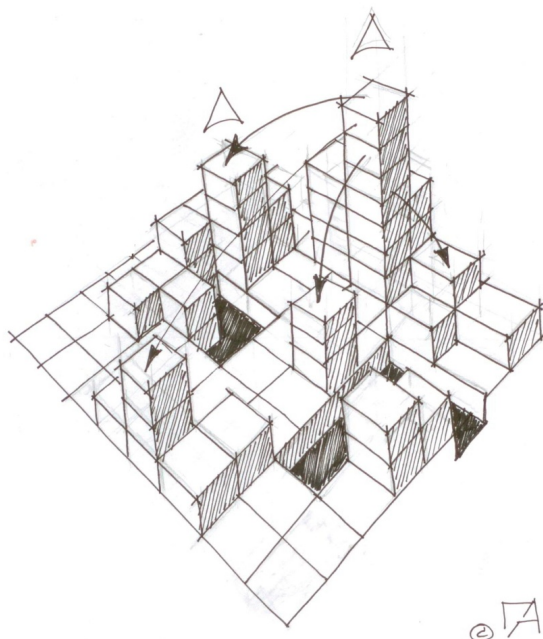


Рис. 2. Пример дальнейшего развития городского кластера с демонстрацией влияния различных уровней, на примере доминантного кластера

Выявление требуемых характеристик представляется возможным в результате проведения ряда историко-аналитических исследований в отношении развития как наиболее старых с многовековой и тысячелетней историей, так и молодых, но бурно развивающихся городов – их генеральных планов, проектов застройки и т.п. Определение всех необходимых для исследования факторов потребует так же переосмысления степени инклюзивности смежных с архитектурой и градостроительством иных отраслей научного знания Человечества. Так же планируется проведение ряда социологических исследований и создание четких математически выверенных моделей факторов влияния.

На основе выработанной системы факторов развития и общей модели кластерного развития

города видится возможным создание универсальной интеллектуальной кибернетической системы (виртуальной модели) способной в режиме прокрутки или замораживания времени оценивать влияние принимаемых решений (как по городу, так и по региону или стране) для поиска оптимальных путей развития человеческого общества.

В результате анализа основных положений концепции кластерной модели развития города, помимо определения комплекса факторов влияния, внутренних и внешних раздражителей, направленности и характеристик векторов реакции и действия полей комлементарного влияния, а так же выявления их качественных и количественных характеристик требуется рассмотреть весь сонм их возможных сочетаний с условиями

их взаимосвязи, взаимодополняемости и взаимодействия, а так же степени влияния как отдельных факторов так и их комплексов на развитие и деформационные процессы всей кластер-системы в целом.

При этом рассматривается комплекс вопросов, относящихся и к обобщающей модели развития городского нуль-кластера и всей кластер-системы:

- При каких показаниях коэффициента положительного развития происходят рост, трансформация и эволюция суб-кластера, кластера и всей кластер-системы?

- При каких показаниях коэффициента положительного развития идет деление кластера на дополнительные (внутренние) кластерные подсистемы?

- При каких условиях прекращается активная фаза эволюции отдельных кластеров и начинается процесс объединения и укрупнения кластерных единиц?

- Как определить критическую массу развития кластера, при котором происходит его распад на самостоятельно развивающиеся кластеры или происходит рождение (отделение) новых кластерных нуль-единиц?

4. Заключение.

Предлагаемая к рассмотрению концепция создания кластерной модели развития города в некотором роде может быть сравнима с наукой психо-историей, применяющей математические методы для исследования происходящих в обществе процессов и благодаря этому позволяющей определять или предсказывать возможный вектор развития общества с высокой степенью точности. Однако исключив из общей системы такой непредсказуемый фактор как «человек» мы можем с достаточной долей уверенности отслеживать и направлять градостроительное развитие городов в нужном русле.

Предлагаемый метод аналитики путем деления городского пространства на систему кластеров, обладающих свойствами фрактальных систем, предоставляет инструментарий, как перспективного планирования развития территорий, так и проведение ретроспективных исследований. Помимо этого данный инструментарий позволит с большой степенью точности определять положения и характеристики основных узлов города или региона, определять систему и модель развития экономики в плане размещения отдельных ее компонентов на рассматриваемых территориях (страна, регион, город, округ и т.д.).

С другой стороны предлагаемая аналитическая модель развития, при условии ее всестороннего изучения, апробации и применения мо-

жет создать прецедент формирования **новой модели плановой экономики**, на основании которой распределение ресурсов и производств будет произведено с максимальной рациональностью и эффективностью для всеобщего развития страны, создавая комфортную и благоприятную среду для ее граждан. Данная модель, в виду максимальной рационализации и возможности проведения превентивных эволюционных исследований, ведь размещая какой-либо объект (дом, завод, элемент инфраструктуры и даже новый город) мы должны понимать, что объект появился не на год и не на два, порой речь идет о столетиях и даже тысячелетиях, в которых могут возникнуть новые вызовы и новые кризисы, основанные на объективных, поддающихся анализу, учету и моделированию причинно-следственных связях, а следовательно – прогнозируемых. Поэтому, город, а может и вся страна в целом, построенные на предлагаемой модели кластерного развития, при условии применения ее в качестве четко отлаженной системы анализа/управления/действия может стать активной само-адаптивной системой, способной к бесконечному устойчивому развитию и процветанию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Haag D. Cluster specialisation pattern and innovation styles. 1998. P.5.
2. Feldman V.P., Audretsch D.B. Innovation in Cities: Science based Diversity, Specialization and Localized Competition-European Economic Review. 1999. № 43. P. 409-429.
3. Makoto Sei Watanabe. Conceiving the City. L'Arcaedizioni. Milan. Italy. 1998. P. 146
4. Maurizio Vogliazzo, "Makoto Sei Watanabe. Flui City", L'Arca 186, 11/ 2003, "Agora. Dreams and Visions" P. 34-37 (34-43)
5. Makoto Sei Watanabe. URL: <http://www.makoto-architect.com>
6. Panfilov A. The Cluster Model of Development of the City - MATEC Web Conf. 73 06008 (2016). DOI: 10.1051/mateconf/20167306008
7. Богданов А.А. Всеобщая организующая наука. Тектология. Кн. 1-2, М., 1989. 650с.
8. Васту. Пер. с англ. М.: Philosophical Book, 2001. 204 с.
9. Данин, Д.С. Старт кентавристики. Наука и Жизнь, 1996. № 5-6
10. Данин, Д.С. Кентавристика. Программа курса для гуманитарных специальностей. РГГУ. М. 1997. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kamen-jahr.livejournal.com/462861.html>
11. Захаров, А. О единстве систем «природа–общество–производство–техника» // Биофизика – 1992. [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: http://triz-evolution.narod.ru/Systems_affinity.pdf

12. Кампанелла Т. Город Солнца [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.ru/INOOLD/Kampanella/suntown.txt>.

13. Костов С.В. Тектологические принципы устойчивого развития. В сб. Концептуальные вопросы устойчивого развития. Материалы V Всероссийской интернет-конференции по проблемам эконофизики и эволюционной экономики. Екатеринбург: МИАБ, Издательство Уральского университета, 2006. С. 32-24

14. Линч К. Образ города / Пер. с англ. В.Л. Глазычева; Сост. А.В. Иконников; Под ред. А.В. Иконникова. М.: Стройиздат, 1982. 328с.

15. Лэндри Ч. Креативный город. М.: Издательский дом "Классика-XXI, 2011. 399с.

16. Макиавелли, Н. Государь. Пер. Г. Муравьевой / Н. Макиавелли. Избранное. Пер. с итал. М. «РИПОЛ КЛАССИК», 1998. С. 375.

17. Мельников В.П. Тектология в современных представлениях об организации природы и управлении процессами (полузабытое наследие А.А. Богданова) / В.П. Мельников, А.С. Линков; Рос.акад.наук, Сибирское отделение, Тюменский научный центр, Институт криосферы Земли; Тюменский гос.ун-т. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2016. 159с.

18. Мор Т. Утопия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.ru/INOOLD/mor/utopta.txt>.

19. Панфилов А.В. Мобильное жилище: на пути от мобильного к самоадаптивному // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и

прикладных исследований '2013». – Выпуск 1. Том 43 – Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. С. 81-93

20. Панфилов А.В. Адаптивная архитектура. // В сборнике материалов II дистанционной научной конференции с международным участием по теме "Современные достижения науки" (г. Баку, 14-16 февраля 2011 г.). Баку, "Tİ - Media", 2011. С. 101-102

21. Сапрыкина Н.А. Утопическое проектирование 20 века. Футурологические концепции прогнозирования // «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской федерации в 2011 году» // Научные труды РААСН, том. 1, Москва, 2012. С. 262-267.

22. Хан-Магомедов, С.О. Архитектура советского авангарда: Книга 1: Проблемы формообразования. Мастера и течения. – М.: Стройиздат, 1996. 709 с.

23. Хант Дж. Архитектура в «кибернетическую эпоху» // Architectural Design. – № 11-12/1998 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.i-home.ru/site.xp/049055048050124051056049055124.html>

24. Шубенков, М.В., Шубенкова, М.Ю. Отдельные вопросы теории развития отечественной теории градостроительства. // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies» «Архитектура и современные информационные технологии» (AMIT), 2015, [Электронный ресурс] <http://www.marhi.ru/AMIT/2015/special/shub/shub.pdf>

Panfilov A.V.

THE CLUSTER MODEL OF DEVELOPMENT OF THE CITY

The article deals with issues related to the current state and development of the concept of urban development and urban analysis, whose main task is to develop an evolutionary model settlements development. However, urban science covers many related areas of knowledge, and is becoming one of the areas of fundamental research on the theory of the development of society as a whole. It is in urban planning are reflected culture, sociology, economics, politics and much more, giving to Tectological characteristics. At the same mechanics of their interactions allows us to look at the city as a system matrix structures, interacting in time and space, and have the features of the cluster and fractal models. Cited in the article description of the author's concept of cluster model of development of the city raises fundamental questions about its formation, determines the key parameters and mechanisms for its operation.

Key words: the cluster model, the fractal model, adaptability, adaptability itself, cluster city, an integral city, induction city.

Панфилов Александр Владимирович, кандидат архитектуры, доцент, заведующий кафедрой архитектуры и дизайна.

Тюменский Индустриальный Университет.

Адрес: Россия, 625001, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 38

E-mail: archi-zoom@mail.ru

*Альфажер Мохамед Абдул Карим, аспирант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ОБЛИКА ЗДАНИЯ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ РЕНОВАЦИИ ПАМЯТНИКА АРХИТЕКТУРЫ

alfajrm85@gmail.com

Предметом исследования являются перспективы максимального сохранения исторического облика здания при комплексной реконструкции. Современные технологии реставрационных работ, в ходе которых возможно повысить не только эстетические, но и эксплуатационные качества, перешли на новый уровень развития в связи с новейшими технологическими разработками в области химической и строительной индустрии. Применение наиболее надежных, экономически целесообразных, рациональных и долговечных технологий реконструкции памятников архитектуры является важным этапом на пути сохранения культурного наследия.

Ключевые слова: *восстановление, реновация, реконструкция, памятник архитектуры, современные технологии, облик здания, сохранение, консервация, культурное наследие.*

На памятниках архитектуры могут производиться такие виды работ, как реставрация, реституция, консервация и ремонт. [6].

Реновация и реконструкция объектов культурного наследия всегда связана с восстановлением эксплуатационных показателей и усилением несущих конструкций зданий. Но немаловажным фактором является воссоздание и сохранение исторического облика здания, - его фасадов. Такие восстановительные работы нуждаются в индивидуальном подходе, отличающемся от проектных решений в процессе нового строительства.

Как правило, реновация и реконструкция проводится в условиях высокой стесненности, что не позволяет применить оптимальные строительные комплексы машин и механизмов. Такое обстоятельство требует разработки и внедрения новых технологий проведения работ по реконструкции, оптимальных организационно-технологических решений и привлечения специального строительного оборудования.

Реставрация памятников архитектуры достаточно трудоемкий процесс, который зависит от многих факторов, а также от правил, регламентов и законов. Прежде чем начинается работа над объектом, проводится ряд исследований, которые включают в себя целый список работ по изучению архитектуры памятника и цикл инженерно-технических изысканий [4].

Рассмотрим основные причины разрушения исторических фасадов зданий и способы их предотвращения. Главной причиной образования поперечных трещин в стенах здания, с их дальнейшими разрушениями, являются разрушения фундаментов. В результате подмыва грунта и усадок почвы, сезонного поднятия грунтовых вод, сопротивление основания уменьшается, что приводит к увеличению напряжения под подошвой фундамента и его

деформации. Эта проблема решается путем инъекционного укрепления грунтов: искусственным замораживанием грунта, силикатизацией, смолизацией [5] или цементацией.

Другой причиной образования трещин в ограждающих конструкциях зданий являются потеря несущей способности, т.е. увеличения на них нагрузок из-за надстроек мансардных этажей или замен конструктивных элементов кровли, аварийных повреждений конструкций. Для определения причин разрушения, необходимо установить характеристики строительных материалов, конструкцию узлов, соответствие проекту, проверить статическую схему нагрузки до и после разрушения конструктивного элемента. Также, фасады исторических зданий сильно страдают от промерзания стен и стыков, протечек и постоянных воздействий осадков.

Еще одной причиной ослабления несущей способности ограждающих конструкций являются динамические и вибрационные воздействия при новом строительстве вблизи исторического здания, или сейсмические воздействия природного характера. Для исключения нежелательных для исторических зданий и слабых грунтов динамических воздействий, производят установку свай методом вдавливания.

Удачными примерами реконструкции исторических объектов путем усиления фундаментов стали Третьяковская галерея, музей Андрея Рублева в Москве [1], театр МХАТ. Преимущества такого усиления фундаментов, путем буроналивных свай, является полное отсутствие земляных работ. Бурение скважин ведется непосредственно через фундамент, не затрагивая коммуникаций, проходящих около зданий и в подвалах (рис. 1). Таким образом, абсолютно не изменяется внешний вид конструкций цоколя, что немаловажно при работе с памятником архитектуры. Это экономичный способ, с низким расходом материалов и возможностями не рас-

селять объект реконструкции на время проведения строительных работ (рис.2).

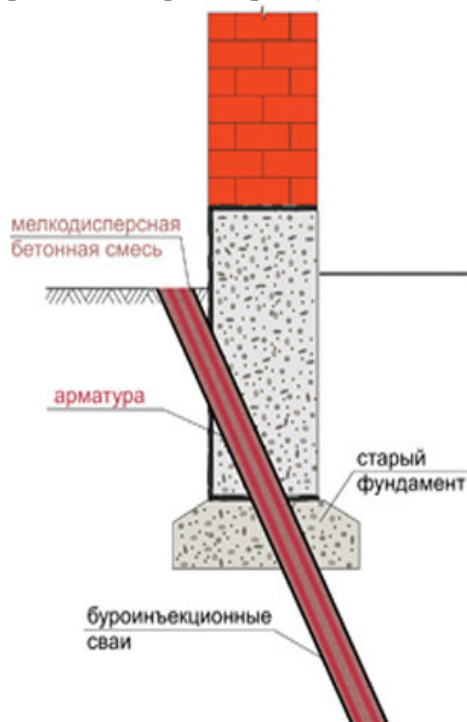


Рис. 1. Усиление фундамента буронабивными сваями

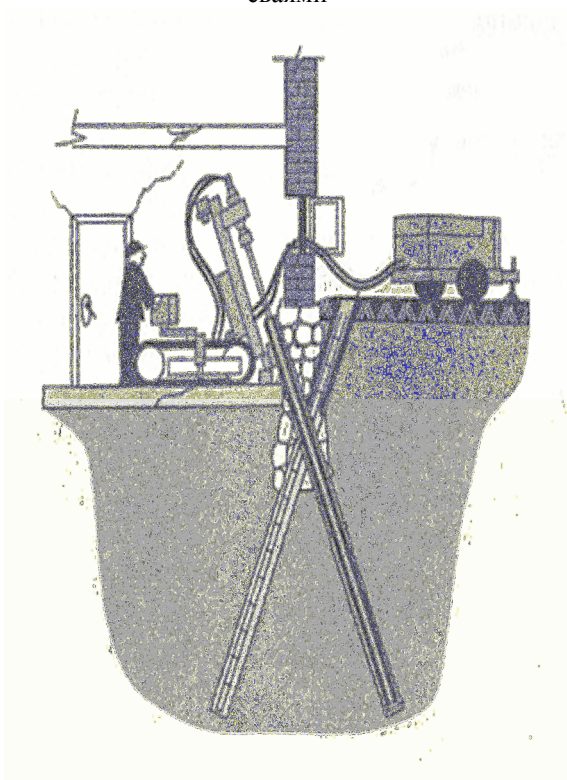


Рис. 2. Процесс выполнения усиления фундамента буронабивными сваями

Используя метод буронабивных свай, в Петербурге выполнено оригинальное усиление оснований и фундаментов костела Св. Екатерины (Невский пр.,32) при общем количестве свай более 1200 шт. (крупнейший объект России по объемам усиления) (рис. 3,4). [1]

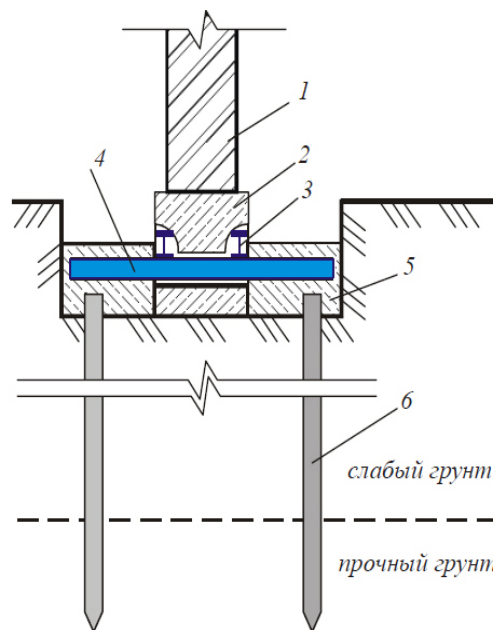


Рис. 3. Усиление фундаментов с помощью выносных свай:

1 — стена; 2 — фундамент; 3 — продольная балка; 4 — поперечная балка; 5 — железобетонный пояс (ростверк); 6 — сваи

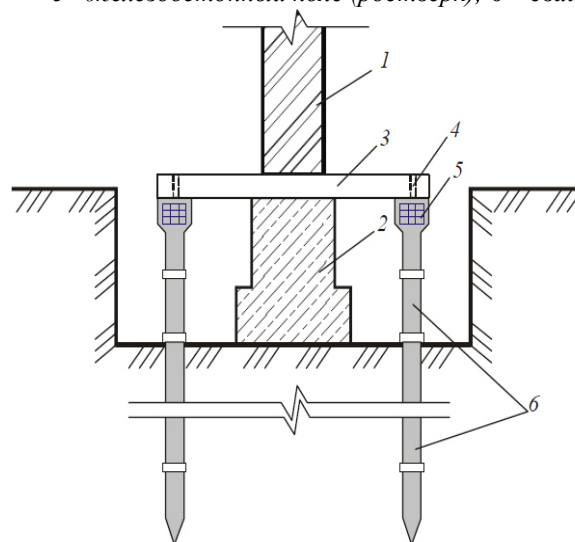


Рис. 4. Усиление фундаментов с помощью задавливаемых металлических свай:

1 — стена; 2 — фундамент; 3 — монолитная железобетонная балка; 4 — отверстие для подачи бетонной смеси; 5 — армокаркас; 6 — металлические трубчатые сваи

Проблемы реконструкции и перепрофилирования объектов культурного значения должны решать широкий спектр задач, в которые входит увеличение полезной площади здания, возможное увеличение этажности, повышения несущей способности и жесткости ограждающих конструкций, замена фасадных декоративных и конструктивных элементов.

При реновации исторических объектов, производится расчет строительных конструкций в соответствии с действующими строительными

нормами и правилами. Проверочные расчеты производятся с учетом новых изменений действующих нагрузок, объемно-планировочных решений, условий эксплуатации, наличия дефектов и повреждений, обнаруженных при визуальном обследовании.

Рассмотрим современные методы восстановления и реконструкции исторических фасадов. Первоочередными работами при реконструкции фасадов и несущих элементов конструкций исторических объектов, являются работы по просушке стен и устройству гидроизоляции, – отсечки капиллярной влаги. Наиболее эффективным методом в последние годы стала горизонтальная гидроизоляция в цокольных рядах и поэтажных основаниях каменной кладки, произведенная при помощи электроинъектирования (рис.5). Сущность этого способа состоит в проникновении горизонтальных гидроизоляционных слоев, через просверленные отверстия в каменной кладке, специальными гидрофобными

растворами при равномерном влиянии постоянных электрических волн. При этом, сначала снимается штукатурный слой в местах сверления отверстий и производится их разметка и зачистка, затем в них устанавливаются инъекторы-электроды. [3] Далее собирается электрическая схема и просушивается каменная кладка в зоне гидроизоляционной пропитки, а к инъекторам подводится система подачи инъекционного раствора. После окончания первого процесса инъектирования, система подачи инъекций отключается, а инъекторы-аноды перемещают в нижние ряды отверстий и к ним подводится система подачи инъекционного раствора и инъектирование проводится без использования электрического тока. После всего этого система демонтируется, а инъекционные отверстия примерно через восемь дней после электроинъектирования, заделываются известковым раствором с добавлением цемента на глубину 100–200 мм. [7].

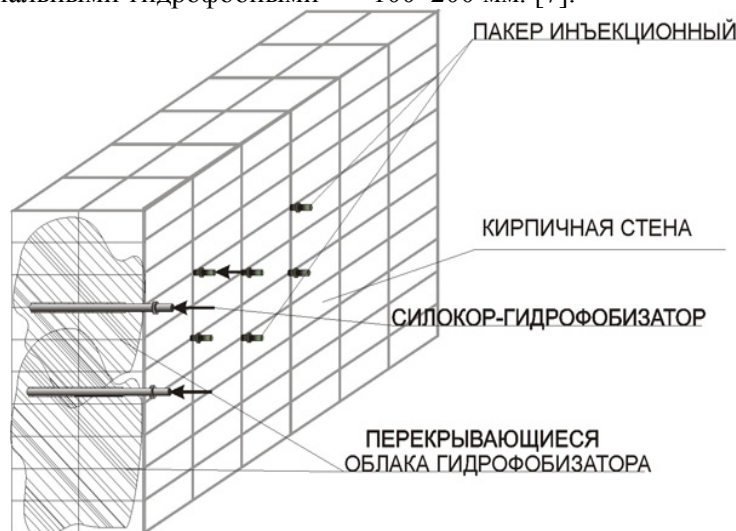


Рис.5. Гидрофобное электроинъектирование

ТИПОВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИНЪЕКЦИОННЫХ ГИДРОАКТИВНЫХ СИСТЕМ АКВИДУР

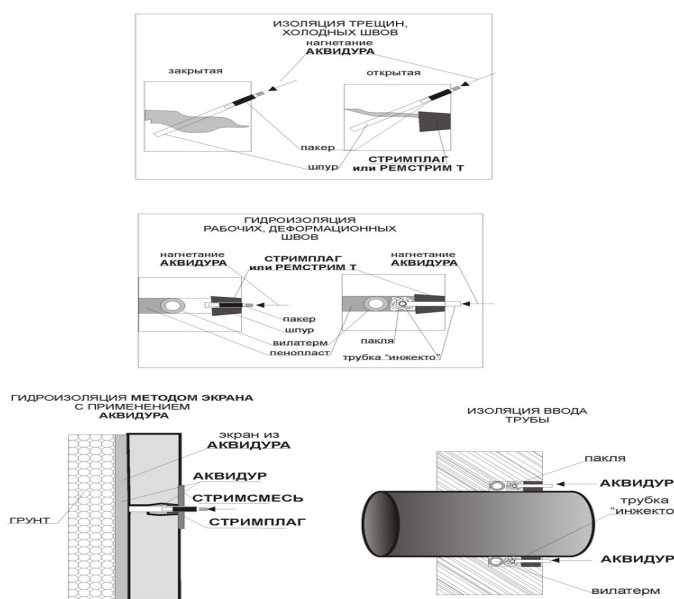


Рис. 6. Применение инъекционных гидроактивных смесей

Инъектировать можно и трещины в старой каменной кладке (рис.6). Для этого в трещины через инъекционные трубки, закрытые с лицевой поверхности кладки, нагнетается строительный раствор под высоким давлением. Метод инъекции трещин может применяться для кладки из кирпича, плинфы, туфа, известняка, ракушечника, песчаника, а для кладок из особо твердых пород (гранит, базальт) он применяется ограниченно, за исключением бутовых кладок стен и фундаментов.

Для различных типов кладок должен применяться свой инъекционный раствор особого состава. Существуют растворы для конструкций зданий в аварийном состоянии, растворы для инъектирования археологических конструкций, для инъектирования стен и конструкций с настенной живописью, для инъектирования при армировании, растворы для укрепления белокаменной и кирпичной кладки колонн, стен, пилонов, арок.

Также, возможно усиление каменной кладки композитными материалами, винтовыми стержнями, стальными обоями, стяжками, швеллерами, армированием, тяжами, сеткой.

Большой раздел по технологии проведения реставрационных работ посвящен консервации и реставрации поверхностей открытой каменной кладки, которая находится под постоянным воздействием агрессивных внешних факторов. Возможное откалывание и крошение каменной кладки, выпадение его отдельных кусков, появление трещин и высолов. В таких случаях возможно два варианта восстановления лицевой поверхности каменной кладки: замена разрушенных участков или дополнение утраченных элементов специальными растворами. Рациональность того или иного метода определяется в каждом конкретном случае: если кирпич разрушен меньше чем на 1/2 глубины, целесообразно восполнять участки утрат цементным раствором, а если больше половины, то заменять утраченные элементы новой кирпичной кладкой. В случае выветривания или крошения кирпича, если раствор в швах еще сохранился и выступает наружу, утраченные участки также заполняются специальными растворами.

Такие дефекты на поверхности кирпича, как пустоты и сколы, шпательются, если глубина дефектов составляет не более трех сантиметров, в противном случае, кирпич подлежит полной или частичной замене. Реставрационная шпаклевка производится смесью, состоящей из извести-теста (1 часть), цемента (0,5 частей), цемьянки (3 части) и необходимого цветового пигмента. Полученная смесь замешивается водой с добавлениями водной эмульсии ПВА. [2] Воз-

можное реставрационное вмешательство, в каждом отдельном случае, должно быть обосновано расчетом.

Нетрадиционный способ усиления металлических и каменных конструкций при помощи углеволокна, появился благодаря такому высокопрочному изобретению, как искусственное углеродное волокно. Он применяется в виде холстов, а также лент или ламинатов. Усиления углепластиком относятся к внешнему армированию, поскольку материалы крепятся на конструкции при помощи эпоксидного клея. Они эффективно реагируют на большие приращения деформаций в конструкциях. Обоймы из углехолста включаются в работу усиливаемого элемента уже сразу после его монтажа, при этом, сводится к минимуму нарушение целостности усиливаемой конструкции.

Монтажу углеволокна в виде ленты или холста всегда предшествует очистка поверхности конструкции, к примеру пескоструйная обработка, и создание слоя адгезии с помощью монтажного эпоксидного состава. Армирование углеволокном материалами гораздо эффективнее традиционных способов усиления каменных элементов конструкций при помощи стальных обоев. Конструктивные элементы внешнего армирования из углеволокна создают новые возможности по широкому регулированию усилий в каменной кладке, при этом сводить к минимуму нарушения ее целостности. Такой способ усиления каменных конструкций при помощи углеволокнистых холстов и лент позволяет обойти установку точечных анкеров, вовлекать больший объем строительных материалов в восстановление отдельного элемента конструкции, реализовывать существующие резервы конструкции, и при этом заботливо относиться к неповрежденным участкам памятника архитектуры.

На сегодня можно подчеркнуть несколько основных направлений для сохранности памятников архитектуры, к которым относятся:

- Теплофизические принципы: современные теплоизоляционные материалы и решения, препятствующие переносу тепла сквозь стены, а также создание микроклимата искусственным путем вокруг сооружения, способом ограниченного воздушного обогрева;

- Технические мероприятия по защите зданий от подземных вод и неблагоприятных атмосферных воздействий: устройство систем дренажа, горизонтальных отсечек от грунтовых вод, защита наружных росписей и лепнины органическим стеклом [10], применения тентовых конструкций;

– Химические принципы защиты, применение которых повышается с каждым годом в связи с прогрессом в области создания новых строительных материалов с повышенными полезными техническими характеристиками и внедрением новых технологий. Специалисты в области реставрационных работ отмечают, что современные материалы для нового строительства не всегда подходят для реставрации старинных зданий. Традиционные цементные материалы тяжеловаты и обладают малой паропроницаемостью, гипс плохо совместим с известью и цементом.

Важно знать, что выбор оптимального решения при восстановлении исторического фасада носит комплексный характер и является сложным инженерным решением. И в каждом конкретном случае требуются компетентность и большой опыт архитекторов-реставраторов. Поэтому требуется разработка рекомендаций для оценки надежности принятых проектных решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бадьин Г.М., Сычев С.А. Современные технологии строительства и реконструкции зданий. С.-Петербург. БХВ. 2013. С. 204.
2. Вестник // «Зодчий. 21 век» - информационно-аналитический журнал, С-Пб. февраль, 2009.С. 91.
3. Заграевский С.В. Культурно-историческая среда российских городов. Способы ее сохранения // Территория и планирование. 2011. № 2(32). С.4–13.
4. Копылова Н.С., Корзун Н.Л. Реставрация памятников архитектуры в Иркутске (на примере доходного дома по улице Фридриха Энгельса, бывшей Жандармской) // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2014. № 1 (6). С. 111–125.
5. Кочерженко В.В., Лебедев В.М. Технология реконструкции зданий и сооружений. М.:Изд-во: АСВ.2007. С. 198.
6. Соболев Н.А., Дегтярева О.Г. Проблемы реставрации и реконструкции памятников архитектуры // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. 2016. С. 879–880.
7. СП 13-102-2003. "Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений" (принят постановлением Госстроя РФ от 21 августа 2003 г. N 153).
8. СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия».
9. СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений».
10. Ernest Wichner (Hg.). Begründet von Heinz Ludwig Arnold/ Versuchte Rekonstruktion - Die Securitate und Oskar Pastior. 2012, 140 p. – германия.

Alfajr Mohamad Abdul Karim

PROBLEMS CONSERVATION OF HISTORICAL APPEARANCE OF THE BUILDING BU COMPLEX RENOVATION OF ARCHITECTURAL HERITAGE.

The subject of research are the prospects for the maximum preservation of the historic appearance of the building at the complex reconstruction. Modern technologies of restoration work, during which it is possible to increase not only aesthetic, but also performance, switched to a new level of development in connection with the latest technological developments in the chemical and construction industries. Application of the most reliable, cost-effective, rational and durable technology reconstruction of monuments is an important step towards the preservation of cultural heritage.

Key words: recovery; renovation; reconstruction; monument of architecture; modern technologies; appearance of the building; preservation; conservation; cultural heritage.

Альфажр Мохамад Абдул Карим, аспирант кафедры «Архитектура и градостроительство». Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: alfajrm85@gmail.com

Аверкова О.А., д-р техн. наук, проф.,
 Крутикова Д.Н., магистр,
 Логачев И.Н., д-р техн. наук, проф.,
 Логачев К.И., д-р техн. наук, проф.,
 Уваров В.А., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ВБЛИЗИ ЭКРАНИРОВАННОГО БОРТОВОГО ОТСОСА*

kilogachev@mail.ru

Разработана математическая модель течения вблизи бортового отсоса от гальванической ванны. Расчетные соотношения получены при помощи метода конформных отображений. Построены линии тока при разных размерах механического экрана, расходов стока и паров вредностей.

Ключевые слова: местный отсос, метод конформных отображений, гальваническая ванна.

Введение. Процессы в гальванических ваннах сопровождаются выбросами загрязняющих веществ: аэрозоли едких щелочей, хлористый водород, никель, хромовый ангидрид, серная кислота и т.д. [1–3]. Наиболее надежным, но и энергоемким способом локализации выбросов загрязняющих веществ в местах их образования является местный вентиляционный отсос (МВО) (рис. 1).

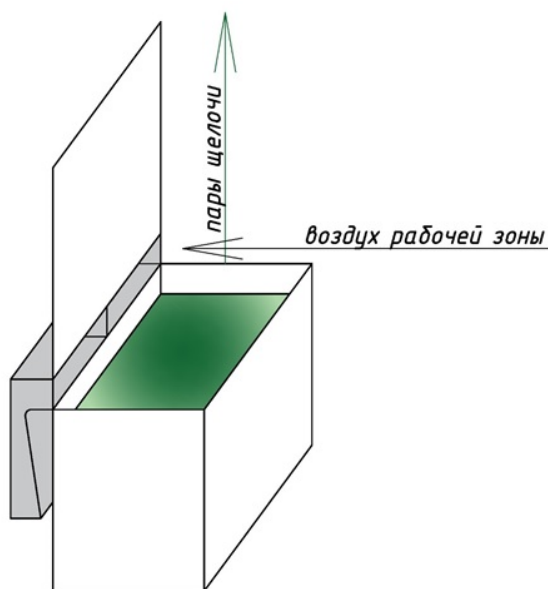


Рис. 1. Схема гальванической ванны с бортовым отсосом

Расчет необходимой производительности МВО обычно осуществляют аналитическим методом с помощью конформных отображений либо численным методом дискретных особенностей [4–7]. Механическое экранирование МВО позволяет уменьшить количество удаляемого воздуха бортовым отсосом за счет ограничения области действия линейного стока и, следовательно, снизить количество потребляемой электроэнергии приточно-вытяжными установками.

Цель работы: разработка математической модели течения воздуха вблизи бортового отсоса, необходимой для создания рекомендаций по уменьшению расхода удаляемого воздуха однобортовым отсосом от гальванической ванны, путем совершенствования конструкции и методики расчета МВО.

Вывод расчетных соотношений. Для того чтобы описать гидродинамическое поле ограниченного линейного стока осуществим конформное отображение вспомогательной полуплоскости $\text{Im}(t) > 0$ на внутренний многоугольник $A_3A_1A_2A_1^*A_3$ верхней физической полуплоскости $\text{Im}(z) > 0$ (рис. 2).

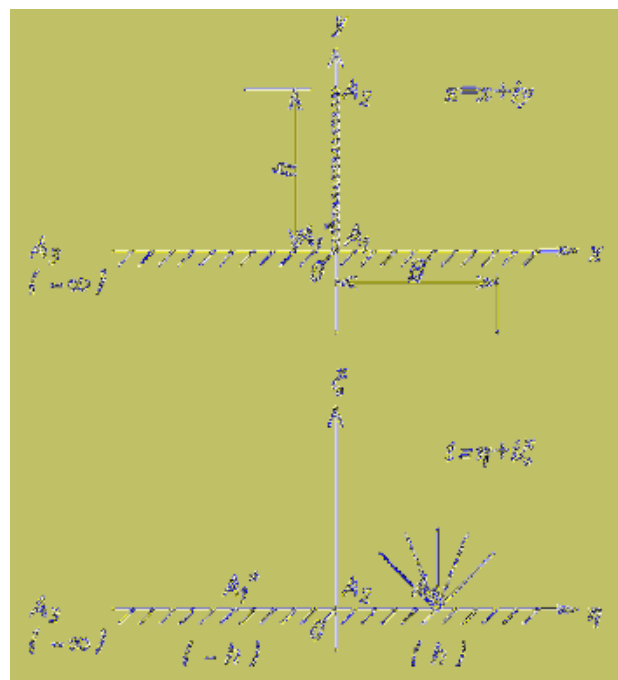


Рис. 2. Конформное отражение верхней полуплоскости $t = \eta + i\xi$ на полуплоскость $z = x + iy$ с разрезом $0A_3$

Эти полуплоскости имеют следующие особенности: во вспомогательной полуплоскости $t = \eta + i\xi$, $\xi > 0$ на расстоянии h на действительной оси расположен точечный полусток производительностью Q_0 ($\text{м}^3/\text{м} \cdot \text{с}$) с комплексным потенциалом

$$w_0 = -\frac{Q_0}{\pi} \ln(t - h). \quad (1)$$

Физическая область $z = x + iy$, $y > 0$ имеет вертикальный щит A_1A высотой h . Отображение областей сделаем таким образом, чтобы сток

$$= c_1 \int_0^t (t+h)^{\frac{1}{2}-1} \cdot (t-0)^{2-1} \cdot (t-h)^{\frac{1}{2}-1} dt + hi = c_1 \int_0^t \frac{t dt}{\sqrt{t^2-h^2}} + hi == c_1 \sqrt{t^2-h^2} + hi(1-c_1). \quad (2)$$

Учитывая, что при $t = h$, $z = 0$, имеем $c_1=1$, тогда

$$z = \sqrt{t^2-h^2} \quad (3)$$

или

$$t = \sqrt{z^2+h^2} \quad (4)$$

и комплексный потенциал стока помещенного в вершину угла $A_2A_1A_3$, в силу (1) будет

$$w_0 = -\frac{Q_0}{\pi} \ln(\sqrt{z^2+h^2} - h). \quad (5)$$

Комплексный потенциал, как известно связан с эквипотенциалами и линиями тока соотношением

$$\varphi + i\psi = w_0 = -\frac{Q_0}{\pi} \ln(\sqrt{z^2+h^2} - h), \quad (6)$$

которое легко выражается следующим уравнением:

$$e^{-\bar{\varphi}\pi - i\bar{\psi}\pi} = \sqrt{z^2+h^2} - h, \quad (7)$$

где для простоты записи принято $\bar{\varphi} = \frac{\varphi}{Q_0}$ – безразмерная эквипотенциаль, $\bar{\psi} = \frac{\psi}{Q_0}$ – безразмерная линия тока.

Разделив соотношение (7) на действительную и мнимую части (используя соотношение Эйлера $e^{i\beta} = \cos\beta + i\sin\beta$) получим систему двух уравнений описывающих ортогональную сетку эквипотенциалей и линий тока

$$e^{-\bar{\varphi}\pi} \cos \bar{\psi}\pi = \text{Re}(A), \quad (8)$$

$$-e^{-\bar{\varphi}\pi} \sin \bar{\psi}\pi = \text{Im}(A), \quad (9)$$

где A – правая часть комплексной функции (7)

$$A = \sqrt{z^2+h^2} - h. \quad (10)$$

При численном задании $z = x+iy$ и h комплексная функция ($\text{Im}(A)$ – мнимая часть и $\text{Re}(A)$ – действительная часть) численно легко определяется в специальной математической среде Maple.

И, следовательно, в этой среде легко решается численно уравнения (8) и (9) и графически

находился в вершине A_1 угла $A_2A_1A_3$. Этим усилим сносящийся поток паровоздушной смеси над зеркалом ванны.

Такое отображение верхней полуплоскости $\text{Im}(t) > 0$ на внутреннюю часть многоугольника $A_3A_1A_2A_1^*A_3$ физической полуплоскости $\text{Im}(z) > 0$ осуществляем с помощью интеграла Кристоффеля-Шварца, который запишем с очевидным соответствием точек

изображается гидродинамическая сетка плоского потенциального течения.

Связанная система уравнений (8) и (9) в результате расчета дает сразу точку пересечения эквипотенциали $\bar{\varphi}$ и линии тока $\bar{\psi}$.

Используя комплексный потенциал (5) можно вычерчивать независимо эквипотенциали $\bar{\varphi}$ и линии тока $\bar{\psi}$, разделив соотношение (6) на действительные и мнимые части

$$\bar{\varphi} = -\frac{1}{\pi} \text{Re}(G), \quad \bar{\psi} = \frac{1}{\pi} \text{Im}(F),$$

где

$$G = \ln(\sqrt{z^2+h^2} - h), \quad (11)$$

F – комплексная функция

$$F = \sqrt{r_2} e^{i\beta_2}, \quad (12)$$

$$\beta_2 = \arctg \frac{b_2}{a_2} + \begin{cases} 0 & \text{при } a_2 > 0 \\ \pi & \text{при } a_2 < 0; b_2 \geq 0 \\ -\pi & \text{при } a_2 < 0; b_2 < 0 \end{cases} \quad (13)$$

$$r_2 = \sqrt{a_2^2 + b_2^2}; a_2 = \sqrt{r_1} \cos \frac{\alpha_1}{2} - h; b_2 = \sqrt{r_1} \sin(\frac{\alpha_1}{2}); \quad (14)$$

$$r_1 = \sqrt{a_1^2 + b_1^2}; a_1 = h^2 + x^2 - y^2; b_1 = 2xy; \quad (15)$$

$$\alpha_1 = \arctg \frac{b_1}{a_1} + \begin{cases} 0 & \text{при } a_1 > 0 \\ \pi & \text{при } a_1 < 0; b_1 \geq 0 \\ -\pi & \text{при } a_1 < 0; b_1 < 0 \end{cases} \quad (16)$$

Таким образом

$$\bar{\varphi} = -\frac{1}{\pi} \ln(\sqrt{r_2}), \quad (17)$$

$$\bar{\psi} = -\frac{1}{\pi} \beta_2. \quad (18)$$

Движение гравитационно поднимающихся паров раствора осуществляется в сторону бортового отсоса аэродинамически представляющего плоским стоком, ограниченного ломанной плоскостью $A_3A_1A_2A_1^*A_3$ (см. рис. 2). Комплексный потенциал этого отсоса найденный с помощью метода конформных отображений запишем в виде

$$W_0 = -\frac{Q_0}{\pi} \ln(\sqrt{z^2+h^2} - h), \quad (19)$$

где Q_0 – мощность стока, $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{м})$; $z = x + iy$ – произвольная комплексная точка верхней физической полуплоскости, м ; $i = \sqrt{-1}$ – мнимая единица; h – высота экрана (длиной $A_1 A_2$), м .

Полагаем, что плоский сток взаимодействует с вертикальным плоским равномерным потоком паров вредностей со скоростью

$$u_y = -\frac{L_n}{B}, \text{ м/с}, \quad (20)$$

где L_n – удельный расход паров вредностей, $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{м})$;

$$+i\psi = W_0 + W_n = W = -\frac{Q_0}{\pi} \ln(\sqrt{z^2 + h^2} - h) - i\frac{L_n}{B} z \quad (22)$$

или

$$-\varphi_1 - i\psi_1 = \frac{1}{\pi} \ln(\sqrt{z^2 + h^2} - h) + i\frac{z}{r \cdot B}, \quad (23)$$

где для простоты записи принято $\varphi_1 = \frac{\varphi}{Q_0}$ – безразмерная эквивалентность; $\psi_1 = \frac{\psi}{Q_0}$ – безразмерная линия тока; $r = \frac{Q_0}{L_n}$ – безразмерная производительность бортового отсоса.

Построение гидродинамической сетки можно выполнить в среде Maple на основании решения следующих двух уравнений, полученных разделением уравнения (23) на действительную и мнимую части

$$\varphi_1 - \frac{y}{r \cdot B} + \frac{1}{\pi} \text{Re}(G) = 0; \quad (24)$$

$$\psi_1 + \frac{x}{r \cdot B} + \frac{1}{\pi} \text{Im}(G) = 0, \quad (25)$$

где

$$G = \ln(\sqrt{x^2 - y^2 + h^2} + i \cdot 2xy - h); \quad (26)$$

$\text{Re}(G)$ – действительная часть логарифма G ; $\text{Im}(G)$ – мнимая часть этого логарифма.

Определим поле скоростей паровоздушной смеси над ванной. Для этого определим величину комплексной скорости, пользуясь соотношением (22) для комплексного потенциала.

Известно, что эти комплексные величины связаны равенством

$$u_x - iu_y = \frac{dW}{dz}. \quad (27)$$

В силу (22)

$$\frac{dW}{dz} = -\frac{Q_0}{\pi} \frac{z}{(\sqrt{z^2 + h^2} - h)\sqrt{z^2 - h^2}} - i\frac{L_n}{B} \quad (28)$$

или приняв для удобства записи

$$\omega = \sqrt{z^2 + h^2} = \sqrt{x^2 - y^2 + h^2 + 2ixy}; \quad (29)$$

уравнение (28) перепишем в виде

B – ширина ванны, м .

Комплексный потенциал вертикального потока этих паров запишем в виде

$$W_n = -i\frac{L_n}{B} z. \quad (21)$$

Таким образом, линии тока отсасываемых паров будут описываться суммой вышеприведенных потенциалов, т.е. гидродинамическая сетка будет описываться соотношением

$$\frac{dW}{dz} = -\frac{Q_0}{\pi} \frac{z}{(\omega - h)\omega} - i\frac{L_n}{B}. \quad (30)$$

Разделив правую часть соотношения (30) на действительную и мнимую части, которую обозначим

$$V = -\frac{Br}{\pi} \cdot \frac{z}{(\omega - h)\omega} - i, \quad (31)$$

получим легко решаемое в универсальной математической системе Maple расчетные уравнения

$$U_x = \text{Re}(V); \quad (32)$$

$$U_y = -\text{Im}(V); \quad (33)$$

где $U_x = \frac{u_x}{u_n}$; $U_y = \frac{u_y}{u_n}$; $u_n = \frac{L_n}{B}$; $V = \frac{dW}{dz} / u_n$.

Тогда соотношения (31), (32), (33) принимают безразмерный вид

$$V = -\frac{r}{\pi} \frac{\bar{z}}{(\bar{\omega} - \bar{h})\bar{\omega}} - i; U_x = \text{Re}(V); U_y = -\text{Im}(V);$$

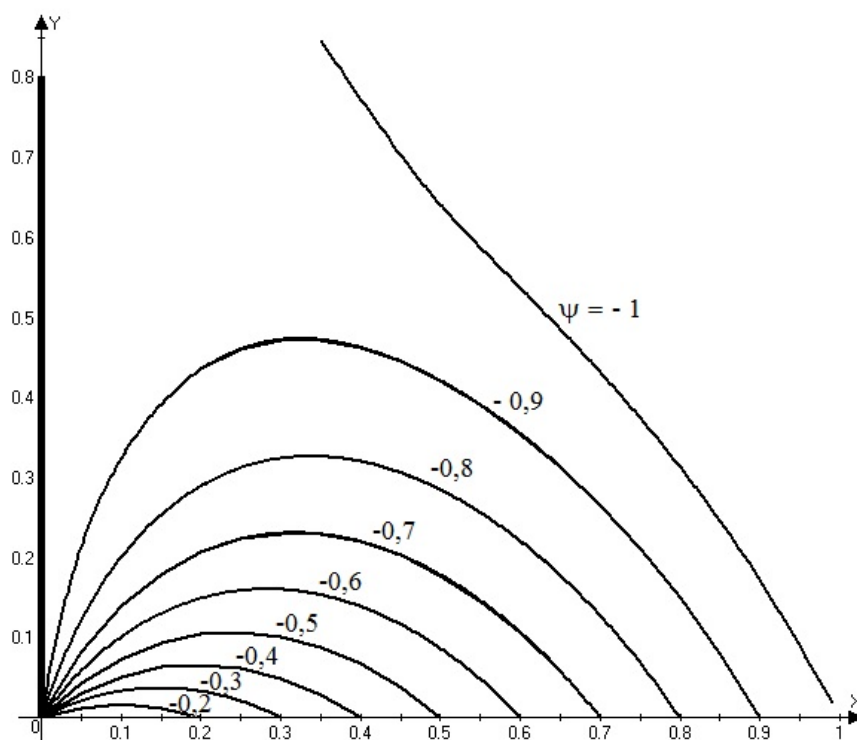
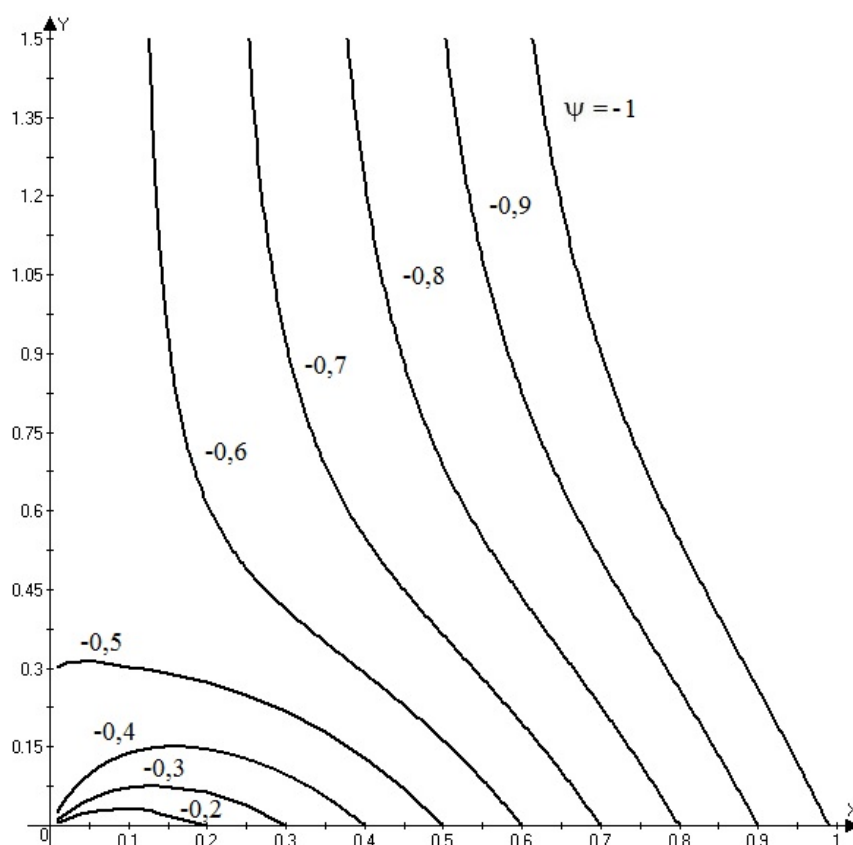
где $\bar{z} = \bar{x} + i\bar{y}$; $\bar{x} = \frac{x}{B}$; $\bar{y} = \frac{y}{B}$; $\bar{h} = \frac{h}{B}$.

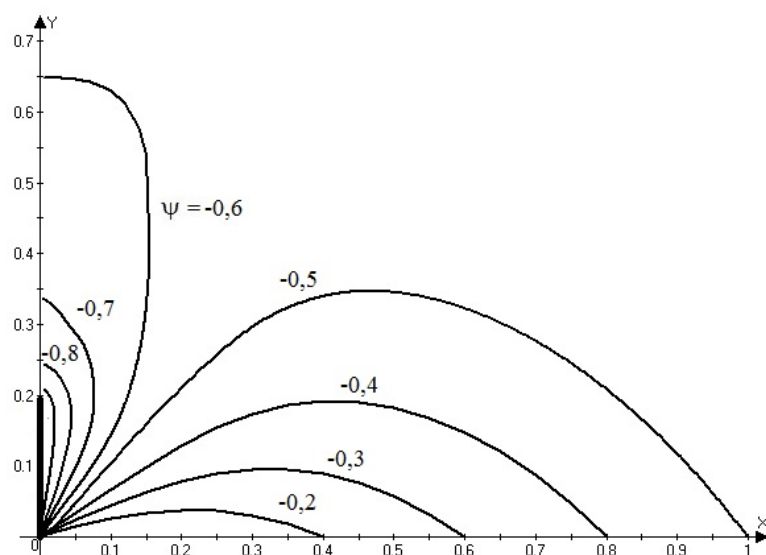
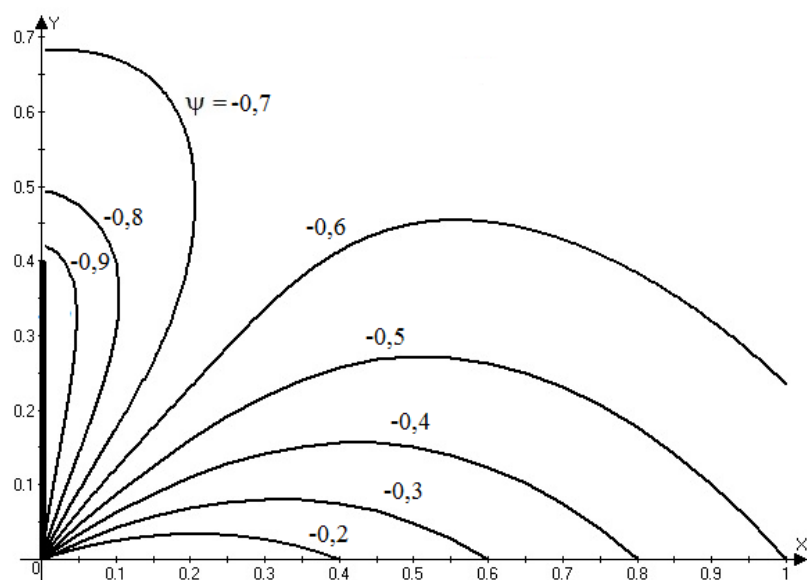
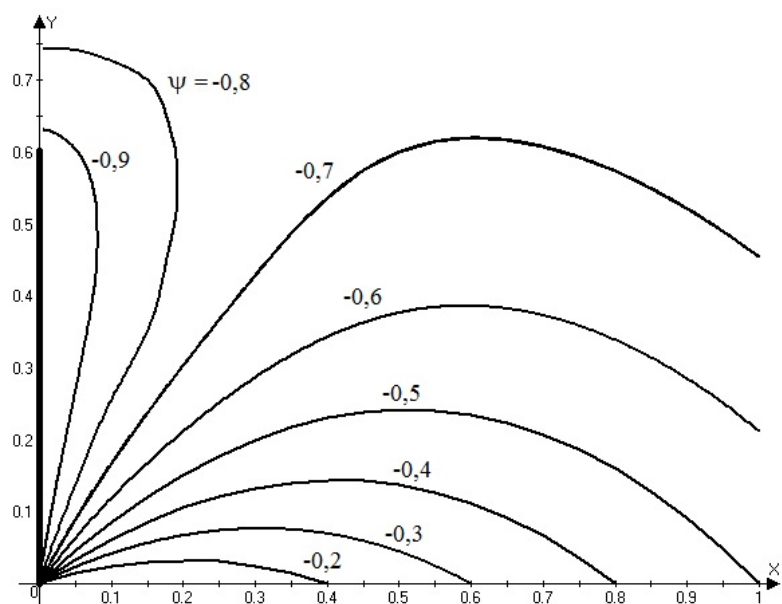
Т.е. все линейные размеры заданы и отнесены к ширине ванны B ,

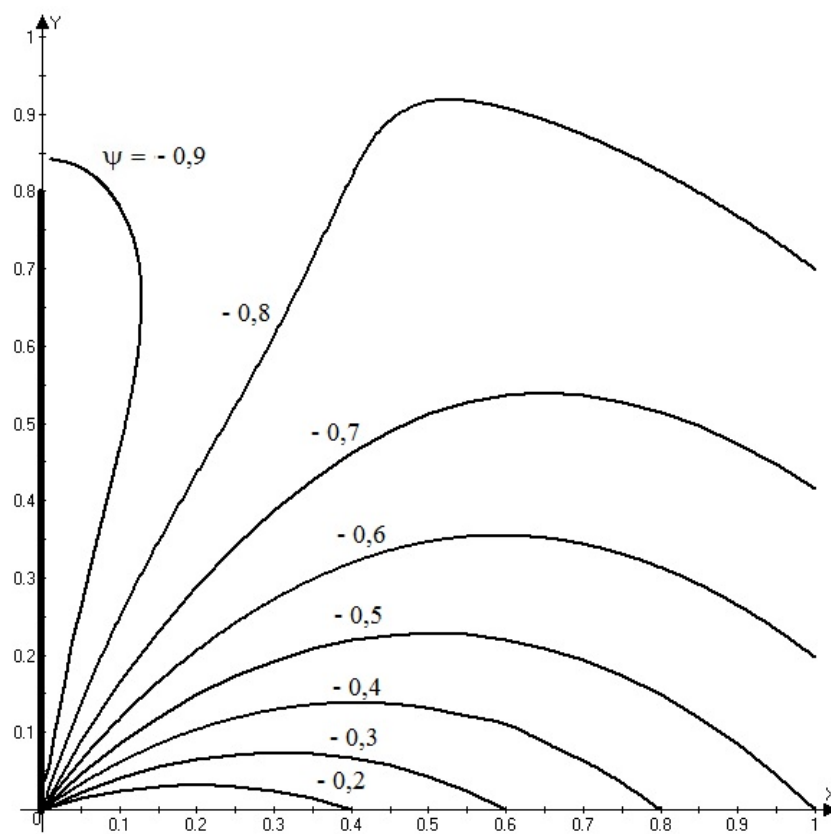
$$\bar{\omega} = \sqrt{\bar{z}^2 + \bar{h}^2},$$

а отношение расхода, отсасываемого бортовым отсосом воздуха (Q_0) к расходу поднимающейся паровоздушной смеси над ванной (L_n) обозначено $r = \frac{Q_0}{L_n}$. [8, 9].

Линии тока потока при разных размерах экрана и соотношения r показаны на рис.3-8. Как видно из этих графиков, экранирование бортового отсоса значительно увеличивает объем отсасываемых паров раствора даже при равных расходах Q_0 и L_n (рис.3 и 4). Так, при высоте экрана $h = 0,8B$ и $r = 1$, расход удаляемых паров увеличивается с $0,5L_n$ (при $h = 0$) до $0,9L_n$. Этот рост сохраняется и при увеличении r и h (рис.5 – 8).

Рис.3. Линии тока при $Q_0=L_n=1$ ($r=1$), $B=1$ м, $h=0,8$ мРис.4. Линии тока при $Q_0=1$, $L_n=1$, $r=1$, $B=1$ м, $h=0,0005$ м

Рис. 5. Линии тока при $Q_0=2$, $L_n=1$, $r=2$, $B=1$ м, $h=0,2$ мРис. 6. Линии тока при $Q_0=2$, $L_n=1$, $r=2$, $B=1$ м, $h=0,4$ мРис. 7. Линии тока при $Q_0=2$, $L_n=1$, $r=2$, $B=1$ м, $h=0,6$ м

Рис.8. Линии тока при $Q_0=2$, $L_n=1$, $r=2$, $B=1$ м, $h=0,8$ м

*Исследования выполнены по гранту РФФИ №16-08-00074а

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Елинский И.И. Вентиляция и отопление гальванических цехов машиностроительных предприятий. М.: Машиностроение, 1989. 152 с.
2. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник в 2-х томах. Том 1. Под ред. М.А. Шлугера. М.: Машиностроение, 1985. 240 с.
3. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник в 2-х томах. Том 2. Под ред. М.А. Шлугера и Л.Д. Тока. М.: Машиностроение, 1985. 248 с.
4. Посохин В.Н. Аэродинамика вентиляции. М.: АВОК-ПРЕСС, 2008. 212 с.
5. Варсегова Е.В., Посохин В.Н. О форме отрывных зон на входе в щелевой всасывающий патрубок // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 3. С. 98-102.
6. Ходаков, И.В. Численное и экспериментальное исследование отрыва потока на входе во всасывающие каналы с механическими экранами // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. №3. С. 6–12.
7. Ходаков, И.В. Моделирование отрывного течения на входе в многоугольное всасывающее отверстие // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. №2. С. 11–15.
8. Логачев И.Н. К расчету двухбортных отсосов // Вентиляция в металлургической промышленности. М.: Металлургия. 1968. С. 88–92.
9. Логачев И.Н. Потенциальное движение воздуха у всасывающей щели // Вентиляция и очистка воздуха. М.: Недра, 1969. С. 143–150.

Averkova O.A., Krutikova D.M., Logachev I.N., Logachev K.I., Uvarov V.A.
MATHEMATICAL MODELING OF NEAR THE BOARD SUCTION SHIELDED

The paper presents a mathematical model of the flow near the board extraction from the plating bath. The calculated ratio obtained by the method of conformal mappings. Built streamlines for different sizes of the mechanical screen, flow costs and pollutant vapors.

Key words: local suction, the method of conformal mapping, galvanic bath.

Аверкова Ольга Александровна, доктор технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

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

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

E-mail: olga_19572004@mail.ru

Крутикова Дарья Михайловна магистрант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

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

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

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: logachevin@mail.ru

Логачев Константин Иванович, 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

Уваров Валерий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции.

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

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

E-mail: v_a_uvarov@mail.ru

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Ельцов М.Ю., канд. техн. наук, проф.,
Юрьева М.В., студент,

Анциферов С.И., инж., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕВАТОРА ЛГНС-260 С РАЗЛИЧНЫМ СОСТАВОМ ИЗДЕЛИЯ

anciferov.sergey@gmail.com

В настоящее время актуально проектирование изделий с различным составом изделия. Из лидеров систем САПР можно выделить PLM систему Teamcenter и CAD/CAM/CAE систему NX. Приложение Teamcenter «Менеджер структуры» позволяет создавать единую структуру изделия с различными вариантами исполнения узлов, в том числе и для элеватора ЛГНС-260. В ходе работы была поставлена задача разработать три варианта ковшей для транспортирования различного по своей структуре материала: глубокие, мелкие и остроугольные ковши. Используя CAD/CAM/CAE систему NX, была построена электронно-цифровая модель элеватора, в состав которой входят все варианты исполнения рабочего органа. Вариантный состав изделия конфигурируется в приложении Teamcenter «Менеджер структуры».

Ключевые слова: Teamcenter, NX, CAD, вариантное изделие, проектирование, элеватор, ковш.

Во всех отраслях современной строительной промышленности актуально применение различных методов проектирования оборудования. В системах автоматизированного проектирования используются PLM и PDM системы, которые обеспечивают управление жизненным циклом изделия. Такой подход к работе над изделием доказал на практике свою эффективность, обеспечивая продуктивную работу с большим объемом информации, связанную с проектированием оборудования, его анализом, модернизацией, обслуживанием, расчетом, реализацией и другими этапами жизненного цикла изделия.

На сегодняшний день весьма актуальна разработка изделия, которое будет иметь несколько вариантов конфигурации различных частей машины, необходимой для производства, и используемых одновременно или по отдельности в зависимости от технологической схемы предприятия.

Проектирование осуществляется с помощью современных систем САПР, из лидеров которых можно выделить программные продукты Siemens PLM Software: PLM система Teamcenter и CAD/CAM/CAE система NX.

Использование PLM системы Teamcenter позволяет осуществлять управление жизненным циклом изделия, преумножая и расширяя интеллектуальную собственность предприятия. Например, в приложении «Менеджер структуры» есть возможность создать единую структу-

ру изделия с различными вариантами исполнения узлов или деталей. Такая структура будет включать в себя все проработанные варианты исполнения изделия, что позволит в дальнейшем, используя опции и условия, получить конкретные варианты изделия для того или иного производства. Это позволяет упростить разработку и внесение необходимых изменений в уже сформированный состав [1].

Создание вариантного изделия можно рассмотреть на примере элеваторного транспортера ЛГНС-260. Целью проекта было изучить устройство и спроектировать электронно-цифровую модель элеватора ЛГНС-260, с различными вариантами исполнения рабочего органа. Проектирование элеватора является актуальной задачей, поскольку машины для транспортирования получили широкое применение в различных отраслях промышленности строительных материалов.

Исходная спецификация представлена на рис. 1.

После изучения этой спецификации для удобства проектирования было принято решение в системе Teamcenter сделать 6 сборочную единицу «Ковши в сборе», которая содержит в себе все 113 ковшей одновременно.

Элеваторы используются для непрерывного транспортирования различных грузов в вертикальном или наклонном направлениях с помощью специальных ковшей, которые закреплены на ленте [2].

Для решения поставленной задачи изначально необходимо изучить основные узлы сборки и состав ковша.

В ходе работы была поставлена задача разработать три варианта ковшей для транспортирования различного по своей структуре материала, каждый из которых можно использовать в зависимости от транспортируемого материала.

[illegible]

Рис. 1. Первоначальная спецификация

В качестве вариантов рабочего органа выбрано три типа исполнения ковша:

1. Глубокий ковш (ЛГ) применяется для транспортирования легкосыпучих материалов, таких как угольная пыль, уголь средней и мелкой фракции, цемента, сухой глины, песка, сухой золы, извести, опилок, гранул, керамзитового гравия и др. Конструкция этого ковша показана на рис. 2.

2. Остроугольный ковш (ЛО) используется для транспортирования трудносыпучих и кусковых материалов, таких как шлаки, руды, древесный уголь и др. Конструкция этого ковша показана на рис. 3. Отличается от ковша ЛГ тем, что боковая стенка имеет треугольную форму. Это сделано для того, чтобы транспортируемый трудносыпучий материал высыпался не только за счет центробежной силы, но так же скатывался по передней стенке ковша в разгрузочный патрубок.

3. Мелкий ковш (ЛМ) применяется для транспортирования трудносыпучих, влажных и липких материалов, таких как доломит, мел, влажная глина, влажная зола, мука, земля и др. (рис. 3). Этот ковш отличается от предыдущих ковшей тем, что имеет низкую переднюю стенку для лучшего зачерпывания влажного и липкого материала при их попадании в ковши.

Все ковши имеют ширину 260 мм.

Обычно элеватора комплектуется только одним видом ковшей в зависимости от транспортируемого материала.

После согласования узлов транспортера была составлена окончательная спецификация верхнего уровня в приложении Teamcenter «Менеджер структуры», которая затем была конвертирована в MS Excel (рис. 5).

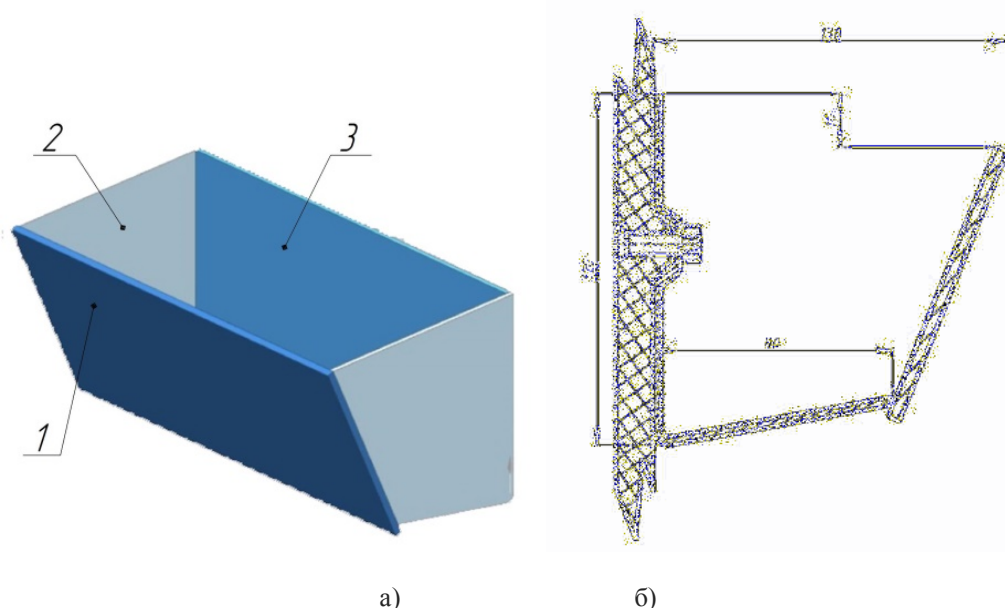


Рис. 2. Ковш ЛГ (а) и ковш ЛГ в разрезе (б)
1 – передняя стенка, 2 – боковая стенка, 3 – задняя стенка.

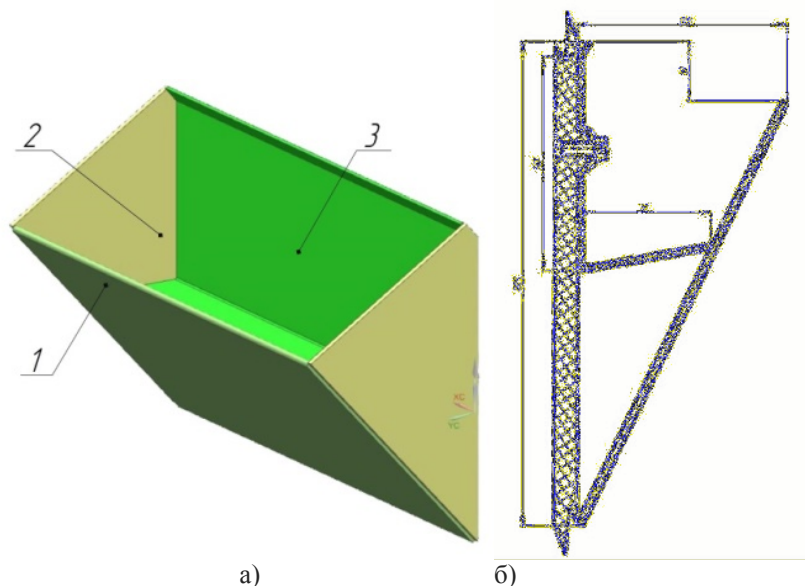


Рис.3. Ковш ЛО (а) и ковш ЛО в разрезе (б)

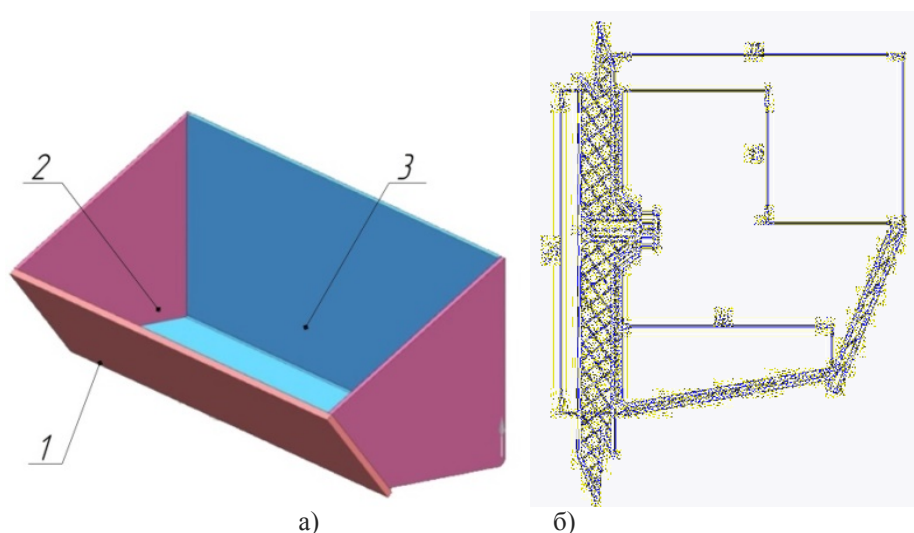


Рис.4. Ковш ЛМ (а) и ковш ЛМ в разрезе (б)

Главная			
1	2	3	4
1	Главная	Строка структуры	Тип элемента
2	1	ДПМО-160920000000/00-Транспортер элеваторного типа (Состав)	Сборочная единица
3	2	ДПМО-1609201000000/00-Голова	Сборочная единица
4	3	ДПМО-1609202000000/00-Тяговый орган	Сборочная единица
5	4	ДПМО-1609203000000/00-Башмак	Сборочная единица
6	5	ДПМО-1609204000000/00-Секция шахтная 1	Сборочная единица
7	6	ДПМО-1609205000000/00-Секция шахтная 2	Сборочная единица
8	7	ДПМО-1609206000000/00-Ковши ЛГ в сборе	Сборочная единица
9	8	ДПМО-1609207000000/00-Ковши ЛО в сборе	Сборочная единица
10	9	ДПМО-1609208000000/00-Ковши ЛМ в сборе	Сборочная единица

Рис. 5. Первоначальный состав элеваторного транспортера, конвертированный в MS Excel

Приложение Teamcenter «Менеджер структуры» предназначен для создания и редактирования состава изделия.

Структура (состав) изделия – набор данных, которые описывают спецификацию и другую документацию по той или иной машине (механизму). Включает в себя:

- спецификацию на машину;
- пояснительную записку;
- технические схемы;
- экономические расчеты.

Так же необходимо отметить, что Менеджер структуры позволяет управлять составом изделия, правильно загружать ревизию и варианты условия. В Менеджере структуры работают только с ревизиями объектов.

После сохранения созданного состава изделия для наполнения наборов данных геометрией необходимо выбрать верхний уровень сборки и на панели инструментов Менеджера структуры

нажать кнопку значка NX – «Запустить/открыть в NX».

NX сразу же предлагает выбрать файл шаблона, в котором будет создаваться геометрия: выбираем Сборки. После открытия шаблона в навигаторе сборки отражается только верхний уровень сборки, которую выбрал пользователь. Для добавления в нее созданных наборов данных в навигаторе сборки выбираем верхний уровень сборки, нажимаем на нем MB3, выбираем вкладку «Управление компонентами в режиме ожидания (Teamcenter)» (рис.6).

Выделяем нужные наборы данных и нажимаем кнопку «Добавить» (рис.7).

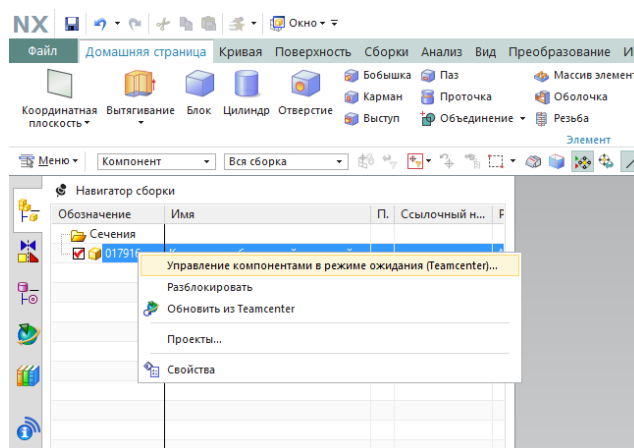


Рис. 6. Открытие шаблона сборки и добавление под верхний уровень сборки новые компоненты

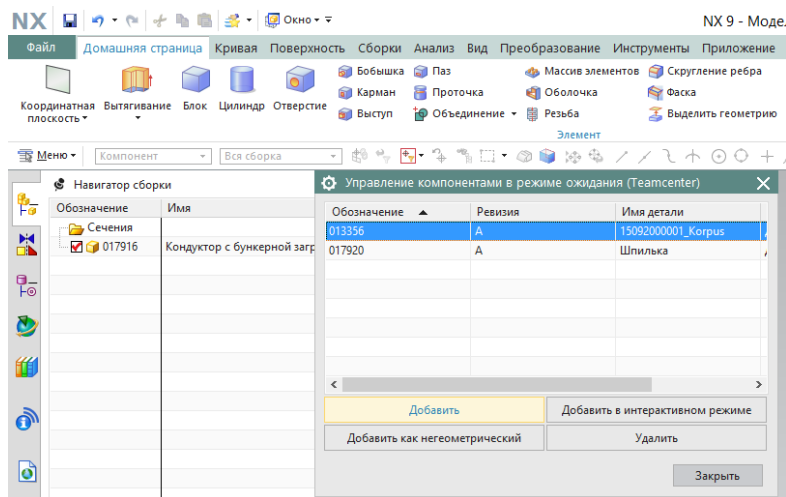


Рис. 7. Добавление новых наборов данных под верхний уровень сборки

И снова выбираем шаблоны сборок и деталей. Повторяем это для всех подсборок до тех пор, пока все детали не будут загружены.

В контексте сборки создается сначала базовая деталь, относительно которой позиционируются все остальные детали и/или сборки. На эту деталь накладывается ограничение «Фиксация» (рис.8).

Относительно этой базовой детали позиционируются все остальные детали сборки.

Таким образом, используя CAD/CAM/CAE систему NX, была построена электронно-цифровая модель элеватора, в состав которой входят все варианты исполнения рабочего органа (рис. 9). В сборке их поместили в одно место, а в навигаторе сборки их можно включать и выключать в зависимости от нужного типа ковша.

Далее управление составом изделия снова передается в приложение Teamcenter «Менеджер структуры».

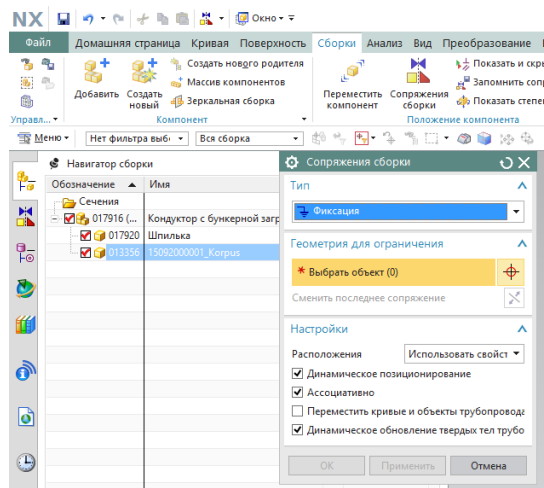


Рис. 8. Фиксация базовой детали

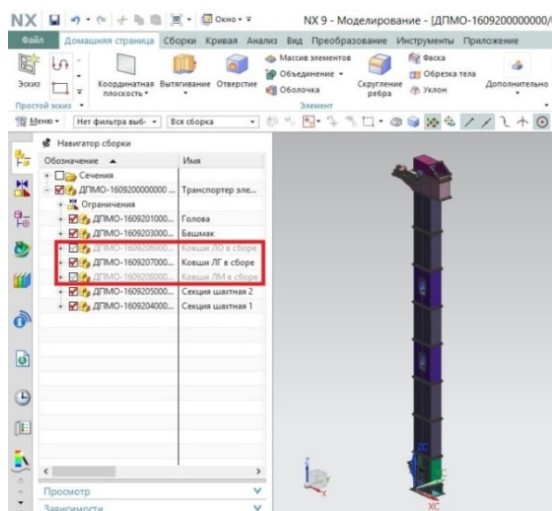


Рис. 9. Электронно-цифровая модель элеватора

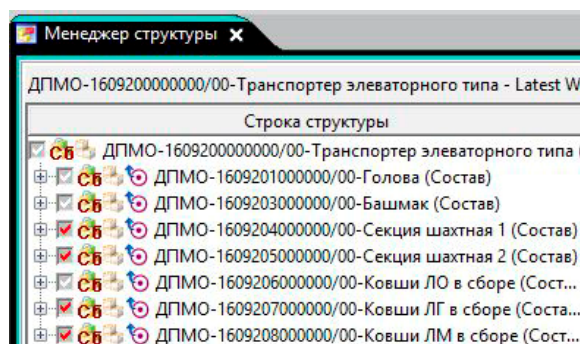


Рис. 10. Состав изделия в приложении «Менеджер структуры»

Для создания вариативного изделия необходимо открыть состав элеваторного транспортера в приложении «Менеджер структуры» и сконфигурировать вариантную структуру путем описания вариантных правил, состоящих из одной или нескольких опций [3]. Для этого создадим новую опцию – переменную «Тип ковша», которая будет описывать параметр элеваторного транспортера, в рассматриваемом примере параметром является тип используемого рабочего органа. Поскольку элеватор имеет три варианта

исполнения ковша необходимо присвоить для опции «Тип ковша» три значения: ковш ЛГ, ковш ЛО и ковш ЛМ. Далее создаются условия вхождения в компонент. Таким образом, создав условия вхождения, состоящее из одной опции и трех ее значений, была получена вариантная структура, состав которой представлен на рис.11.

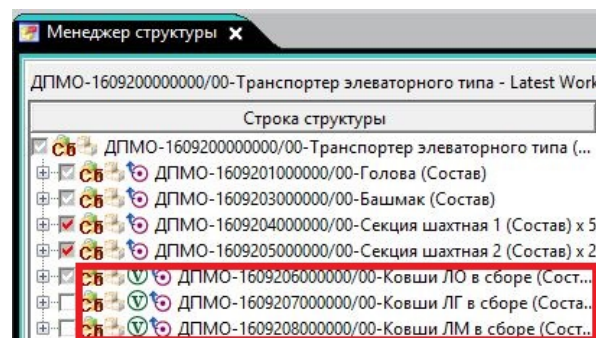


Рис. 11. Вариантная структура в приложении «Менеджер структуры»

Теперь необходимо сконфигурировать вариантную структуру и создать вариантное изделие. Для примера сконфигурируем структуру с вариантом «Ковш ЛГ». В результате будет получен сконфигурированный состав сборки элеваторного транспортера в «Менеджере структуры», в качестве рабочего органа будет установлен вариант «Ковш ЛГ» (рис. 12).

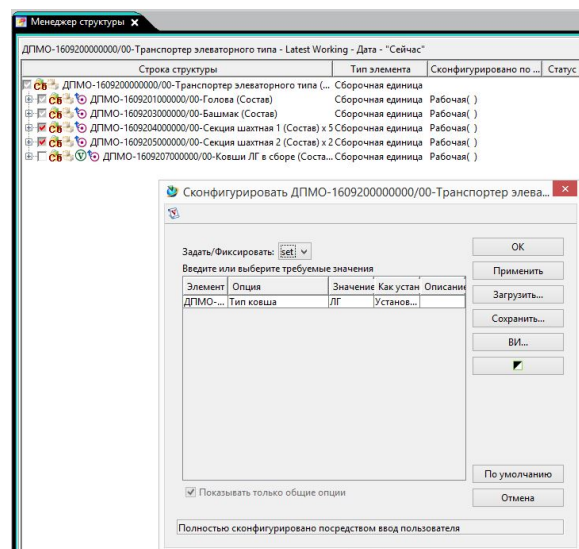


Рис.12. Сконфигурированный состав изделия

Заполнив основную информацию на базе сконфигурированного варианта модели можно создать вариантное изделие, которым является элеваторный транспортер. Так же конфигурируются и оставшиеся варианты рабочего органа, и в завершении работы мы получим три вариантных изделия элеваторного транспортера (рис.13 а, б, в).

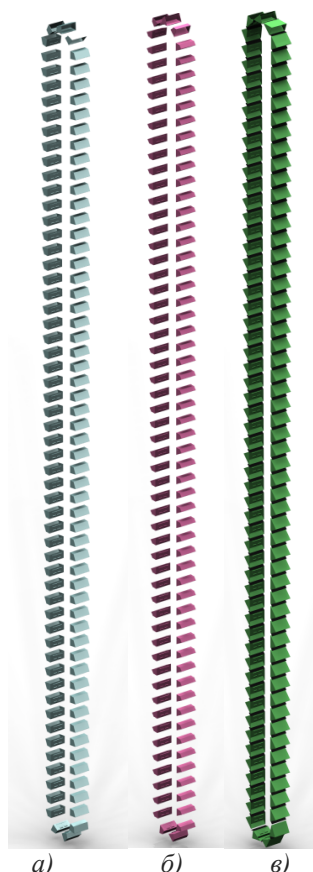


Рис. 13. Вариантные изделия
а) – ковши ЛГ в сборе, б) – ковши ЛМ в сборе,
в) – ковши ЛО в сборе

После создания трехмерной модели и проверки сборки на наличие зазоров и пересечений и исправления ошибок в приложении NX «Расширенная симуляция» проводятся расчеты и создается конструкторская документация.

Проектирование элеваторного транспортера с применением вариантных структур актуально потому, что исчезает необходимость создавать электронно-цифровые модели элеваторов ЛО, ЛМ и ЛГ заново, что значительно экономит время на разработку и реализацию изделия и в итоге повышает конкурентоспособность предприятия и влечет повышение прибыли, а это очень важно на рынке производства оборудования строительных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тороп Д.Н., Терликов В.В. Teamcenter. Начало работы. Изд. ДМК Пресс, 2011. 280 с
2. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины: Учеб. Пособие для машиностроительных вузов. 3-е изд., перераб. М.: Машиностроение, 1983. 487 с., ил.
3. Ельцов М.Ю., Козлов А.А., Седойкин А.В., Широкова Л.Ю. Проектирование в NX под управлением Teamcenter. 2010. 783 с.

Eltsov M.Y., Yurieva M.V., Anciferov S.I.

DESIGNING LGNS-260 ELEVATOR WITH VARIABLE PRODUCT STRUCTURE

At the present time designing of products with variable structure is a task of immediate interest. One of the leading CAD systems is PLM system Teamcenter and CAD/CAM/CAE system NX. Teamcenter application "Structure Manager" allows to create unified product structure with variable design of assemblies including those which are included in LGNS-260 elevator. The aim of the project was to design three variations of scoops for transportation of materials with different structures: big, small and sharp-edged. Using CAD/CAM/CAE system NX digital model of elevator was created which includes all three scoop variations. Variable product structure is configured with Teamcenter application "Structure Manager".

Key words: Teamcenter, NX, CAD, variable product, designing, elevator, scoop.

Ельцов Михаил Юрьевич, 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: mickle.yeltsov@gmail.com

Юрьева Мария Вячеславовна, студент кафедры механического оборудования. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

Анциферов Сергей Игоревич, аспирант, инженер кафедры механического оборудования. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46
E-mail: anciferov.sergey@gmail.com

Кузнецова В.Н., д-р техн. наук, доц.,
Ярмович Я.В., аспирант
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ОБОСНОВАНИЯ РЕСУРСА СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДРОБИЛЬНО-РАЗМОЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

dissovetsibadi@bk.ru

В данной статье рассматривается проблема сокращения затрат при эксплуатации дробильно-размольного оборудования (ДРО), связанная с большим расходом смазочного материала, так как объем систем смазки ДРО может составлять до 60 м³. Пути сокращения расходов при эксплуатации ДРО является своевременная замена или очистка смазочного материала для системы смазки ДРО, а также использование переливной перегородки в баке-отстойнике для обеспечения непрерывной очистки смазочного материала. В данной статье представлены основные методики обоснования периодичности обслуживания и ресурса системы смазки ДРО. Также предлагается обобщенная методика расчета бака-отстойника, с помощью которой возможно определить место установки переливной перегородки в соответствии с конкретными условиями эксплуатации ДРО.

Ключевые слова: Дробильно-размольное оборудование, система смазки, смазочный материал, долговечность, осаждение частиц, ресурс оборудования.

Введение. При эксплуатации дробильно-размольного оборудования (ДРО) наблюдается весьма большой расход промышленных масел из-за необходимости их замены. У данного вида оборудования встречаются системы смазки емкостью до 60 м³ [1]. Смазочные системы ДРО обеспечивают работоспособность подшипников скольжения типа баббит-сталь, которые применяются в эксцентриках конусных дробилок и опорах барабанных мельниц. Эти подшипники являются несущими, на них приходится воздействие от веса оборудования и обрабатываемого сырья, а также реакции от динамического воздействия на обрабатываемый материал. Ресурс этих узлов редко превышает 4000 ч [2]. В результате ежегодно проводятся ремонтные работы с длительной остановкой оборудования, что отражается на объеме выпуска продукции.

Интенсивное насыщение смазочного материала механическими примесями происходит от обрабатываемого сырья, из-за негерметичности систем смазки и продуктами изнашивания, что приводит к повышению загрязненности масла до 6 % [3].

Методика. Поддержание оптимального низкого уровня загрязнений в масле, осуществляемое путем замен менее рационально, чем своевременная очистка масла от механических примесей и их замена по фактическому состоянию, а для этого следует создавать необходимую информационно-методическую базу. Ещё более целесообразно создавать такие системы, в которых процесс удаления механических примесей происходил бы постоянно, а для смазывания узлов трения поступало очищенное масло.

В качестве смазочного материала для узлов трения ДРО используются промышленные масла И-40 (ГОСТ 20799-88 68), И-50 (ГОСТ 20799-88 100). Но для таких узлов трения, где не требуется высокий уровень промышленной чистоты в качестве смазочных материалов можно использовать и отработанные масла и смеси масел.

По результатам проведенных исследований установлено, что основной причиной потери работоспособного состояния смазочного материала системы смазки ДРО является насыщение смазочного материала механическими примесями и водой, которые влияют на изменение его кислотного числа и вязкости. Количественное значение предельной концентрации механических примесей для системы смазки ДРО было определено в предыдущих работах [4], и была получена зависимость предельной концентрации механических примесей от коэффициента крепости обрабатываемого материала по шкале профессора М.М. Протодяконова. Это позволило получить зависимость для определения предельной концентрации механических примесей:

$$K_{\Pi} = -0,075f + 2,35, \quad (1)$$

где K_{Π} – предельная концентрация механических примесей, %; f – коэффициент крепости обрабатываемого материала по шкале профессора М.М. Протодяконова.

Основная часть. За основу методики расчета периодичности замены смазочного материала системы смазки ДРО взята модель обоснования долговечности технических систем и машин профессора А.М. Шейнина [5]. В ее основе лежит целевая функция минимизации затрат на проведение технического обслуживания:

$$C(T) = \frac{v_{ц}(T)}{M} \frac{C_{ам.о} + C_p + C_{к.п.}}{T} + \sum_i \frac{C_{обі}}{T_{обі}} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где $v_{ц}(T)$ – число ремонтных циклов за срок службы машины до списания; M – коэффициент определяющий продолжительность амортизационных отчислений; $C_{ам.о}$ – средняя величина амортизационных отчислений за один ремонтный цикл машины; C_p – затраты на устранение отказов и неисправностей машины в процессе ремонтов за один ремонтный цикл; $C_{к.п.}$ – затраты на компенсацию потерь вследствие снижения производительности и увеличения расхода смазочных материалов при изнашивании деталей машины в течение одного ремонтного цикла; T – ресурс до первого капитального ремонта; $C_{обі}$ – затраты на техническое обслуживание i машин; $T_{обі}$ – периодичность технического обслуживания.

Решение целевой функции (2) позволяет выявить оптимальные значения ресурса T , периодичности обслуживания и предельного износа I_n с учетом их взаимосвязи. Преобразования, проведенные профессором В.А. Зориным [6], позволяют получить из целевой функции (2) формулы расчета оптимальных значений показателей долговечности, которые лежат в основе модели для определения оптимальных значений показателей долговечности конструктивно несложных сопряжений и сборочных единиц, причиной отказа которых является предельный износ. Модель служит для оптимизации ресурса и периодичности технического обслуживания. Величину предельного износа определяют по критерию невозможности дальнейшей эксплуатации объекта. При расчете она является заданной и не оптимизируется.

Целевая функция для этой модели имеет вид

$$C(T) = \frac{v_{ц}(T)}{M} \frac{C_{ам.о} + cI_n^\beta}{I_n} bT_{об}^{\alpha-1} + \frac{C_{об}}{T_{об}} \rightarrow \min, \quad (3)$$

где I_n – предельный износ; c – коэффициент, зависящий от режима работы и условий эксплуатации машины; β – показатель степени, обусловленный конструкцией и функциональным назначением сопряжения; α и b – эмпирические коэффициенты, являющиеся параметрами закономерности изнашивания, определяются в процессе эксплуатации.

Оптимальная периодичность обслуживания

$$T_{об.опт} = \left(\frac{I_n}{bN} \right)^{1/\alpha}, \quad (4)$$

где N – число обслуживаний за оптимальный ресурс.

На основе проведенного анализа накопления механических примесей в системе смазки ДРО установлено качественное совпадение кривой изнашивания пары трения, в том числе баббит – сталь, и кривой накопления механических примесей. Кроме того, изменение массового или линейного износа в процессе эксплуатации опорного подшипника скольжения ДРО установить бывает практически невозможно, либо данный процесс оказывается значительно трудоемким и требует больших временных и материальных затрат. Поэтому предполагается оценивать состояние системы смазки ДРО и процесса его изнашивания по показателю предельной концентрации механических примесей $K_{п.}$:

$$T = \left(\frac{K_{п.}}{bN} \right)^{1/\alpha}. \quad (5)$$

Разработанный алгоритм расчета периодичности обслуживания или замены смазочного материала системы смазки ДРО представленный на рисунке 1, позволяет получить программу расчета ресурса смазочного материала, что расширяет методологическую базу технического обслуживания и ремонта системы смазки ДРО.

В соответствии с положением о планово-предупредительных ремонтах оборудования [2], замену смазочного материала необходимо производить каждые 1620 часов, что соответствует трем месяцам эксплуатации оборудования. Благодаря проведенным расчетам можно продлить время эксплуатации смазочного материала системы смазки ДРО.

Поддержание чистоты масел на необходимом уровне, в том числе внедрение самоочищающихся систем смазки, использование отработанных очищенных масел вместо промышленных позволяет снизить затраты на эксплуатацию ДРО, утилизацию отработанных масел, сократить потребление смазочных материалов и увеличить ресурс узлов трения [7].

Для это была создана обобщенная методики расчета бака-отстойника, в котором будет происходить процесс осаждения частиц под действием силы тяжести, и в узел трения будет подаваться очищенное масло. Цель методики - создание расчета, который позволит определить место установки переливной перегородки обоснованно. Фактически бак будет разделен на две части: на отстойник, в котором будет происходить осаждение грубых частиц, и на сам бак.

Для того, чтобы бак-отстойник выполнял свои функции необходимо, чтобы в нем осаждались частицы большего диаметра, чем толщина масляной пленки в подшипниках скольжения ДРО. Расчет масляных пленок не проводился,

так как толщина пленки зависит от многих конкретных факторов, связанных с конструкцией оборудования. Как видно из литературы, толщина может составлять от 20 мкм до и 2 мм [8]. Расчет будет ориентирован на получение результатов, связанных с минимальными значениями толщин пленок.

В расчете были приняты некоторые допущения: 1 – режим движения жидкости ламинарный; 2 – жидкость однородная; 3 – частицы сферической формы.

Поступающая в отстойник жидкость движется горизонтально со средней скоростью u_{Π} .

Частицы под действием силы тяжести двигаются с постоянной скоростью W_{oc} к днищу и одновременно вместе с жидкостью вдоль отстойника со скоростью u_{Π} . В гидравлических расчетах бака смазочной системы используют соотношение, при котором длина бака $l=3b$, где b – ширина бака, а высота бака $h=2b$. Смысл этого заключается в том, что при определенных размерах площадки, где будет установлен бак-отстойник, всегда можно установить бак, соответствующий условиям смазочной системы.

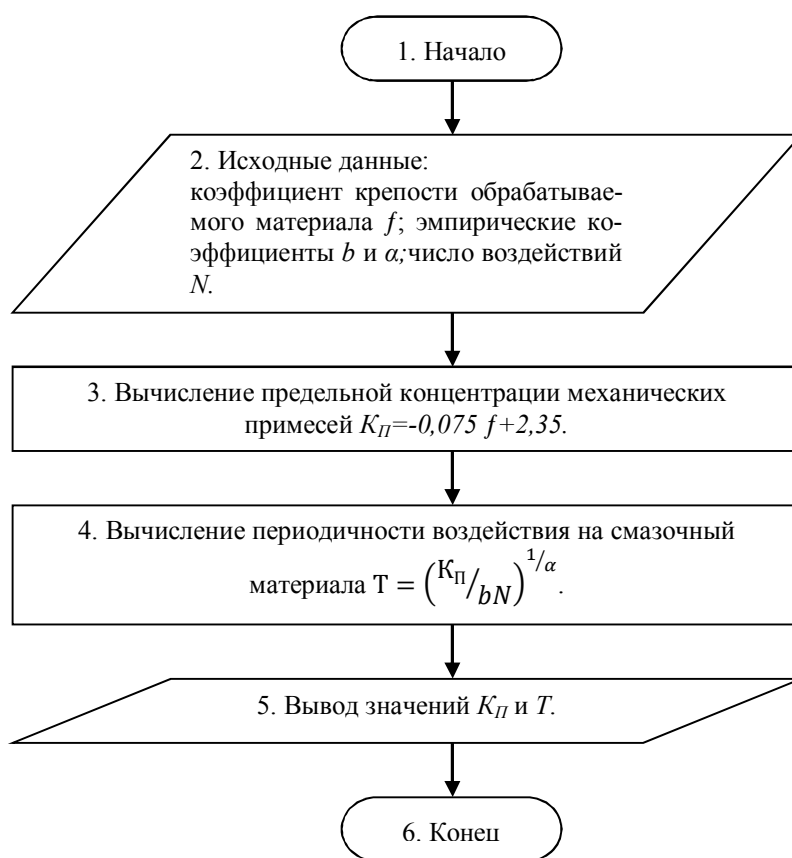


Рис. 1 Алгоритм расчета периодичности воздействия или замены смазочного материала в системе смазки ДРО

Для того, чтобы определить, какие частицы будут осаждаться в отстойнике, а какие нет, необходимо определить толщину потока, который создается насосом, подающим масло в подшипники скольжения. В качестве допущения принимаем условие, что данный поток постоянный и не изменяется. Процессы, связанные с теплообменом и перемешиванием, не учитываются. Принимается, что поток имеет определенную геометрическую форму.

Объемная подача есть не что иное, как количество жидкости, проходящее за единицу

времени, таким образом, можно представить ее в виде

$$V = \frac{lbh}{t}. \quad (6)$$

Отсюда можно выразить толщину потока масла, который создается насосом, принимая время равным единице

$$h_{\Pi} = \frac{V}{lb}. \quad (7)$$

Как известно, уравнение Стокса для ламинарного режима:

$$W_{oc} = \frac{d^2(\rho_{ч}-\rho_{ж})g}{18\mu}. \quad (8)$$

Для конкретных условий будем определять скорость осаждения частиц с различным диаметром по формуле (8). Зная значения плотности и динамической вязкости масла, необходимо определиться с плотностью обрабатываемого материала. Зададимся диаметром частиц равным 0,5 - 100 мкм, так как 0,5 мкм соответствует нижнему значению тонких частиц, а 100 мкм

соответствует верхнему значению частиц. Таким образом, если данные частицы будут оседать в баке-отстойнике при конкретных условиях, то и все остальные частицы большего размера, будут также оставаться в баке и не повлияют на работу подшипников скольжения.

Зная скорость осаждения различных частиц и толщину потока, можно определить за какое время частицы выйдут из движущегося потока

$$\tau_{пп} = \frac{h_{п}}{W_{oc}}. \quad (9)$$

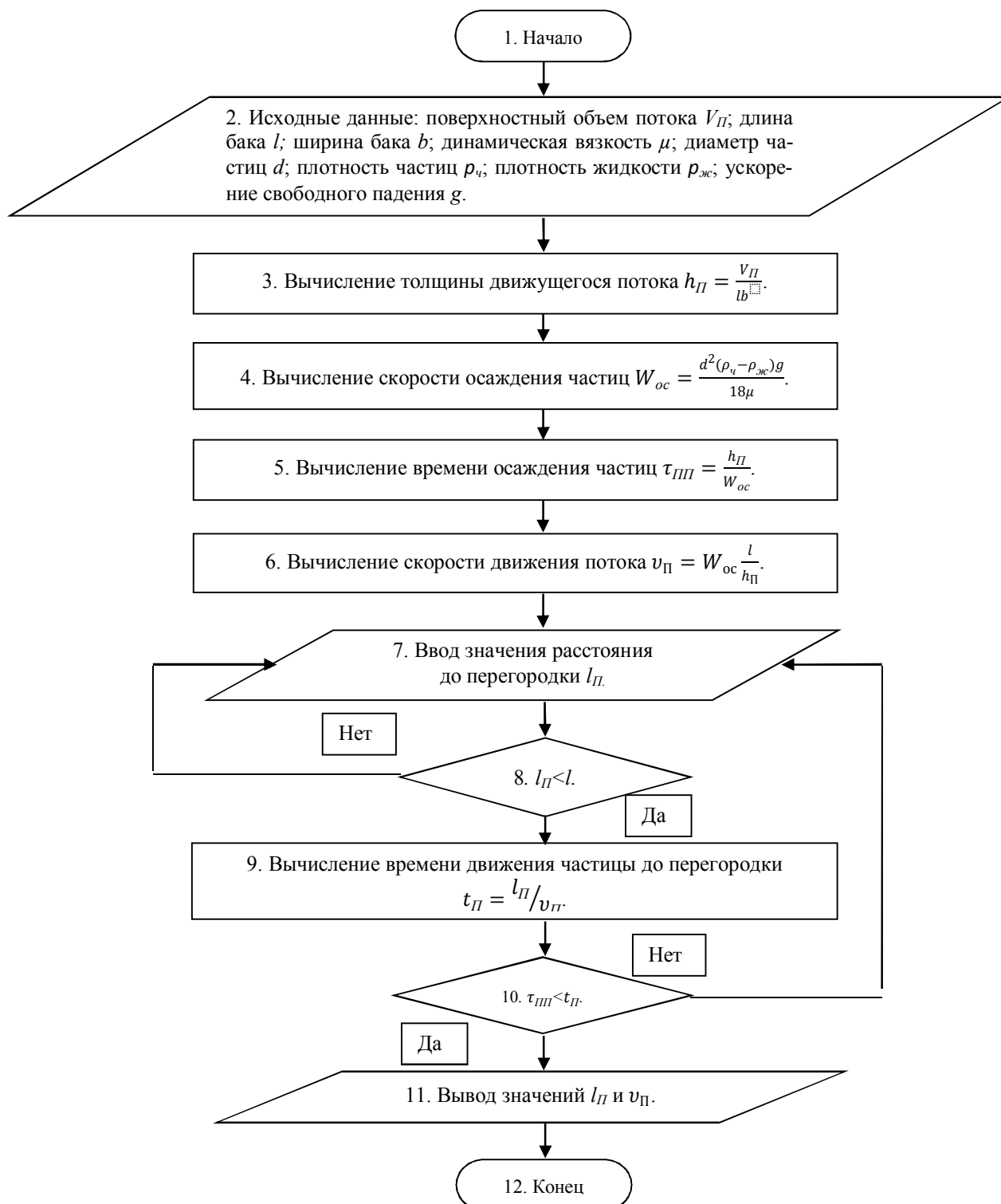


Рис. 2 Алгоритм расчета места установки переливной перегородки в баке-отстойнике ДРО

Зная время осаждения частиц различных диаметров и время прохождения движущегося потока, можно определить необходимую скорость движения потока, при которой частицы будут проходить движущийся поток и оставаться в баке-отстойнике. При заданных размерах отстойника l , h , b можно найти допустимую максимальную скорость движения жидкости, при которой твердые частицы осядут на дно отстойника. Зададимся постоянной скоростью осаждения, соответствующей скорости осаждения частицы диаметром 20 мкм, что определяется минимальной толщиной масляного слоя. Определяя необходимую скорость потока, зададимся не только расстоянием 3 м, соответствующие длине рассматриваемого бака, но и определим необходимые скорости потоков и при меньших значениях длин:

$$v_{\Pi} = W_{\text{ос}} \frac{l}{h_{\Pi}}. \quad (10)$$

Имея скорости потока, можно рассчитать время, за которое частицы достигнут заданного расстояния, на котором будет расположена переливная перегородка. Определив это время, можно определить, какие частицы будут гарантированно осаждаться, пройдя данный отрезок:

$$t_{\Pi} = l_{\Pi} / v_{\Pi}. \quad (11)$$

Частицы механических примесей будут гарантировано оставаться в баке-отстойнике системы смазки ДРО в случае, если будет выполняться условие $\tau_{\text{пп}} < t_{\Pi}$.

Алгоритм расчета места установки переливной перегородки представлен на рисунке 2.

Выводы. В результате исследований получены значения фактической наработки системы смазки ДРО до проведения технического обслуживания, во время которого смазочный материал должен быть очищен от механических примесей или заменен на новое масло. Для обеспечения герметичности системы смазки в целом во время технического обслуживания рекомендуется замена сальников, прокладок и очистка днища и стенок бака системы смазки от механических примесей.

По результатам данных расчетов можно оценить, частицы какого размера будут выходить из движущегося потока масла, при заданной скорости этого потока. Таким образом, можно оценить, на какое расстояние необходи-

мо устанавливать переливную перегородку в баке-отстойнике при определенной скорости потока, чтобы обеспечить осаждения частиц необходимого размера и предотвратить износ материалов вала и подшипника скольжения, что в свою очередь повлияет на увеличение ресурса оборудования и сокращение затрат при эксплуатации дробильно-размольного оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корнеев С.В., Данилов Л.И., Свечникова Ф.И., Каданцев А.В., Ножненко А.В. Рекомендации по применению смазочных материалов, оборудования и рациональному использованию смазочных материалов на предприятиях цветной металлургии. М., Металлургия, 1988. С. 192.
2. Положение о планово-предупредительных ремонтах оборудования и транспортных средств на предприятиях Министерства цветной металлургии СССР. 2-е изд., перераб. И доп. М., Недра, 1984. 176 с.
3. Корнеев С.В., Лагунов В.Б., Мичник Б.Х., Шачин А.И., Данилов Л.И., Свечникова Ф.И. О критерии предельного состояния смазочного материала для пары трения баббит-сталь // Трение и износ. Минск. Наука и техника. Т. 7. 1986. №2. С. 342–346.
4. Ярмович Я.В., Корнеев С.В. О предельном состоянии масел для дробильно-размольного оборудования // Тяжелое машиностроение, 2005. №5. С. 40–41.
5. Шейнин А.М. Эксплуатация дорожных машин: учебник для вузов по спец. "Строит. и дор. машины и оборуд." М.: Машиностроение, 1980. 334 с.
6. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем: учебник для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 208 с.
7. Ярмович Я.В. Способы экономии индустриальных масел в системах смазки дробильно-размольного оборудования // Труды аспирантов и студентов ГОУ «СибАДИ»: сборник трудов. Вып. 8. Омск, 2011. С. 235–240.
8. Квитницкий Е.И., Киркач Н.Ф., Полтавский Ю.Д., Савин А.Ф. Расчет опорных подшипников скольжения: справочник. М.: Машиностроение, 1979. 70 с.

Kuznetsov V.N., Yarmovich Y.V.**SUMMARY OF STUDY METHODS RESOURCE LUBRICATION SYSTEMS CRUSHING AND MILLING EQUIPMENT**

This article addresses the problem of reducing costs in the operation of crushing and milling equipment associated with high consumption of lubricant, as the volume of the equipment lubrication systems can be up to 60 m³. Ways of reducing costs in the operation of the equipment is timely replacement or cleaning for grease lubrication systems of equipment and use weir in the settling tank for continuous purification of lubricant. This article presents the basic methods of study periodicity of service and resource of lubrication system of the equipment. It is also proposed a generalized method of calculating the pot settling, with which it is possible to determine the place of installation weir in accordance with the specific conditions of use the equipment.

Key words: *Crushing and grinding machinery, lubrication system, grease, durability, particle deposition, the life of equipment.*

Кузнецова Виктория Николаевна, доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве».

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

Адрес: Россия, 644080, г. Омск, проспект Мира, д. 5.

E-mail: dissovetsibadi@bk.ru

Ярмович Ярослав Владимирович, аспирант кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве».

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия.

Адрес: Россия, 644080, г. Омск, проспект Мира, д. 5.

E-mail: Nimlor87@gmail.com

Остановский А.А., канд. техн. наук, доц.
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
Донского государственного технического университета

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ И РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ МЕЛЬНИЦ ДИНАМИЧЕСКОГО САМОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СИСТЕМЫ «МКАД»

ostanovskiy51@mail.ru

Одной из главных причин низкой эффективности предприятий по производству строительных материалов является низкое качество изготовления оборудования, медленные темпы их технического переоснащения. Сложившаяся ситуация вызвала в последние годы в Российской Федерации и за рубежом резкую интенсификацию работ по созданию более эффективных дробильно-измельчительных машин. При их создании необходимо учитывать возможность повышения производительности труда и эксплуатационной надежности, снижения расхода металла, переизмельчения материала и энергозатрат на разрушение. Эксплуатация считающихся наиболее прогрессивными на сегодняшний день вертикальных мельниц динамического самоизмельчения системы «МАЯ», обнаружила их конструктивные и эксплуатационные недостатки, которые не позволяют широко их использовать в соответствующих отраслях промышленности. Для их устранения при создании вертикальных мельниц динамического самоизмельчения предложены принципиально новые конструктивные схемы, позволяющие повысить их надёжность и работоспособность и этим снизить капитальные и эксплуатационные затраты.

Ключевые слова: дробильные оборудование, мельница, помол, энергоэффективность, надежность, ремонтпригодность, измельчение, ротор, ребро, износ, сменная рубашка.

В последние годы в нашей стране и за рубежом отмечается резкий рост технических решений по созданию эффективных дробильно-измельчительных машин, обладающих высокой производительностью, низкая энергоемкость измельчения. Кроме того важнейшим показателем эффективности новых машин при их эксплуатации является приемлемая надежность и ремонтпригодность.

К техническим новинкам в области измельчения материалов следует отнести созданные в последние годы мельницы А. В. Ягупова [1], Д. К. Крюкова [2] и Л. А. Летина [3].

Шаровая мельница А. В. Ягупова использует в своей конструкции сочетание принципов раздавливания и истирания. Конструктивная схема такой установки автора показана на рис. 1.

Она состоит из неподвижного цилиндрического корпуса 1 с соосным пустотелым цилиндром 2. Внутри корпуса расположены две вращающиеся в разные стороны платформы в форме дисков – верхнего 3 и нижнего 4. Между дисками располагается шаровая загрузка, причем верхний диск сделан подвижным и прижимается к шаровой загрузке пружины 5.

На основе показанной схемы была создана опытно-промышленная установка с объемом рабочего пространства 1 м³ и произведены испытания в кратковременном режиме. Установлено, что мельница обладает рядом существенных преимуществ: низкая энергоемкость

измельчения, большая удельная производительность, малый уровень шума.

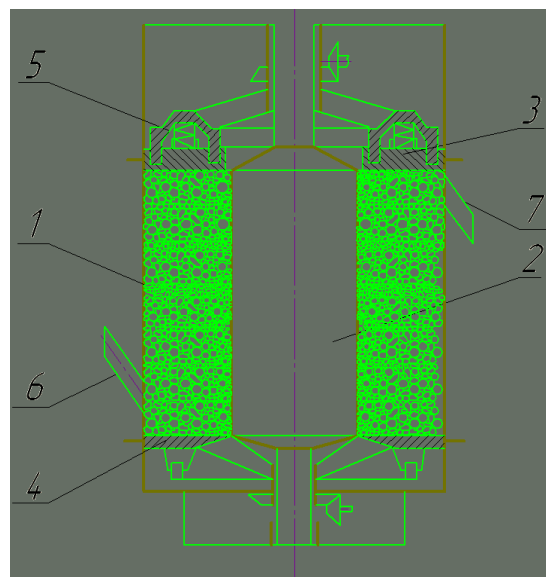


Рис. 1. Шаровая мельница А. В. Ягупова

К недостаткам следует отнести необходимость первичного измельчения до крупности 1÷2 мм, трудность создания надежного уплотнения между неподвижным корпусом 1 и нижним диском 4, сложность конструкции и, следовательно, малую надежность в работе. Все это снижает достоинства мельницы и ограничивает область ее возможностью применения.

Принципом взаимного соударения потоков измельчаемого материала используется в мель-

нице Л. А. Летина. Мельница этой конструктивной схемы имеет два вращающихся в противоположные стороны ротора 2, которые закреплены на горизонтальных валах 1 (рис. 2). Ротор состоит из вала 1 и двух корпусов – внутреннего 2 и охватывающего его внешнего 3.

Пространство между конусами разделено на каналы лопастями, осуществляющими разгон материала, выбрасываемого в зазор между роторами, где происходит измельчение при встрече двух противоположно направленных потоков.

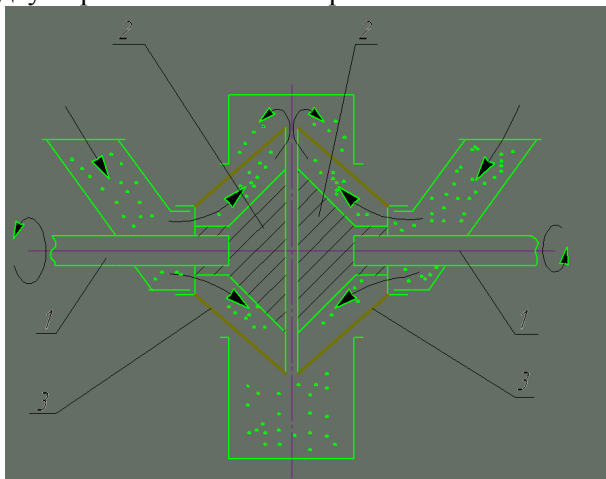


Рис. 2. Центробежная мельница Л. А. Летина

В мельнице Л. А. Летина сохраняются технологические преимущества струйного измельчения, а энергетические затраты могут быть несколько ниже. К недостаткам конструкции следует отнести быстрый износ лопаток, особенно на периферии ротора.

Новым шагом в направлении совершенствования процесса измельчения является мельница принудительного самоизмельчения, разработанная коллективом под руководством д.т.н. Д. К. Крюкова (рис. 3).

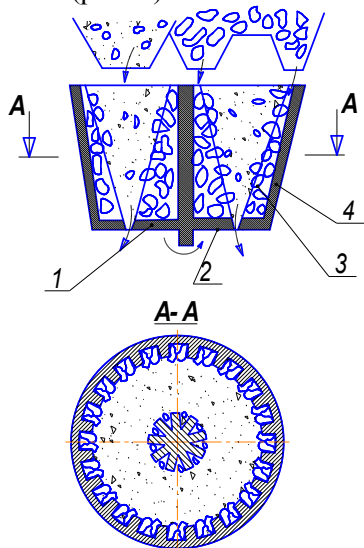


Рис. 3. Вертикальная мельница самоизмельчения проф. Крюкова Д. К.

Эта мельница состоит из ротора 1 с ребрами 2, вращающегося внутри неподвижного барабана 3, снабженного ребрами 4. В мельнице также реализуется способ самофутеровки ротора и барабана с одновременным переносом основной работы измельчения во внутренние слои сегрегированной руды. Для этого руда предварительно разделяется на классы и загружается в мельницу отдельно.

Эта мельница обладает существенным недостатком – сложностью обеспечения условий для непрерывной послойной загрузке измельчаемого сырья, что усложняет условия для самофутеровки ротора. Кроме того, с точки зрения надежности в ней трудно обеспечить высокую износостойкость сопряжения ротора с барабаном, так через него выходит измельченный продукт.

Одним из перспективных направлений совершенствования и внедрения новых машин с улучшенными техническими характеристиками, в том числе более высокой надёжностью, являются мельницы динамического самоизмельчения системы «МАЯ», в которых реализован способ самоизмельчения [4–7]. Преимущества этого способа и мельниц, созданных на его основе, состоит в следующем:

- из процесса помола выведены мелющие тела, что позволяет экономить значительные средства;
- при отсутствии мелющих тел (в виде стальных шаров) футеровка может быть выполнена менее массивной;
- появляется возможность сокращения капитальных затрат за счет сокращения стадий дробления;
- снижается загрязнение готового продукта частицами металла.
- снижение металлоёмкости позволяет снизить нагрузку на приводные элементы и увеличить надежность машин, а также снизить мощность приводного двигателя.

На рис. 4 показана разработанная и реализованная на практике вертикальная мельница динамического самоизмельчения, в которой используется способ самоизмельчения МАЯ-10К.

Однако при всех очевидных преимуществах мельниц системы «МАЯ» для мельницы и этой конструктивной схемы изнашивание рабочих деталей, взаимодействующих с измельчаемым материалом, является неизбежным процессом и приводит к уменьшению её ресурса и снижению производительности. Следствием этого является увеличение расхода запасных частей и затрат трудовых и материальных ресурсов.

Другим важным условием повышения эффективности работы мельниц является повышение ремонтпригодности, так как высокая трудоемкость замены выходящих из строя деталей и узлов мельницы также ведет к снижению производительности.

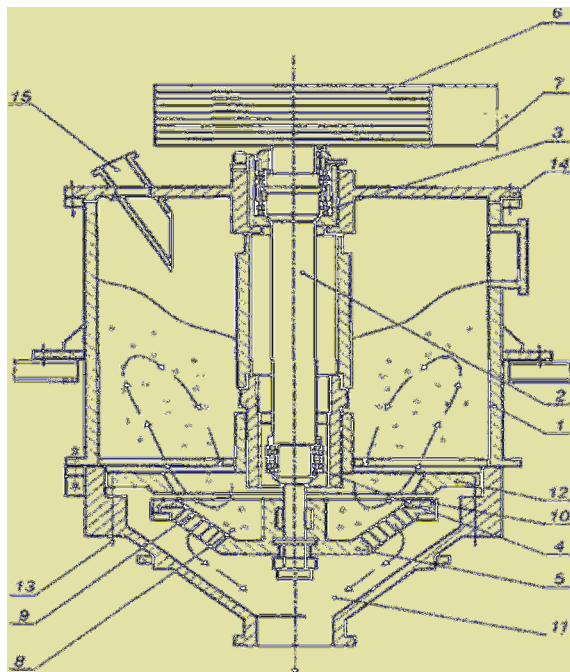


Рис. 4. Конструктивная схема мельницы МАЯ-10:
1 – корпус; 2 – вал; 3, 4 – подшипниковые опоры;
5 – чашеобразный ротор; 6 – шкив;
7 – клиноременная передача; 8 – радиальные ребра;
9 – просеивающие поверхности; 10 – съемное
кольцо; 11 – воронка; 12 – верхнее кольцо;
13 – винтовые домкраты; 14 – крышка;
15 – загрузочное отверстие

Поэтому необходимым условием повышения ресурса мельниц этой системы является разработка технических решений, позволяющих обеспечить повышение надежности и ремонтпригодности.

Большой вклад в решении исследования процесса износа деталей и узлов мельниц системы «МАЯ» принадлежит одному из основоположников в создании и исследования принадлежит докт. техн. наук Хетагурову В. Н. В его лично и совместных работах установлено, что низкая долговечность рабочих элементов, отсутствие надежных мероприятий по эвакуации измельченного материала из рабочего пространства мельницы и достоверных методик по определению параметров электродвигателя, а также необоснованно высокая масса мельниц «МАЯ» существенно повышают эксплуатационные расходы на измельчение и являются сдерживающим фактором в разработке высокопроизводительных образцов новых конструкций вертикальных мельниц этой системы [8–12].

Некоторые вопросы по повышению надежности и ремонтпригодности решены в конструктивных схемах мельниц системы «МКАД» (мельницы контурные Александра Дровникова), названные по имени разработчика этой системы машин.

В мельницах этой системы с целью повышения надежности и ремонтпригодности вертикальных мельниц динамического самоизмельчения предложены и запатентованы конструктивные схемы, в которых устранены технические недостатки, свойственные мельницам системы «МАЯ».

Например, в исследовании [13] установлено, что износ всегда присутствует на ребрах ротора, так как, перемещаясь внутри рабочей камеры и взаимодействуя с ними куски и частицы, в зависимости от их физико-механических свойств и угловой скорости ротора он протекает с разной интенсивностью.

Так как износ ребер процесс неизбежный, а замена изношенных ребер, выполненных как единое целое с ротором, процесс весьма трудоемкий и затратный, то предложено техническое решение [14], позволяющее повысить ремонтпригодность мельницы путем установки на роторе 1 сменной рубашки 2, которая установлена внутри ротора с помощью болтовых соединений (рис. 7).

Выполнение такого техничного мероприятия позволит существенно уменьшить трудоемкость замены изношенного узла и снизить трудозатраты, связанные с необходимостью изготовления нового ротора.

Другим техническим решением позволяющим повысить надежность мельницы системы «МКАД» является изменение формы ребер ротора в продольном сечении. Необходимость этой операции связана с тем, что при измельчении твердых материала (гранита) было установлено, что в нижней части ротора между ступицей 5 и ребрами 2 происходит заклинивание кусков неправильной формы (рис. 8).

Это приводит к тому, что при циркуляции кусков внутри барабана из-за неправильности формы кусков и частиц происходит их заклинивание между ребрами и ступицей в роторе мельницы.

Из-за этого происходит их наслоение по высоте, что снижает активную площадь взаимодействия ребер с кусками. Это приводит к уменьшению количества кусков и частиц, перемещающихся по торообразной траектории внутри барабана, а их скорость и кинетическая энергия будут снижаться. Для ликвидации этого явления необходима остановка мельницы и трудоемкая ручная операция по удалению закли-

ненных кусков. Операция по удалению их весьма трудоёмкая, приводящая к частой остановки

работы мельницы и ведет к снижению производительности.

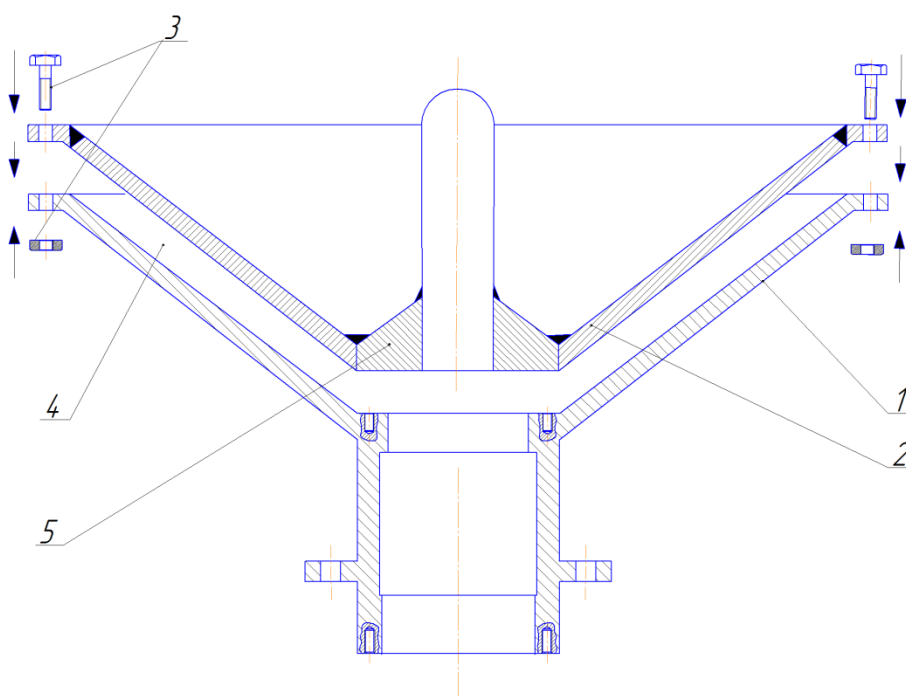


Рис. 7. Установка сменной рубашки на роторе мельницы: 1 – ротор; 2 – сменная рубашка; 3 – болтовые соединения; 4 – ребро; 5 – ступица



Рис. 8. Заклинивание кусков гранита между ребрами и ступицей в роторе мельницы: 1 – ротор; 2 – ребра; 3 – заклиненный кусок материала

Чтобы устранить это явление, приводящее к снижению энергоэффективности мельницы, для нового полупромышленного образца принято решение выполнить перегородки с небольшим уклоном (рис. 9).

Это приведет к тому, что куски, попадающие в зону между ребрами и ступицей, за счет

центробежных сил и уклона ребер с меньшей долей вероятности будут заклинивать в указанной области и большее количество частиц будут циркулировать в барабане и взаимодействовать друг с другом.

Следовательно, интенсивность взаимодействия кусков друг с другом также снизятся, что

приведет к уменьшению производительности и росту энергозатрат. Несложная модернизация одного из основных узлов мельницы позволит без существенных материальных затрат уменьшить время на ликвидацию отказа и повысить производительность мельницы.

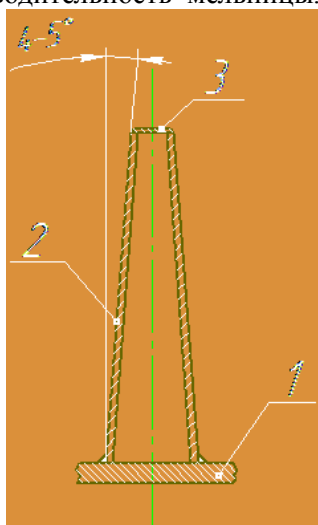


Рис. 9. Выполнение боковых стенок ребра с уклоном: 1 – ротор; 2 – боковая стенка ребра; 3 – связка

Другим конструктивным решением, направленным на повышение надежности мельниц динамического самоизмельчения является самотормозящийся измельчитель динамического самоизмельчения [15].

Актуальность его создания заключается в том, что одной из главных причин недостаточной надежности мельниц системы «МАЯ» является необходимость неполного заполнения корпуса мельницы измельчаемым материалом, так как в момент её пуска из-за наличия высокого столба материала, находящегося над чашей ротора, возникают высокие пусковые токи, приводящих нередко к выходу из строя электродвигателя. Это же обстоятельство требует при запуске в работу мельниц динамического самоизмельчения типа «МАЯ» заполнять корпус не полностью, а только на $\frac{1}{3}$ его объема или устанавливать электродвигателя повышенной мощности, что снижает их надежность и увеличивает эксплуатационные расходы.

С целью устранения этого недостатка и повышения надежности вертикальной мельницы динамического самоизмельчения разработана конструктивная схема за счёт автоматического торможения барабана по мере набора угловой скорости электродвигателя снизить крутящий момент в период пуска мельницы в работу, что позволит уменьшить вероятность «опрокидывания» двигателя и преждевременному выходу его из строя и позволит повысить надежность приводных элементов мельниц этого типа (рис. 10, 11).

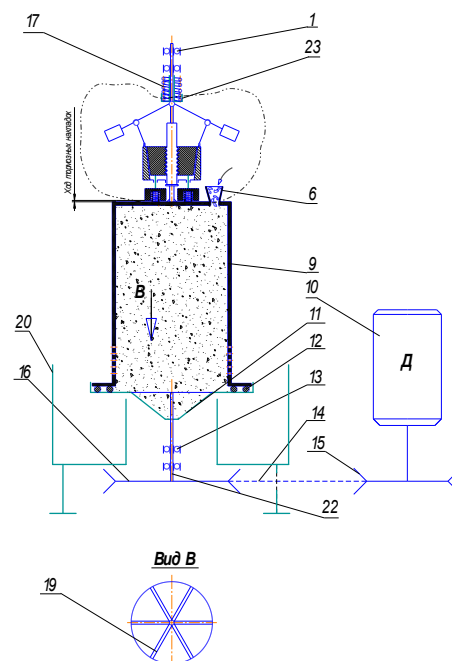


Рис. 10. Схема самотормозящегося измельчителя динамического самоизмельчения: начальная фаза

Процесс измельчения устройства данной конструкции осуществляется следующим образом.

Первоначально исходный материал загружается через загрузочную воронку 6 в барабан 9. Далее производится включение электродвигателя 10, который через клиноременную передачу и ведомый 15 и приводной 16 шкивы приведет во вращение чашеобразный ротор 11.

При включении электродвигателя 10 частицы материала, находящиеся в полости чашеобразного ротора 11, начинают перемещаться к её периферии под действием центробежной силы, увлекая за собой барабан 9, одновременно прижимаясь к радиальным ребрам 19. Попад в активную зону измельчения, измельчаются за счет ударов, скалывания и истирания. Затем, уменьшившись до соразмерного с высотой выходных отверстий, выполненных в боковых стенках чашеобразного ротора 11 выводятся из барабана 9 мельницы и аккумулируются в приемной емкости 20. Частицы материала крупнее размера выходных отверстий, совершают движение в барабане по восходящей тороидальной линии и далее вместе с исходным материалом опускаются в (активную) рабочую полость чашеобразного ротора 11.

Одновременно с этим за счет образовавшейся центробежной силы, от вращающихся частиц измельчаемого материала, обеспечивается прижатие этих частиц к его стенкам барабана 9, и этим самым за счет сил трения, частиц о его внутреннюю полость они начнут увлекать за собой барабан 9 мельницы, который начнет

вращаться, опираясь на опорную поверхность подшипников 12 чашеобразного ротора 11.

По мере достижения определенной угловой скорости вращения барабана 9 грузы 2 за счет центробежных сил будут приподниматься вверх, через шарнир 21, отжимая пружину 17, установленную во втулке 23 коромыслом 18 (рис. 11). При перемещении грузов 2 вверх вертикальная тяга 3 начинает перемещать за собой вверх коническую втулку 4, которая своей внутренней конической частью обеспечит сжатие маточной гайки 5 и замыкание их на винте 7. Замкнувшись, маточная гайка 5 начнет перемещаться по вращающемуся винту 7 к торцевой части барабана 9 и через траверсу 25 обеспечит прижатие тормозных накладок 8 к его торцевой поверхности, что приведет к его остановке.

При достижении определенного усилия, создаваемого тормозными накладками 8 на барабане 9, отбойная пружина 24 приподнимет маточную гайку 5 вверх и выведет из замыкания с ней винт 7, что приведет к вращению барабана 9 частицами измельчаемого материала.

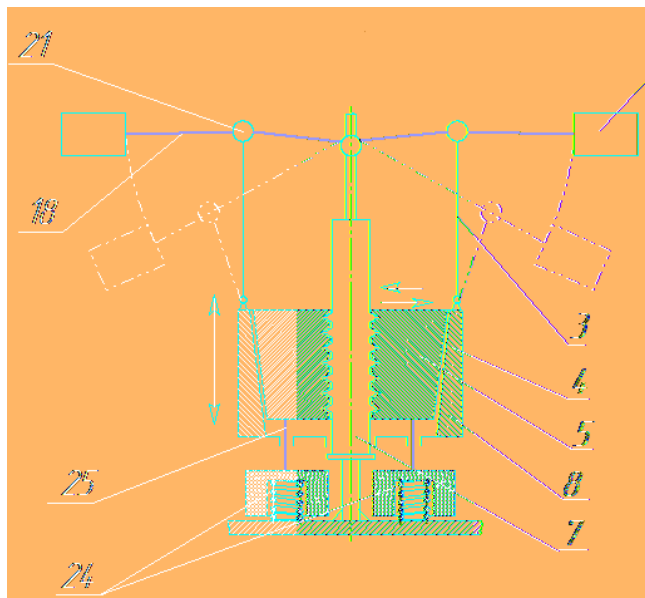


Рис. 11. Схема действия механизма торможения измельчителя динамического самоизмельчения

Торможение и остановка барабана 9 приведет к снижению крутящего момента, необходимого для его вращения и, следовательно, к уменьшению пускового тока электродвигателя.

При остановке барабана 9 и уменьшения его угловой скорости вращения грузы 2 за счет снижения центробежных сил начнут опускаться вниз и через вертикальную 3 тягу, коромысло 18, воздействуя на коническую втулку 4, опустят её вниз и разомкнут на винте 7 маточную гайку 5. Маточная гайка 5, разомкнувшись на винте 7, не будет обеспечивать перемещение тормозных накладок 8 в направлении торцевой

части барабана 9, и отбивными пружинами вернет систему в исходное состояние, существовавшее до пуска электродвигателя 10.

Таким образом, разработанные конструктивные решения при создании вертикальных мельниц динамического самоизмельчения, позволяют в значительной мере без значительных материальных и капитальных затрат повысить их надежность и ремонтпригодность, что позволит расширить область их применения в различных отраслях промышленности, занимающихся выпуском современного измельчительного оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.с. № 303104 (СССР), МПК6 В02 С17/04. Шаровая мельница/ Ягупов А. В., заявитель Криворожский горно-рудный институт. - заявка. №1317692; Оpubл. 01.01. 1971 Бюл. №1. 4 с.
2. А. с. № 2111053 (СССР), МПК6 В02 С13/02. Центробежная мельница / Летин Л. А., заявитель и патентообладатель «Акционерное общество открытого типа «Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт». – заявл. 17.02. 1976; Оpubл. 25.01. 1980, Бюл. № 3. 3 с.
3. Крюков В. А., Кириченко. Выбор перспективного направления развития барабанных мельниц// Обогащение полезных ископаемых: сб. статей, вып. 28, 1981. С. -20-26.
4. А. с. № 651845 (СССР), МПК4 В 02 С13/14. Способ измельчения материала/ Ягупов А.В.; заявитель Северо-Кавказский горно-металлургический институт. - № 2331562; заявл. 09.06 1976, опубл. 15.03. 1979, Бюл. №11. – 3 с.
5. А.с. № 710632 (СССР), МКИ В 02 С 13/00. Мельница динамического самоизмельчения «МАЯ»/ Ягупов А. В.; заявитель Северо-Кавказский горно-металлургический институт. - заявка № 2325134; заявл. 17.02. 1976, опубл. 25.01.1980, Бюл. №3. – 4 с.
6. А.с. №1308382 (СССР), МКП4 В 02 С 13/14. Мельница динамического самоизмельчения/ Ягупов А.В., Хетагуров В.Н., Гегелашвили М.В., Фридман Е.М.; заявитель Северо-Кавказский горно-металлургический институт. - заявка № 4000261; заявл. 30.12.1985, опубл. 07.08.87, Бюл. №17. 3 с.
7. А.с. № 1516139 (СССР), МПК4 В 02 С13/14. Ягупов А.В., Хетагуров В.Н., Гегелашвили М.В., Клыков Ю.Г. Мельница динамического самоизмельчения / заявитель Северо-Кавказский горно-металлургический институт; заявка № 4172684; заявл. 04. 01. 1987, опубл. 23.10.1989, бюл. № 39. 3 с.

8. Хетагуров В.Н. Разработка и проектирование центробежных мельниц вертикального типа // Владикавказ: Терек, 1999. 225 с.

9. Ягунов А.В., Хетагуров В.Н., Кузьминов А.П. О повышении эксплуатационной надежности вертикальной мельницы МАЯ. // Дробильно-размольное оборудование и технология дезинтеграции: Междувед. сб. науч. тр./ «Механобр». Л., 1989. С. 55–64.

10. Хетагуров В.Н. Исследование механизма изнашивания рабочих элементов мельницы МАЯ-Р10 // Сев.-Осет. гос. ун-т, Сев.-Кавк. горно-металлург. ин-т. - Орджоникидзе, 1987. - 25 с. Библиогр. 9 назв. - Деп. в ЦНИИцветмет экономики и информации 9.09.87, № 1620-87 Деп.

11. Ягунов А.В., Гегелашвили М.В., Хетагуров В.Н., Палванов В.П. Опыт динамического самоизмельчения золотосодержащей руды // Колыма. 1986. №5. С. 14–15.

12. Ягунов А.В., Хетагуров В.Н., Кузьминов А.П. О повышении эксплуатационной надежности вертикальной мельницы МАЯ. // Дробильно-размольное оборудование и технология дезинтеграции: Междувед. сб. науч. тр./ «Механобр». Л., 1989. С. 55–64.

13. Хетагуров В.Н., Кузьминов А.П. О закономерностях изнашивания рабочих элементов

мельницы МАЯ. Депонировано в ЦНИИЭИцветмет экономики и информации 22. 05. 89, № 1819 - 89 деп.

14. Пат. на полезную модель №134825. Российская Федерация. МПК В02С13/14. Измельчитель материала/ Остановский А.А., Дровников А.Н., Маслов Е.В.; заявл. 11.02.13; заявитель и патентообладатель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса (ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС»).- заявка №2013105691; опубл. 27.11 2013, Бюл. №33. 3 с.

15. Пат. на полезную модель №122911. Российская Федерация. МПК В02С13/14. Самотормозящий измельчитель динамического самоизмельчения / Дровников А. Н., Остановский А. А., Маслов Е. В., Бурков Н. В., Осипенко Г. Е.; заявл. 16.04.12; заявитель и патентообладатель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса (ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС»).- заявка №2012115073/13; опубл. 20.12 2012, Бюл. №35. 5 с.

Ostanovskiy A.A.

THE TECHNICAL PROPOSALS TO IMPROVE RELIABILITY AND MAINTAINABILITY AUTOGENOUS MILLS DYNAMIC

One of the main reasons for the low efficiency of the enterprises for manufacture of building materials is the low quality of the equipment manufacturing, the slow pace of their technical re-equipment. This situation has caused in the Russian Federation and abroad, a sharp intensification in recent years, the work to create a more efficient crushing and grinding machines. At their creation must take into account the possibility of increasing productivity and operational reliability, reduce the consumption of metal, overgrinding material and energy costs for the destruction of. Operating considered the most progressive to date vertical mills autogenous dynamic system, "MAY", discovered their design and operational deficiencies that do not allow wide use of them in their respective industries. To eliminate them, to create dynamic vertical mills autogenous offered fundamentally new structural systems that improve their reliability and performance, and these reduce capital and operating costs

Key words: *crushing equipment, grinding mill, grind, energy efficiency, reliability, maintainability, grinding, rotor, edge wear, removable shirt.*

Остановский Александр Аркадьевич, докторант, кандидат технических наук, доцент Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета, кафедра «Технические системы ЖКХ и сферы услуг»

Адрес: Россия, 346500, г. Шахты Ростовской области, ул. Шевченко, 147

E-mail: Ostanovskiy51@mail.ru

Бойко А.Ф., д-р техн. наук, проф.,
Кудеников Е.Ю., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОБЪЕМНОГО ИЗНОСА ЭЛЕКТРОДА-ИНСТРУМЕНТА ОТ ГЛУБИНЫ ОБРАБОТКИ

kudenikov@bk.ru

В процессе электроэрозионной обработки отверстий малого диаметра нижние участки электрода-инструмента подвергаются воздействию боковых разрядов дольше, чем верхние, что приводит к увеличению погрешности формы получаемого отверстия. В статье анализируется зависимость величины возникающего объемного износа электрода-инструмента от глубины обработки. Установлено, что величина объемного износа возрастает с увеличением глубины обработки. На основе экспериментальных данных получена функция, наиболее точно моделирующая контур рабочей части электрода-инструмента. Описана методика оптимизации объемного износа, позволяющая определить величину дополнительного калибровочного прохода при заданном допуске на диаметр отверстия. Предложенный способ позволит повысить точность размерной электроэрозионной обработки отверстий малого диаметра.

Ключевые слова: точность электроэрозионной обработки, конусность отверстий малого диаметра, объемный износ электрода-инструмента, калибровочный проход, торцевание электрода-инструмента, глубина электроэрозионной обработки.

Известно, что в процессе ЭЭО по зазору между стенками отверстия и ЭИ движется жидкость, насыщенная продуктами эрозии, которые создают условия для паразитных разрядов [1-5]. Так как нижние участки электрода-инструмента (ЭИ) подвергаются действию боковых разрядов дольше, чем верхние, то ЭИ в процессе обработки заостряется, что приводит к увеличению погрешности формы (в т. ч. конусности) получаемого отверстия. Для снижения величины конусности производится калибрование отверстия путем дополнительной подачи или повторная обработка отверстия отторцованным электродом-инструментом [6]. Характер износа и его величина в зависимости от глубины обработки изучены не были. При этом калибруется отверстие до прекращения боковых разрядов, что приводит к увеличению таких видов погрешности как конусность и овальность [7-10]. Методы оптимизации величины калибровочного прохода не разработаны. Настоящая работа направлена на изучение закономерностей объемного износа и разработку методики его оптимизации.

Для выявления математической модели зависимости (1) значения износа ЭИ по диаметру γ_d от величины подачи ЭИ h был проведен ряд экспериментов на электроэрозионном станке 04ЭП10М.

$$\gamma_d = f(h) \quad (1)$$

Эксперименты проводились на следующих режимах: частота генератора импульсов - 25 кГц; энергия импульса - 9,25 мкДж; материал электрода-детали - коррозионностойкая сталь 08Х18Н10Т, электрода-инструмента - вольфрам

в виде проволоки, рабочая среда - вода водопроводная.

Эксперимент проводился следующим образом. Электродом-инструментом диаметром $d=100$ мкм прошивались отверстия с величиной подачи ЭИ $h=100...500$ мкм с шагом 100 мкм. После обработки каждого отверстия с помощью цифрового микроскопа Levenhuk D70L делался ряд снимков рабочей части ЭИ, после чего электрод-инструмент торцевался на величину, превышающую значение подачи на 50-100 мкм и производилась обработка следующего отверстия. На рис.1. представлены контуры рабочей части электрода-инструмента.

Анализируя форму износа электрода-инструмента, в качестве функции, описывающей контур рабочей части ЭИ, были предложены показательная функция (2) и функция эллипса (3).

$$\gamma_{d1}(r) = ab^r, \quad (2)$$

$$\gamma_{d2}(r) = h - h \left[1 - \frac{r}{d/2} \right]^{1/b}, \quad (3)$$

где a, b - коэффициенты, изменяющиеся в зависимости от глубины отверстия, h - величина подачи ЭИ, мкм, d - диаметр ЭИ, мкм.

С помощью системы Mathcad, используя экспериментальные значения длины изношенной части ЭИ γ_{d3} , находим коэффициенты a и b функций (2) и (3). Подставим их в (2) и (3) и найдем значения γ_{d1}, γ_{d2} в 6 точках (при $r=0...50$). Полученные значения для $h=100$ мкм сведем в табл.1.

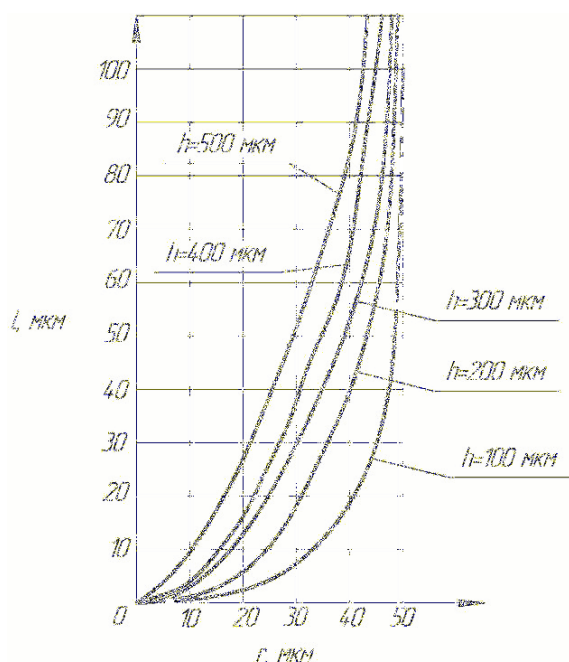


Рис. 1. Контуры рабочей части электрода-инструмента при величине подачи $h=100\dots 500$ мкм.

Выполним аналогичные расчеты для других значений величины прохода ЭИ h , результаты сведем в табл.2.

Анализируя значения, представленные в табл.2, можно сделать вывод о том, что функция эллипса (3) более точно описывает форму рабочей части электрода-инструмента.

Найдем зависимость длины изношенной части электрода-инструмента γ_d от величины подачи ЭИ h через коэффициенты a и b функции (3). Для этого построим графики (рис.2) функций

$$a = f(h), \quad (4)$$

$$b = f(h), \quad (5)$$

Анализируя графики (рис.2), можно сделать вывод о том, что значение коэффициентов a и b изменяется по линейному закону. Определим вид функций (4) и (5):

$$a = -0.3686h + 3.2576, \quad (6)$$

$$b = 1.0862h + 1.6248 \quad (7)$$

Определим функцию зависимости длины изношенной части электрода инструмента γ_d от величины подачи h при заданном допуске на отверстие Δ , подставив вместо коэффициентов a и b функции (6) и (7):

$$\gamma_d(h) = h - h \cdot \left[1 - \frac{\Delta^{-0.3686h+3.2576}}{d} \right]^{\frac{1}{1.0862h+1.6248}} \quad (8)$$

Таблица 1

Сравнение экспериментальных значений величины износа ЭИ γ_d с расчетными в зависимости от радиуса r

r , мкм	0	10	20	30	40	50
γ_{d_3} , мкм	0	0.65	2.43	7.39	18.75	100
$\gamma_{d_1}(r)$, мкм	0.035	0.173	0.851	4.198	20.701	102.087
$\gamma_{d_2}(r)$, мкм	0	0.379	2.396	7.46	18.737	100
$(\gamma_{d_3}-\gamma_{d_1}(r))^2$	1.225×10^{-3}	0.228	2.493	10.191	3.806	4.354
$(\gamma_{d_3}-\gamma_{d_2}(r))^2$	0	0.073	1.129×10^{-3}	4.863×10^{-3}	1.74×10^{-4}	0
$\Sigma(\gamma_{d_3}-\gamma_{d_1}(r))^2$	21.072					
$\Sigma(\gamma_{d_3}-\gamma_{d_2}(r))^2$	0.079					

Таблица 2

Значения сумм квадратов отклонений экспериментальных значений γ_d от расчетных

h , мкм	100	200	300	400	500
$\Sigma(\gamma_{d_3}-\gamma_{d_1}(r))^2$	21.072	125.202	387.488	840.553	1904
$\Sigma(\gamma_{d_3}-\gamma_{d_2}(r))^2$	0.079	5.685	7.861	9.585	11.48

Полученная зависимость (8) позволяет для конкретного рассматриваемого случая точно определить величину калибровки отверстия или торцевания электрода-инструмента, что позволит уменьшить конусность.

Таким образом, можно сделать следующие обобщающие выводы.

1) При электроэрозионной обработке малых отверстий объемный износ электрода-инструмента увеличивается с увеличением глубины обработки.

2) Описанный объемный износ ЭИ с наибольшей точностью моделируется зависимостью эллипсного типа.

3) Разработанная методика позволяет определить с высокой точностью величину дополнительного калибровочного прохода ЭИ после

«вскрытия» отверстия с целью обеспечения требуемой точности обрабатываемого отверстия.

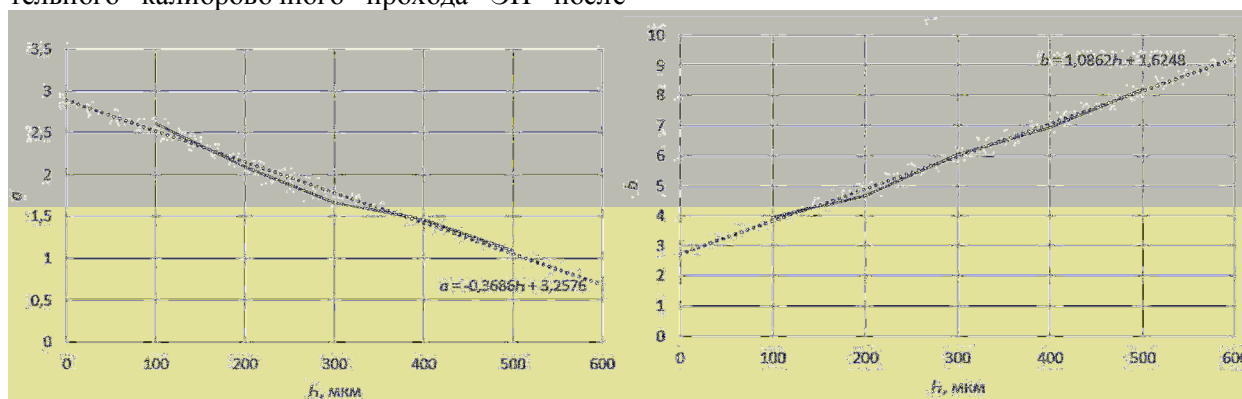


Рис. 2. Зависимость коэффициентов a (а) и b (б) от величины подачи ЭИ h .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левинсон Е.М., Лев В.С., Гуткин В.Г., Лившиц А.Л., Юткин Л.А. Электроэрозионная обработка материалов. Л.: Машиностроение, 1971. 256 с.
2. Бойко А.Ф. Эффективная технология и оборудование для электроэрозионной прошивки микроотверстий. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. 314 с.
3. Золотых Б.Н. Физические основы электроискровой обработки. М.: Машиностроение, 1977. 44 с.
4. Попилов Л.Я. Справочник по электрическим и ультразвуковым методам обработки материалов. Л.: Машиностроение, 1971. 544 с.
5. Фатеев Н.К. Технология электроэрозионной обработки. М.: Машиностроение, 1980. 184 с.
6. Лазаренко Б.Р. Электроискровая обработка металлов. М.: Машиностроение, 1950. 164 с.
7. Артамонов Б.А., Вишняцкий А.Л., Волков Ю.С., Глазков А.В. Размерная электрическая обработка металлов. М.: Высш. школа, 1978. 336 с.
8. Левинсон Е.М. Отверстия малых размеров. Л.: Машиностроение, 1977. 152 с.
9. Гуткин Б.Г. Автоматизация электроэрозионных станков. Л.: Машиностроение, 1971. 160 с.
10. Левинсон Е.М., Лев В.С. Электроэрозионная обработка металлов. Л.: Лениздат, 1972. 328 с.

Boyko A.F., Kudenikov E.U.

RESEARCH OF DEPENDENCE OF WEAR ELECTRODE-TOOL FROM THE DEPTH OF PROCESSING

During EDM holes of small diameter portions of the lower electrode-tool bits are exposed to the side longer than the upper, which leads to increased errors resulting from the opening. The article analyzes the dependence of emerging volumetric wear of the electrode-tool machining depth. It is found that the magnitude of the volumetric wear increases with the depth of processing. Based on experimental data obtained by the function that most closely simulates the contour of the working part of the tool-electrode. A method for optimizing the volumetric wear, which allows to determine the amount of additional calibration passes at a given tolerance on hole diameter. The proposed method will increase the accuracy of dimensional electrical discharge machining of small diameter holes.

Key words: precision EDM, taper holes of small diameter, volumetric wear of the electrode-tool calibration run, trimming tool-electrode EDM depth.

Кудеников Евгений Юрьевич, аспирант кафедры технологии машиностроения.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: kudenikov@bk.ru

Бойко Анатолий Федорович, доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Герасимов М.Д., канд. техн. наук, проф.,
Герасимов Д.М., инж.,
Степанищев В.А., инж.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ВИБРАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА С АСИММЕТРИЧНОЙ ВЫНУЖДАЮЩЕЙ СИЛОЙ*

mail_mihail@mail.ru

Совершенствование генераторов механических колебаний рабочих органов дорожно-строительных машин является важной технической задачей. Существует большое разнообразие вибрационных устройств, имеющих круговой и эллиптический характер колебаний. В статье описана вибрационная установка для получения асимметричной вынуждающей силы и методика настройки виброизмерительной аппаратуры для измерения параметров вибрации и величины вынуждающей силы.

Ключевые слова: *вибрационное устройство, вынуждающая сила, асимметричные колебания, тензометрическая станция, настройка режима измерения.*

Введение. Асимметричный характер направленных колебаний вибрационных рабочих органов дорожно-строительных машин является наиболее предпочтительным в сравнении с круговым и эллиптическим характером колебаний. Это объясняется тем, что наличие направленной и асимметричной вынуждающей силы позволяет [1] повысить эффективность работы вибрационного устройства, степень управления параметрами вибрации и, как результат, повышение степени управления технологическим процессом, например, уплотнения, сортировки или погружения свай.

Авторами статьи запатентована [2, 3, 4, 5] и изготовлена установка для получения и исследования направленных асимметричных механических колебаний. Теоретические исследования кинематики вибрационного устройства с направленными колебаниями и асимметричной вынуждающей силой [6, 7] показали способность таких механизмов для использования в технологических процессах строительства автодорог и сооружений.

Методика проведения подготовительных работ к исследованиям и испытаниям установки основана на рекомендациях фирмы-производителя аппаратуры - "Электронные технологии и метрологические системы". Так как вибрационная установка – физическая модель вибропогружателя имеет специфические конструктивные особенности, то возникает необходимость разработки и освоения методики проведения всего комплекса подготовительных работ с статической и динамической настройкой и тарировкой приборного комплекса.

Основная часть. Вибрационная установка (рис. 1, а) является физической моделью вибропогружателя. Каркас вибрационной установки состоит из основания прямоугольной формы,

двух цилиндрических стоек и верхней поперечной балки. Вибровозбудитель представляет собой плоский корпус, внутри которого расположены зубчатые передачи, установленные на валах. Шесть пар валов своими консольными частями находятся вне корпуса, на которых посредством клиновых и резьбовых соединений крепятся дебалансы (рис. 1, б). К боковым стенкам корпуса вибровозбудителя закреплены цилиндрические направляющие, с помощью которых он имеет возможность перемещаться вдоль цилиндрических стоек благодаря соединению с зазором. На верхней части корпуса имеется плита, на которой крепится электродвигатель. Электродвигатель приводит посредством ремённой передачи один из валов вибровозбудителя. Каждая горизонтальная пара валов с дебалансами одного типоразмера образует вибрационный модуль с вертикально направленными колебаниями. Каждая пара валов имеет свою частоту вращения: 500, 1000, 1500, 2000, 2500 и 3000 об/мин. Для каждой пары валов предусмотрены свои дебалансы, масса которых рассчитывается предварительно по отдельной методике. В нижней части корпуса закреплен сварной нагрузочный элемент в виде швеллера. Между нагрузочным элементом и основанием каркаса образуется зазор, в котором размещается датчик силы виброизмерительной аппаратуры.

Перед работой рабочая поверхность направляющих и стоек должна быть смазана для обеспечения свободного хода.

Вибрационная установка работает следующим образом. При включении электродвигателя ремённая передача привода приводит во вращение приводной вал вибрационного устройства. Посредством зубчатых передач, расположенных внутри вибрационного устройства, приводятся во вращение все валы вибровозбудителя. Каж-

дая пара горизонтальных валов, с установленными на них дебалансами, вращается навстречу друг другу с соответствующей частотой. При этом, в вертикальной плоскости генерируются вынуждающие силы. При сложении сил от действия нескольких пар валов с дебалансами происходит смещение значения суммарной составляющей вынуждающей силы в верх или вниз. Соотношение значения величины направленной силы вверх и вниз, отличное от единицы, определяет эффект асимметрии вынуждающей силы.



а

Такое соотношение называется коэффициентом асимметрии вынуждающей силы, который может изменяться, например, от 1.0 до 10.0.

Для практической оценки коэффициента асимметрии вынуждающей силы необходимо отработать методику проведения измерений параметров вибрации с помощью виброизмерительной аппаратуры. Для проведения экспериментальных исследований используется оборудование компании Zetlab, рис. 2.



б

Рис. 1. Вибрационная установка с направленными колебаниями и асимметричной вынуждающей силой
а – общий вид, б – дебалансы



а



б

Рис. 2. Восьмиканальная тензометрическая станция ZET 017-T8 (а), с S – образным датчиком силы (500 кгс или 2000кгс)

В комплект поставки тензометрической станции входит программное обеспечение ZETLAB TENZO.

Данное оборудование обеспечивает широкие возможности визуализации и анализа сигналов и позволяет одновременно запускать не-

сколько программ анализа и отображения сигналов. Комплекс позволяет получить отображение преобразованных сигналов входных каналов в зависимости от времени: параметрическое отображение сигналов в виде фигур Лиссажу; преобразование сигналов от тензодатчика по тарифовочным таблицам; выполнить узкополосную спектральную обработку сигналов, поступающих на входные каналы тензостанции.

Это дает возможность создавать различные комплексы для проведения испытаний, систем контроля и мониторинга технологических процессов. Совместное применение нескольких программ позволяет проводить испытания на нестандартных режимах.

Связь с компьютером осуществляется по шине HighSpeed USB 2.0 или интерфейсу Ethernet. Таким образом, наличие анализатора спектра ZET 017-U8 и ноутбука позволяет обслуживать до восьми измерительных точек.

Настройка и тарирование измерительного комплекса. При использовании любых измерительных средств является достоверность показаний прибора. Она обеспечивается настройкой и калибровкой. Калибровка прибора – это контрольная проверка и под-

стройка показаний в какой-либо, обычно одной опорной, точке диапазона измерений.

Прежде чем проводить испытания необходимо убедиться, что показания прибора (измерительного комплекса) соответствуют действительности. Более этого, при измерении динамических характеристик, в частности вынуждающей силы вибрационной установки, нужно предварительно убедиться в адекватном измерении статических характеристик.

Прежде всего, после подключения датчиков силы, необходимо задать их характеристики. В частности, такие как чувствительность и предел измерений.

Также следует указать время сглаживания.

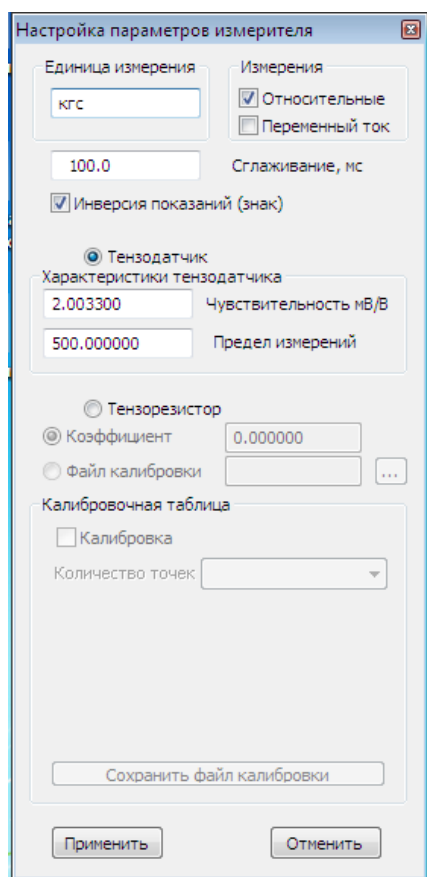
Основные этапы настройки прибора отражены на рисунках 3, 4, 5.

После ввода характеристик датчика, нужно включить соответствующий измерительный канал.

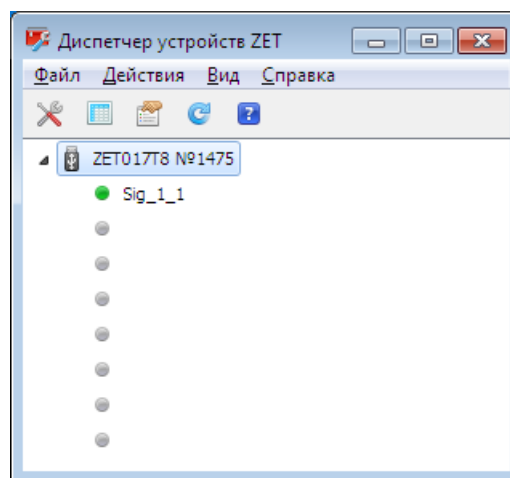
Далее включается генератор сигналов, рис. 5.

В качестве калибровочных грузов, используются грузы с заведомо известным весом, рис. 6.

Далее определяется вес тарированного груза с помощью тензодатчика, рис. 7.



а



б

Рис. 3. Настройка параметров измерителя (а) и включение измерительного канала (б)

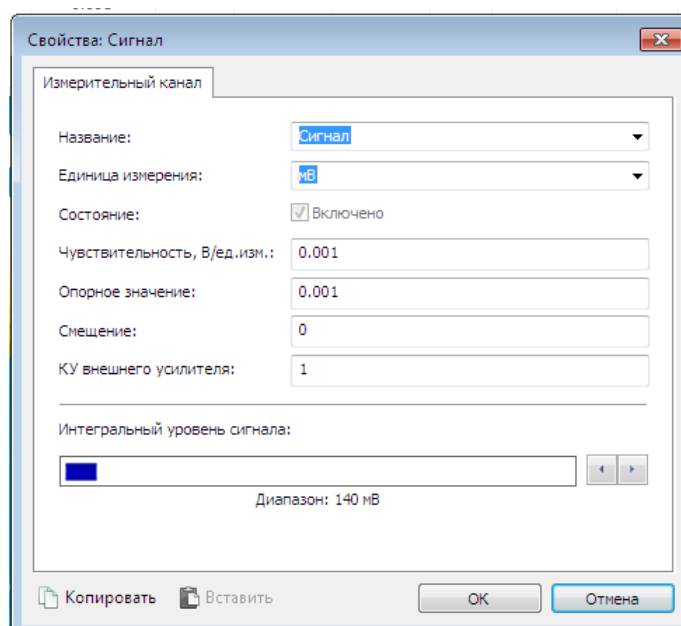


Рис. 4. Окно задания свойств сигнала

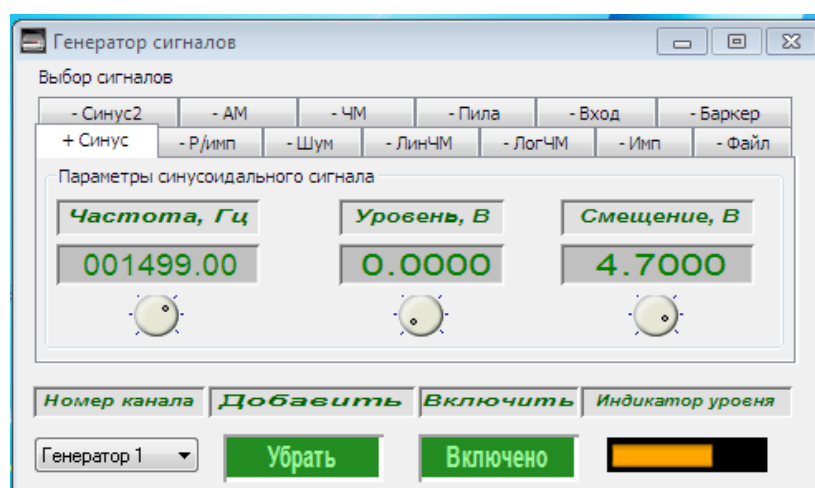


Рис. 5. Окно генератора сигналов



Рис. 6. Взвешивание тарированного груза для статических испытаний

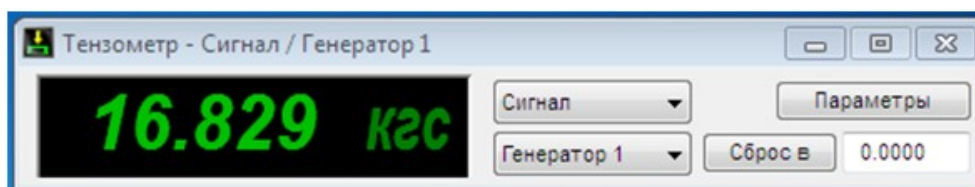


Рис. 7. Результат статического определения веса груза

В результате калибровки отклонение веса при статическом взвешивании не превышало 5 %. После того, как получили достаточную сходимость результатов взвешивания различных грузов, приступают к калибровке прибора при измерении динамических нагрузок.

Для этого, в частности, проводили фиксацию нагрузки при опускании на датчик лабораторной установки вибропогружателя в различных режимах. (Вес установки без дебалансов 198 кг).

Результатом калибровки датчика служат графики, рис. 9.

В первом случае (а) вибрационную установку «уронили» на датчик, что отразилось на первом всплеске графика. Во втором случае (б), было выполнено «не полное опускание», что также отразилось на графике. И в третьем случае (в) установку спокойно опустили, выдержали некоторое время в опущенном состоянии и снова подняли. Во всех трех случаях значения нагрузок отражают характер нагружения и графики адекватны условиям нагружения.

Таким образом, исходя из полученных результатов, можно считать настройку и калибровку прибора выполненной, после чего можно перейти к экспериментальным исследованиям силовых характеристик при вибрационных процессах.



Рис. 8. Вибрационная установка в рабочем состоянии с тензометрическим датчиком силы

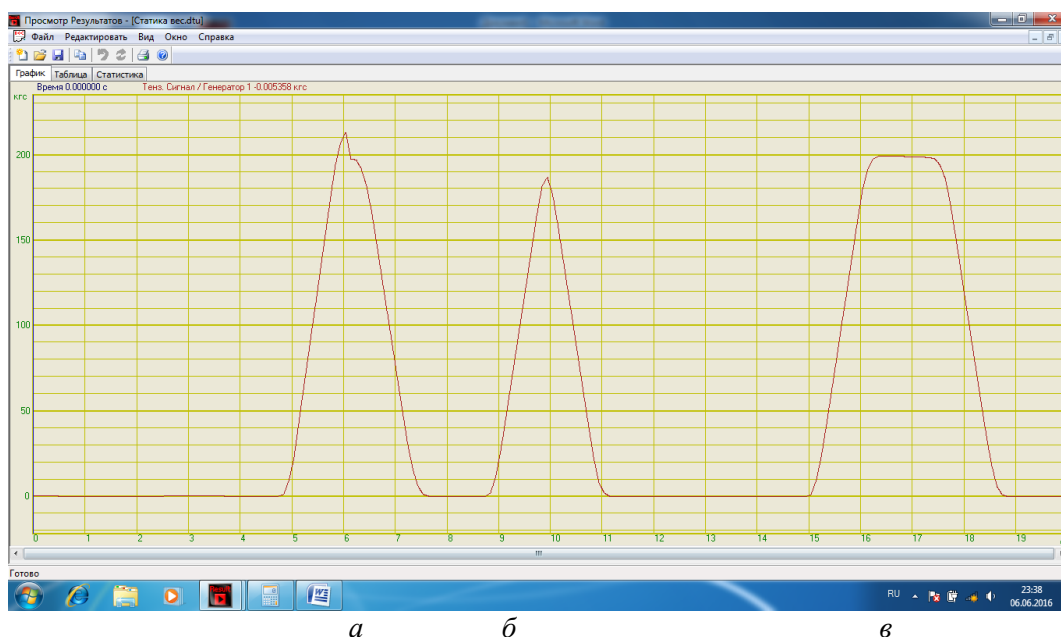


Рис. 9. Результат калибровки датчика при различных условиях нагружения

**Статья выполнена при поддержке гранта БГТУ им. В.Г. Шухова № А-12/15*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент РФ № 2007140665/11, 01.11.2007. Ермоленко В.Н., Насонов И.Н., Нестеренко П.Н. Зубчатый инерционный самобалансный механизм // Патент России № 2350806. 27.03.2009. Бюлл. №9.

2. Патент РФ № 2013101101. 09.01.2013. Герасимов М.Д., Исаев И.К., Степанищев В.А., Герасимов Д.М. Способ направленного инерционного вибровозбуждения и дебалансный вибровозбудитель направленного действия для его осуществления. Патент России № 2523045.2014.22.05.2014. №26.

3. Патент РФ № 2013114775/03. 02.04.1013. Герасимов М.Д., Исаев И.К., Степанищев В.А., Герасимов Д.М. Способ направленного инерционного вибровозбуждения и

дебалансный вибровозбудитель направленного действия для его осуществления. Патент России № 2528715. 20.09.2014. №26

4. Патент РФ № 2012133129/28. 01.08.2012. Герасимов М.Д., Герасимов Д.М., Исаев И.К., Шарапов Р.Р. Одновальный планетарный вибратор направленных колебаний. Патент РФ № 2515336. 10.02.2014. №4.

5. Патент РФ на ПМ № 2014114690. 14.04.2014. Герасимов М.Д., Степанищев В.А., Апанасов А.А. Зубчато-планетарный вибровозбудитель. Патент России на ПМ №145754. 20.08.2014.

6. Герасимов М.Д. Сложение колебаний в вибровозбудителях // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016. № 3. С. 183–186.

7. Герасимов М.Д. Инновационные вибрационные технологии, машины и оборудование. Опыт НИОКР. Журнал «Мир дорог». 2015. Июль. С. 50–51.

Gerasimov M.D., Gerasimov D.M., Stepanishev V.A.

TECHNIQUE OF CARRYING RESEARCH OF VIBRATING DEVICE WITH ASIMMETRICAL DRIVING FORCE

The article describes a vibrating apparatus for producing an asymmetric driving force and how to configure vibration measurement equipment for measuring of vibration parameters and the magnitude of the driving force.

Key words: vibration device, the driving force, asymmetric oscillations, the tensometric station, setting the measurement mode.

Герасимов Михаил Дмитриевич, кандидат технических наук, профессор кафедры подъёмно-транспортных и дорожных машин.

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

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

E-mail: mail_mihail@mail.ru

Герасимов Дмитрий Михайлович, магистрант кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

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

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

E-mail: bratg@yandex.ru

Степанищев Виктор Анатольевич, магистрант кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

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

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

E-mail: PTDM-BGTU@yandex.ru

Ефремов В.В., канд. техн. наук, доц.,
Кутовой С.С., д-р техн. наук, проф.,
Агошков А.В., адъюнкт

Рязанское высшее воздушно – десантное командное училище
им. генерала армии В.Ф. Маргелова

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА ВОССТАНОВЛЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

militantfish@yandex.ru

Оптимизация мероприятий капитального ремонта позволит значительно повысить ресурс как отдельных узлов и агрегатов, так и жизненный цикл автомобиля в целом. Коленчатый вал – одна из самых сложных и дорогостоящих деталей конструкции автомобиля. Как правило, его восстановление происходит путем перешлифовки под очередной ремонтный размер. Однако, существует перспективная технология восстановления (методом плазменного напыления), которая не получила распространения из-за отсутствия рекомендаций по механической обработке (а именно шлифованию) напыленных покрытий. В настоящей статье приводятся результаты экспериментального исследования по управлению показателями качества восстановленной поверхности деталей при шлифовании с целью получения оптимальных значений показателей качества обрабатываемой поверхности.

Ключевые слова: экспериментальные данные, факторы, шлифование, поверхность, зависимости.

На практике функциональный вид связи между какими-то величинами, когда любому изменению одного параметра соответствует строго определенное изменение другого, встречается достаточно редко. Чаще приходится иметь дело с наличием стохастической связи между переменными. Этот вид связей характеризуются тем, что переменная реагирует на изменение другой переменной изменением своего закона распределения. В результате зависимость переменная принимает не одно конкретное значение, а несколько из возможного множества значений. При повторении испытания будут получаться другие значения функции отклика. Причем влияние отдельных случайных факторов может быть достаточно мало, но в совокупности они могут существенно влиять на результаты эксперимента [2, 4, 5].

При поиске стохастической связи с помощью статистического анализа одной из основных задач исследования является выбор факторов (x_i), определяющих функцию отклика (y) (свойство объекта). В нашем случае откликом является шероховатость поверхности R_a , которая контролируется при варьировании величин факторов.

В ряде работ процесс формирования поверхности детали, имеющей покрытие, связывается с протеканием нескольких процессов. К ним авторы относят процессы резания, отделение частиц в зоне резания и отделение частиц с обработанной поверхности. В нашей работе речь пойдет о восстановленных поверхностях мето-

дом плазменного напыления. К вышеперечисленным процессам также можно добавить процессы разрушения зерен и местного разрушения пластичной основы шлифовального круга. Механизм формирования микрорельефа при шлифовании напыленных покрытий связывается с процессом образования и развития микротрещин вследствие реализации высоких напряжений в зонах контакта с инструментом. Поры и включения, имеющиеся в покрытии, являются концентраторами напряжений. Именно от них начинается развитие микротрещин, которые проходят от одной поры к другой на некоторую глубину в тело покрытия. Процесс микроскалывания формирует шероховатость поверхности, копируя профиль инструмента, а распространение трещин за инструментом приводит к выпадению отдельных кусков покрытия и ухудшает показатели шероховатости.

Ранее авторами при определении процессов формирования поверхности покрытия исследовались различные факторы. К ним были отнесены продольная и поперечные подачи, твердость материала покрытия, величина предварительного пластического обжатия покрытия и др. В рамках данной работы рассматривается этап финишной обработки деталей с применением выхаживания, то есть шлифование без поперечной подачи. Последнее обстоятельство значительно уменьшает уровни сил резания, реализующихся в зонах контакта инструмента с покрытием. Тем не менее, при контакте шлифовального круга с обрабатываемой поверхностью про-

цессы выкрашивания покрытия вследствие распространения микротрещин будут иметь место. И чем больше таких контактов будет происходить, тем сильнее будет выкрашиваться поверхность покрытия. Кроме того с увеличением количества проходов ухудшается состояние шлифовального круга вследствие его засаливания продуктами износа детали и самого инструмента, что также сказывается на формировании профиля детали. Таким образом, одним из факторов, влияющих на формирование шероховатости покрытия в процессе обработки, выступает количество проходов при выхаживании.

Обычно величина усилия резания связывается с такими параметрами, как поперечная подача, скорость резания, температура. При таком подходе при нулевой поперечной подаче усилие резания будет равно нулю. При выхаживании, будет происходить случайный контакт отдельных зерен с неровностями поверхности. В контактных задачах максимальные уровни возникающих напряжений определяются величиной давления и реализуются в точке с амплитудным значением давления. В этом случае одним из факторов, влияющих на уровни реализующихся усилий, будет выступать площадь контакта инструмента и поверхности. Для иллюстрации на рисунке 1 показан контакт единичного зерна призматической формы квадратного сечения (характерный размер d – диаметр зерна). По высоте зерна (в той части, где оно заделано в шлифовальный круг – размер h) давление распределено линейно. Оно имеет максимальное значение q_0 на краю и равно нулю в глубине заделки, то есть $q = q_0 \times (1 - k \times z)$. Здесь коэффициент $k = 1/h$.

При таком распределении усилие P и максимальное давление q_0 в зоне контакта связаны соотношением:

$$P = 0,5 \times q_0 \times d \times h.$$

То есть давление в зоне контакта тем меньше, чем больше размер зерна. Учитывая то, что оба размера зерна связаны между собой (кристалл правильной формы) можно предположить, что эта зависимость даже не линейная, а второго порядка.

К аналогичному выводу можно придти, рассматривая другие виды распределения давления, например, распределение по углу в случае не призматического поперечного сечения зерна, а круглого.

Из общетехнических соображений, которые изложены в различной справочной литературе по шлифованию, вытекает, что укрупнение зерна приведет к увеличению шероховатости. Та-

ким образом, видна зависимость параметра шероховатости R_a от размера зерна.

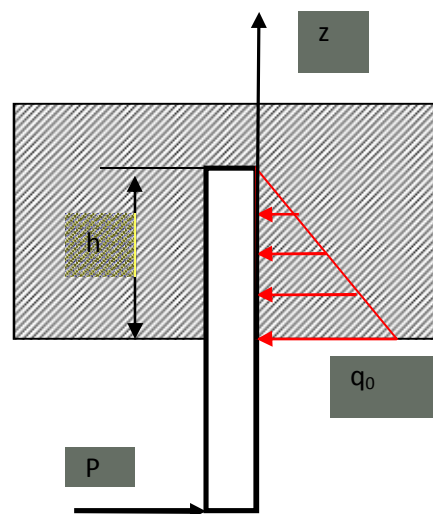


Рис. 1. Распределение давления в зоне контакта

С целью определения результатов исследования по управлению показателями качества восстановленной поверхности деталей при шлифовании была проведена серия экспериментов, в которых варьировались зернистость шлифовального круга и количество проходов.

Согласно ГОСТ 3647-80 [3] размер зерна шлифовальных материалов изменяется в достаточно широком диапазоне – от 3 мкм до 2000 мкм. Для анализа возможной связи размера зерна с шероховатостью поверхности покрытия в рамках данной диссертационной работы предлагается ограничиться диапазоном размера зерна от 82 мкм до 1470 мкм, который применялся при операции выхаживания. Также, исходя из опыта шлифовки пористых покрытий, для корреляционного анализа предлагается ограничить число проходов при выхаживании в пределах от 4 до 6.

Результаты экспериментальных исследований шероховатости и уровни варьирования зернистости для различного числа проходов представлены в таблице 1.

При статистическом анализе стохастических связей могут быть поставлены следующие задачи [2, 6, 7]:

- исследование наличия взаимосвязей между отдельными группами переменных (корреляционный анализ);
- установление аналитических зависимостей между переменными, носящими количественный характер (регрессионный анализ);
- установление степени влияния переменных, носящих качественный характер, на функцию отклика (дисперсионный анализ).

В нашем случае имеются ряды переменных, имеющих численное выражение. Поэтому статистическая обработка экспериментальных данных, представленных в таблице 1, будет проводиться с помощью регрессионного и корреляционного анализ. Математический аппарат, с помощью которого можно осуществить поиск

стохастических связей, в настоящее время заложен в различных программных пакетах. В рамках данной диссертационной работы используется программа Sigma Plot (версия 11). В ней реализован метод наименьших квадратов при подборе различного вида функциональных зависимостей.

Таблица 1

Результаты по определению шероховатости при операции выхаживания

Размер зерна, мкм	Шероховатость R_a , мкм		
	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3
Количество проходов $x_2 = 4$			
82	0,26	0,26	0,25
109	0,26	0,26	0,28
143	0,28	0,28	0,28
185	0,31	0,28	0,3
218	0,3	0,3	0,32
285	0,32	0,34	0,33
370	0,34	0,35	0,34
438	0,35	0,35	0,37
575	0,42	0,4	0,41
745	0,47	0,44	0,47
885	0,51	0,5	0,51
1135	0,58	0,61	0,61
1470	0,71	0,7	0,7
Количество проходов $x_2 = 5$			
82	0,24	0,25	0,24
109	0,24	0,26	0,25
143	0,28	0,25	0,26
185	0,28	0,29	0,28
218	0,29	0,29	0,28
285	0,31	0,31	0,3
370	0,32	0,34	0,33
438	0,34	0,35	0,35

575	0,36	0,36	0,38
745	0,41	0,4	0,43
885	0,44	0,46	0,45
1135	0,55	0,58	0,57
1470	0,67	0,66	0,66
Количество проходов $x_2 = 6$			
82	0,22	0,23	0,23
109	0,24	0,21	0,23
143	0,23	0,24	0,24
185	0,26	0,26	0,26
218	0,26	0,27	0,27
285	0,27	0,29	0,28
370	0,31	0,3	0,31
438	0,33	0,32	0,32
575	0,36	0,37	0,35
745	0,41	0,39	0,41
885	0,43	0,45	0,45
1135	0,53	0,54	0,54
1470	0,63	0,61	0,62

Таблица 2

Результаты статистической обработки экспериментов

Значения фактора x_2	Вид зависимости	a, мкм	$b \times 10^4$	$c \times 10^8, \text{мкм}^{-1}$	ρ_{xy}	$S_{y \text{ ост}}^2 \times 10^3$
4	$R_a = a + b \times x_1$	0,231	3,18	—	0,993	4,884
	$R_a = a + b \times R + c \times x_1^2$	0,238	2,84	2,34	0,994	4,309
5	$R_a = a + b \times x_1$	0,218	2,92	—	0,984	9,658
	$R_a = a + b \times R + c \times x_1^2$	0,234	2,13	5,53	0,989	6,435
6	$R_a = a + b \times x_1$	0,199	2,86	—	0,994	3,421
	$R_a = a + b \times R + c \times x_1^2$	0,203	2,68	1,26	0,994	3,253

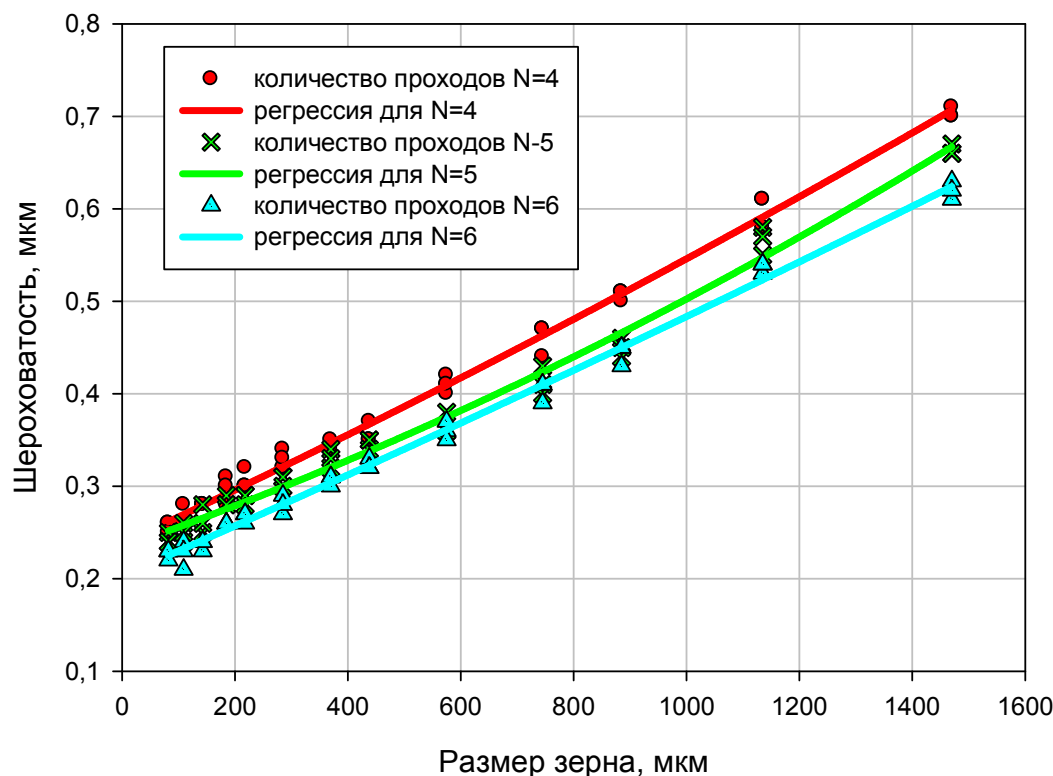


Рис. 2. Результаты корреляционно-регрессионного анализа

Теснота связи между случайными величинами характеризуется коэффициентом корреляции ρ_{xy} . Чем ближе значения коэффициента корреляции к 1, тем теснее связь между исследуемыми параметрами. По величине коэффициента корреляции также проводится выбор вида зависимости – линейная или нелинейная, квадратичная или кубическая и т.д. Предпочтение отдается той зависимости, для которой значение ρ_{xy} выше.

Для определения вида корреляционной зависимости с помощью программы Sigma Plot были проведены расчеты для случаев линейной ($R_a = a + b \times x_1$) и квадратичной ($R_a = a + b \times R + c \times x_1^2$) зависимостей шероховатости поверхности покрытия R_a от размера зерна x_2 для различного числа проходов при выхаживании. Вычисленные значения коэффициентов, входящих в корреляционные зависимости (a , b , c), и соответствующие значения коэффициентов корреляции, приведены в таблице 2. Отсюда видно, что значения коэффициентов корреляции для вариантов линейной и квадратичной зависимостей близки между собой. Это говорит о том, что характер зависимости шероховатости от зернистости в рассматриваемом диапазоне близок к линейному. Тем не менее, предпочтение отдается квадратичной зависимости, поскольку для нее коэффициенты корреляции имеют большие значения. За этот выбор говорит и значение суммы квад-

ратов отклонений экспериментальных данных от регрессионной зависимости $S_{y_{ост}}^2$. Для всех рассмотренных вариантов квадратичная зависимость имеет меньшие значения $S_{y_{ост}}^2$.

На рисунке 2 в графическом виде представлены полученные регрессионные квадратичные зависимости. Там же показаны зафиксированные экспериментальные результаты для разного количества проходов.

Более корректная проверка адекватности полученных соотношений, проводится с использованием критерия Фишера. При этом принимаются предположения, что случайные ошибки наблюдений являются независимыми, нормально распределенными случайными величинами с нулевыми средними значениями и одинаковыми дисперсиями [1, 2]. Критерий Фишера (F-критерий) показывает, во сколько раз уравнение регрессии предсказывает результаты опытов лучше, чем средние значения. При данной проверке общую дисперсию S_y^2 сравнивают с остаточной дисперсией $S_{y_{ост}}^2$.

По приведенным экспериментальным данным были рассчитаны экспериментальные значения критерия Фишера для различного числа проходов, которые равны 1,1; 1,09; 1,41 для количества проходов 4, 5, 6 соответственно. То есть полученные регрессионные соотношения, приведенные в таблице 2, адекватны.

Из полученного уравнения регрессии, а также графиков, изображенных на рисунке 3.2 видно, что необходимые значения среднего отклонения профиля шероховатости R_a можно получить при нескольких сочетаниях факторов: $x_1=225$, $x_2=4$; $x_1=330$, $x_2=5$; $x_1=420$, $x_2=6$.

Согласно ГОСТ 3647-80 [3] значение среднего размера абразивного зерна в инструменте, которое обозначает x_1 , соответствует: 225 – зернистости 20; 330 – зернистости 32; 420 – зернистости 40. Значит, поверхность с необходимым значением шероховатости поверхностного слоя можно получить несколькими способами: кругом зернистостью 20 и четырьмя выхаживающими ходами инструмента; кругом зернистостью 32 и пятью выхаживающими ходами инструмента; кругом зернистостью 40 и шестью выхаживающими ходами инструмента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 280 с.
2. Бойко Н.Г., Устименко Т.А. Теория и методы инженерного эксперимента: Курс лекций. Донецк, ДонНТУ, 2009. 158с.
3. ГОСТ 3647-80. Материалы шлифовальные. Классификация. Зернистость и зерновой состав. Методы контроля. М.: Издательство стандартов, 2004. 18 с.
4. Основы научных исследований / Под ред. В.И. Крутова. В.В. Попова. М.: Высшая школа, 1989. 400 с.
5. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М.: Машиностроение, 1981. 184 с.
6. Спирин Н.А., Лавров В.В. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента. Изд-во ВПО УГТУ-УПИ. Екатеринбург, 2001. 257 с.
7. Статистические методы в инженерных исследованиях. Учеб. Пособие. // Под. Ред. Круга Г.К. М.: Высшая школа, 1983. 216 с.

Efremov V.V., Kutovoi S.S., Agoshkov A.V.

RESULTS OF A PILOT STUDY ON MANAGEMENT INDICATORS OF QUALITY OF THE RESTORED SURFACE WHEN GRINDING

Increase of efficiency of capital repair will allow increasing life cycle of the car. The crankshaft – one of the most difficult and expensive car parts. As a rule, its restoration happens by regrinding under the next repair size. However, there is a perspective technology which hasn't gained distribution due to the lack of recommendations about grinding. In this article results of a pilot study are described on management of indicators of quality of the restored surface, when grinding.

Key words: *Experimental data, factors, grinding, surface, dependences.*

Ефремов Владимир Владимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра автотехнического обеспечения

Рязанское высшее воздушно – десантное командное училище им. генерала армии В.Ф. Маргелова
Адрес: Россия, 390031, Рязань, площадь генерала армии В.Ф. Маргелова, дом 1.

Кутовой Сергей Степанович, доктор технических наук, профессор.

Рязанское высшее воздушно – десантное командное училище им. генерала армии В.Ф. Маргелова
Адрес: Россия, 390031, Рязань, площадь генерала армии В.Ф. Маргелова, дом 1.

Агошков Андрей Владимирович, адъюнкт очной адъюнктуры

Рязанское высшее воздушно – десантное командное училище им. генерала армии В.Ф. Маргелова
Адрес: Россия, 390031, Рязань, площадь генерала армии В.Ф. Маргелова, дом 1.
E-mail: militantfish@yandex.ru

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Горлов А.С., канд. техн., наук, доц.,

Губарев А.В., доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Горлов К.А., инженер-конструктор

ООО «Завод – Новатор»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕВОГО ПОТОКА В КОРОТКИХ ВИХРЕВЫХ КАМЕРАХ

belgoras@mail.ru

Изучение характера и параметров вихревых потоков является важной задачей при определении показателей различных технологических процессов, таких как измельчение, классификация твердой фазы, пыле- и золоочистка и других. Для определения аэродинамических параметров энергоносителя в вихревых камерах может быть использовано математическое и имитационное моделирование протекающих в них процессов. Математическое моделирование процессов, протекающих в вихревых камерах, основывается на решении системы уравнений Навье – Стокса для определенных начальных и граничных условий. Постановка этих условий зависит от решаемой задачи, геометрических параметров вихревой камеры и технологических условий подачи в камеру энергоносителя. В статье также приведены результаты имитационного моделирования распределения скорости и давления в вихревой камере. Предложенные методы моделирования позволяют осуществлять управление аэродинамическими параметрами в вихревых камерах.

Ключевые слова: вихревой поток, математическое моделирование, имитационное моделирование.

Введение. Микроструктура закрученного потока в вихревых камерах представляет интерес для понимания физических механизмов проходящих в них процессов, таких, как, например, измельчение дисперсных материалов в вихре-акустических диспергаторах [1–3], классификация твердой фазы [4, 5], пыле- и золоулавливание [6], тепломассообмен [7] и других [8, 9]. Поток энергоносителя должен обладать необходимыми скоростными характеристиками, несущей способностью для организации технологических процессов. Определение аэродинамических параметров энергоносителя (воздуха) в вихревых камерах возможно с использованием математического и имитационного моделирования протекающих в указанных камерах процессов.

В данной статье будут рассмотрены короткие вихревые камеры цилиндрической формы с вертикальной осью, в верхней крышке которых встроены четыре цилиндрических резонатора. Резонаторы создают дополнительные возмущения потока в камере. Подвод энергоносителя осуществляется тангенциально, выход энергоносителя проходит через центральное отверстие в верхней крышке вихревой камеры [10].

При сильной закрутке газовых потоков в коротких вихревых камерах радиальная скорость у боковой стенки камеры значительно превышает среднерасходные значения, а в окрестности выходного патрубка образуется зона обратных течений. Эту область хорошо наблюдать при подаче в вихревую камеру воды. Зона обратных течений располагается не в центре, а смещена относительно центральной оси камеры. Величина смещения при этом зависит от параметров энергоносителя на входе в камеру.

Особенностью закрученных вихревых потоков является возможность формирования в камере областей с активным и консервативным характером воздействия центробежных массовых сил на структуру потока [11–13].

Основная часть. Если в вихревой камере организован один тангенциальный вход энергоносителя, то вихревой поток в ней неоднороден по пространству камеры, а также не является осесимметричным.

В сильно закрученных потоках имеются значительные радиальные градиенты давления, которые в свою очередь приводят к образова-

нию центральной вихревой зоны. Наличие такой зоны с интенсивной завихренностью способствует выполнению ряда требований, предъявляемых к вихревым камерам.

Если скорость потока обозначить как u , а угловую скорость – ω , то, учитывая, что

$$\frac{\partial u_r}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{u_\varphi}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \varphi} - \frac{u_\varphi^2}{r} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} + 2u_\varphi \omega; \quad (1)$$

$$\frac{\partial u_\varphi}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_\varphi}{\partial r} + \frac{u_\varphi}{r} \frac{\partial u_\varphi}{\partial \varphi} - \frac{u_r u_\varphi}{r} = -\frac{1}{r\rho} \frac{\partial p}{\partial \varphi} - 2u_r \omega; \quad (2)$$

$$\frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{u_\varphi}{r} = 0; \quad (3)$$

$$\sigma_{rr} = -p + 2\mu \frac{\partial u_r}{\partial r}, \quad \sigma_{r\varphi} = \mu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \varphi} + \frac{\partial u_\varphi}{\partial r} - \frac{u_\varphi}{r} \right), \quad \sigma_{\varphi\varphi} = -p + 2\mu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial u_r}{\partial r} \right), \quad (4)$$

где σ_{rr} , $\sigma_{r\varphi}$, $\sigma_{\varphi\varphi}$ – компоненты тензора напряжений, μ – коэффициент вязкости.

Приведенной выше системой определяются поля радиальной u_r и окружной u_φ составляющих вектора скорости и давление p . В случае вертикального расположения оси короткой вихревой камеры можно принять допущение, что радиальная и окружная составляющие вектора скорости не зависят от координаты z . Коэффициент вязкости считается не зависящим от координат, но зависящим от закрутки потока.

Приведенную систему уравнений следует решать при дополнении начальных и граничных условий. Постановка этих условий определяется конкретной решаемой задачей, геометрическими параметрами, которыми обладает вихревая камера, а также технологическими условиями подачи энергоносителя в вихревую камеру.

На срезе и стенках сопла будут выполняться условия непротекания, поэтому $u_\varphi = 0$. Подставив это соотношение в систему, можно получить

$$\frac{1}{\rho r} \frac{\partial p}{\partial \varphi} = -2\omega u_r. \quad (5)$$

Движение газа из ресивера через сужающее сопло описывается выражением [2]

$$u = \sqrt{2 \frac{k}{k-1} \frac{p}{p_0} \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}, \quad (6)$$

где u – скорость энергоносителя выходящего из сопла в камеру; p_0 – начальное давление газа в ресивере; p – давление в рассматриваемом сечении; k – показатель адиабаты.

$\text{rot} u = 2\omega$, система уравнений Навье – Стокса для несжимаемой жидкости в цилиндрической системе координат z, r, φ для коротких плоских вихревых камер записывается в виде:

Массовый расход газа при изоэнтропическом истечении через сопло [14]

$$\rho V = \sqrt{2 \frac{k}{k-1} p_0 \rho_0 \left[\left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}, \quad (7)$$

где ρ_0 – начальная плотность газа в ресивере; ρ – плотность газа в рассматриваемом сечении.

Значение объемного расхода воздуха Q зависит от величины давления, $\text{м}^3/\text{мин}$

$$Q = 0,852 d_c^2 (p + 1,03), \quad (8)$$

где d_c – диаметр сопла.

Давление p_k , при котором произведение ρV имеет максимальное значение, называется критическим. Оно может быть определено из соотношения [11]

$$\frac{p_k}{p_0} = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}, \quad (9)$$

Для воздуха, при $k = 1,41$, критическое отношение давлений $p_k/p_0 = 0,528$. Расход газа имеет максимальное значение при критическом отношении давлений.

Струя воздуха, попадая в вихревую камеру, взаимодействует с внутренним потоком энергоносителя [15]. Деформация сечения струи обусловлена разностью давлений в различных точках сечения. Со стороны набегающего потока давление всегда оказывается больше, чем с противоположной стороны. Глубина проникновения круглой струи в поток

$$h = 0,132 \frac{d_0}{a} \frac{u_2}{u_1} \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}}, \quad (10)$$

где d_0 – диаметр сопла; a – скорость звука; u_1 – скорость потока в окрестности входящей струи; u_2 – скорость струи на входе в поток; ρ_1 – плотность газа в потоке; ρ_2 – плотность газа в струе.

Для прямоугольной струи

$$h = 1,9d_3 \frac{u_2}{u_1} \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}}, \quad (11)$$

где $d_3 = \sqrt{A_c/\pi}$ – эквивалентный диаметр струи; A_c – площадь сопла.

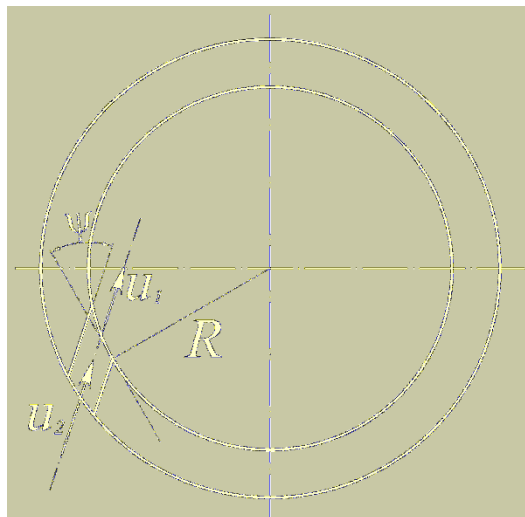


Рис. 1. Схема взаимодействия струи внутренним потоком в вихревой камере

Угол отклонения струи от плоскости симметрии φ_c связан с углом косого среза сопла ψ следующим соотношением

$$\psi = \arctg \left\{ \frac{\operatorname{tg} \varphi_c}{1 + \sin \varphi_c \left(\frac{1 - \sin \varphi_c}{1 - k \sin \varphi_c} \right)^{\frac{1}{k-1}} - 1} \right\}, \quad (12)$$

При $\psi = 45^\circ$ расчетное значение угла φ_c отклонения струи составляет 21° . При $\psi = 45^\circ$ расчетное значение угла φ_c составляет 8° , замеры, проведенные по результатам износа, оказались равными 5° . Такое отличие объясняется наличием дисперсной фазы в набегающем потоке.

Путь, который входная струя энергоносителя проходит до встречи со стенкой вихревой камеры зависит от радиуса камеры и от угла ψ и вычисляется по формуле

$$l = \sqrt{2R^2 - 2R^2 \cos(\pi - 2\psi)}, \quad (13)$$

Для оценки влияния трения газа о корпус помольной камеры можно ввести в рассмотрение некоторую «эквивалентную трубу». Для поддержания равномерного движения вязкого газа в трубе необходимо к сечениям трубы дли-

ны l приложить движущий перепад давлений [14]

$$\Delta p_1 = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho u_{cp}^2}{2}, \quad (14)$$

где d – диаметр трубы; u_{cp} – средняя скорость в трубе; λ – коэффициент гидравлического сопротивления.

Для моделирования вихревых течений уравнения Навье – Стокса осредняются по Рейнольдсу. В проведенных расчетах используется осредненное по малому масштабу времени влияние турбулентности на параметры вихревого потока. При этом крупномасштабные временные изменения осредненных по малому масштабу времени составляющих газодинамических параметров потока (давления, скорости, температуры) учитываются введением соответствующих производных по времени. Для замыкания системы уравнений используются уравнения переноса кинетической энергии турбулентности и ее диссипации в рамках k - ϵ модели турбулентности.

Проведено численное исследование сформулированной задачи в сечении, проходящем через срез сопла и центр вихревой камеры. Результаты численных расчетов для вихревой камеры с диаметром равным 0,2 м и высотой 0,03 м представлены на рис. 2.

Численные расчеты скорости и давления показали, что поток энергоносителя в вихревой камере с одним тангенциальным патрубком подвода не является осесимметричным. Значения скорости зависят от диаметра выходного отверстия, от скорости выходящего потока из входного сопла в вихревую камеру.

Имитационное моделирование позволяет получать распределение аэродинамических параметров энергоносителя в вихревой камере реального размера. Результаты имитационного моделирования распределения скорости представлены на рис.3.

На рис. 3 видно распределение скорости энергоносителя в вихревой камере, а также поведение энергоносителя в области резонаторов. Полученные результаты расчетов отражают структуру в горизонтальной плоскости, в объеме вихревой камеры и на выходе через центральный патрубок.

Результаты расчетов распределения давления в вихревой камере представлены на рис. 4.

На рисунках видно, что расположение зоны с обратным течением зависит от входных параметров энергоносителя и от геометрических размеров подводящих патрубков.

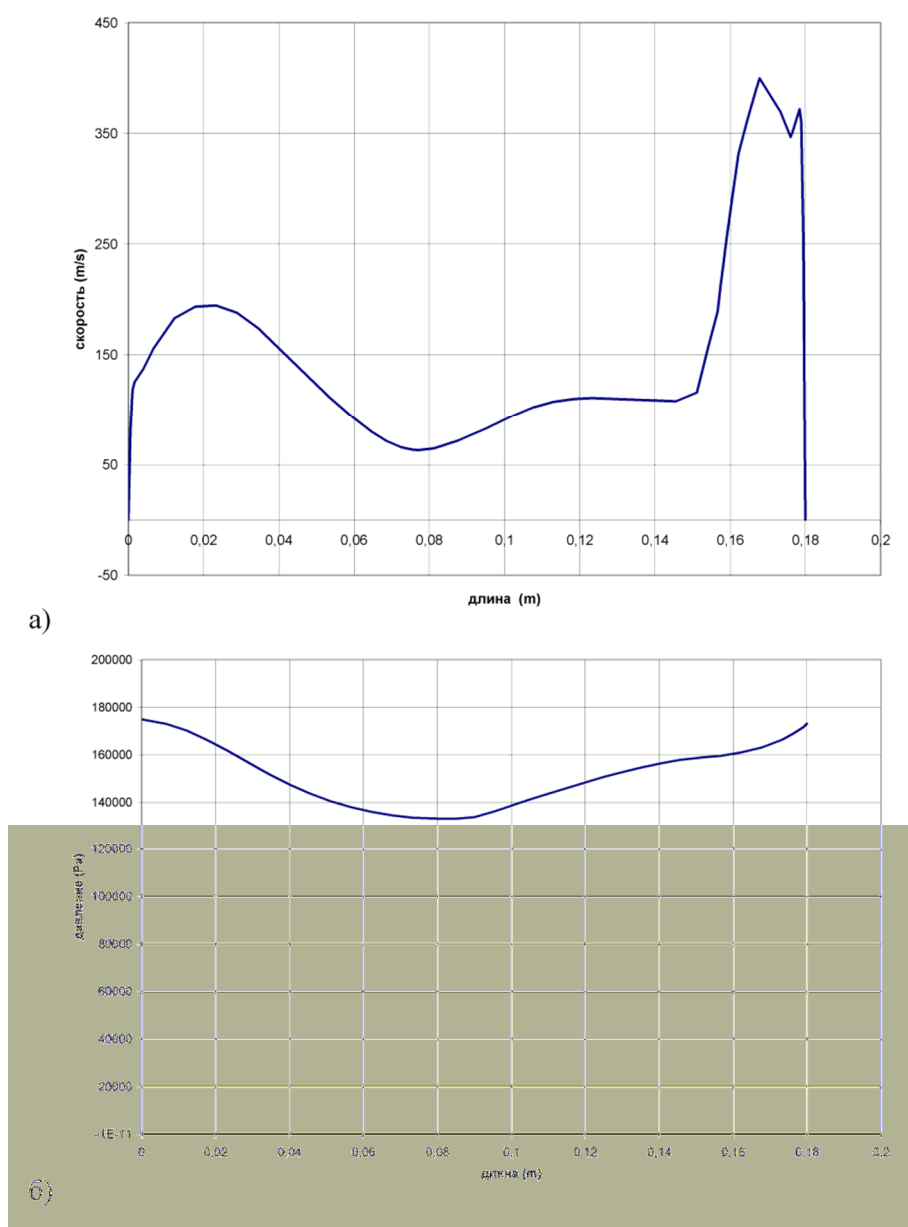


Рис. 2. Расчет параметров энергоносителя в вихревой камере:
а – скорости; б – давления

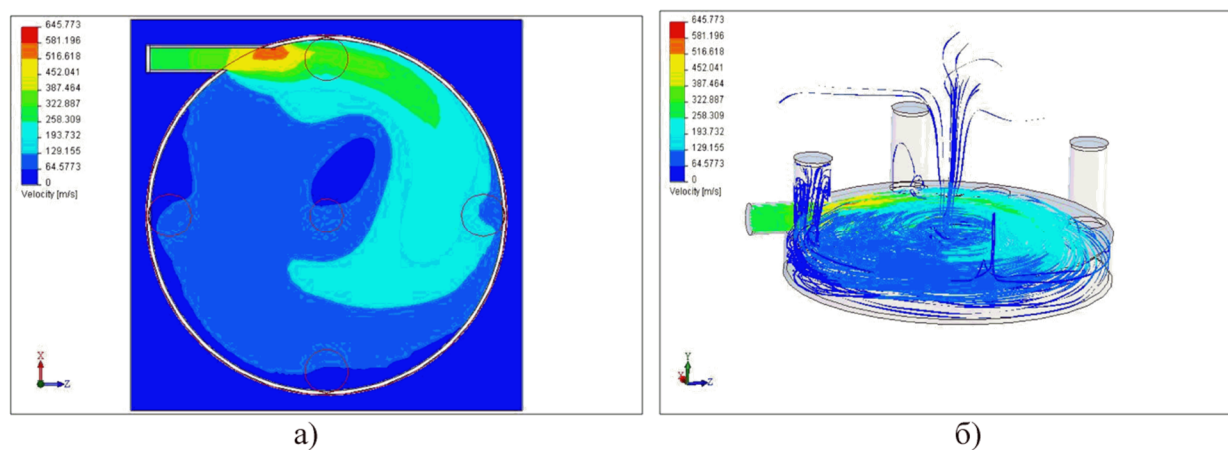


Рис. 3. Распределение скоростей энергоносителя в вихревой камере:
а – плоский случай; б – объемный случай

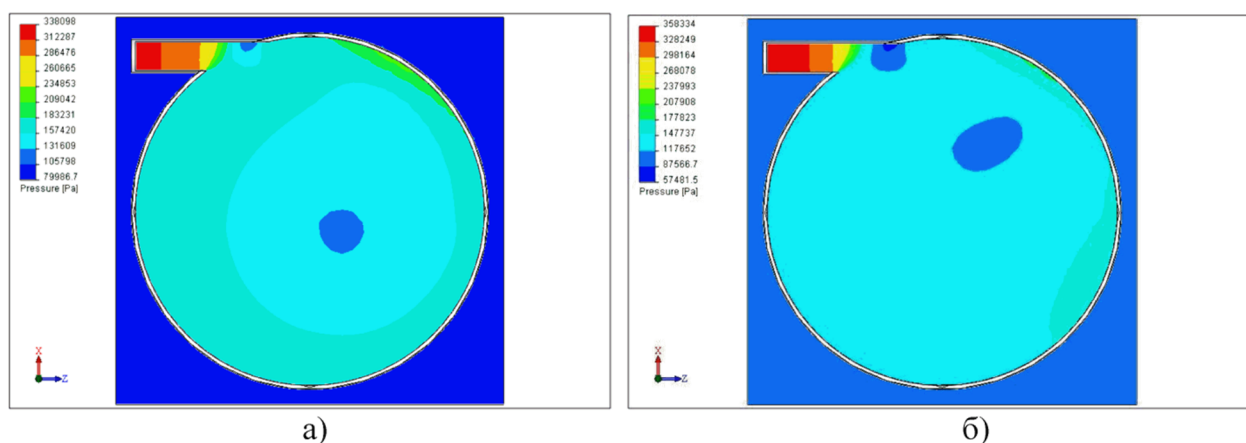


Рис. 4. Распределения давления энергоносителя в вихревой камере при диаметре патрубка подачи энергоносителя в камеру:
а – $d = 0,015$ м; б – $d = 0,010$ м

Выводы. Предложенный метод математического и имитационного моделирования, проведенные исследования и результаты расчетов позволяют осуществлять управление аэродинамическими параметрами в вихревых камерах для организации различных технологических процессов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уральский А.В., Колесников А.В., Перелыгин Д.Н., Сеница Е.В. Технологические модули для комплексного измельчения материалов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2007. №3. С. 80–86.
2. Перелыгин Д.Н., Севостьянов В.С., Бойчук И.П., Кузнецова И.А. Исследование ударного контакта абразивных частиц с футеровкой вихре-акустического диспергатора // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. №2. 122–125.
3. Горлов А.С., Губарев А.В. Математическое описание процессов ударного разрушения частиц твердой фазы в камере измельчения вихреакустического диспергатора // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2015. № 5. С. 40–45.
4. Варакин А.Ю. Турбулентные течения газа с твердыми частицами. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 192 с.
5. Севостьянов В.С., Перелыгин Д.Н., Уральский В.И., Горлов А.С., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Разработка и исследования энергосберегающего помольного оборудования для высокодисперсного измельчения материалов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. №3. 76–80.
6. Швыдкий В.С., Ладыгичев М.Г. Очистка газов. М.: «Теплотехник», 2005. 640 с.
7. Жукаускас А.А. Конвективный перенос в теплообменниках. М.: Наука, 1982. 472 с.
8. Ильина Т.Н., Бойчук И.П., Емельянов Д.А. О взаимодействии волокнистых материалов в воздушном потоке // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. №6. 116–121.
9. Севостьянов М.В., Ильина Т.Н., Кузнецова И.А., Шкарпеткин Е.А., Шинкарев Л.И. Оборудование для компактирования техногенных материалов // Вестник Белорусско-Российского университета. 2016. № 2. С. 92–101.
10. Пат. 2250138 Российская Федерация, МПК7 В 02 С 19/06. Вихре-акустический диспергатор / А.М. Гридчин, В.С. Севостьянов, В.С. Лесовик, А.С. Горлов, Д.Н. Перелыгин, Б.З. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. № 2003123664/03, заявл. 25.07. 03; опубл. 20.04. 05 Бюл. № 11. 8 с.
11. Гупта А., Лилли Д., Сайред Н. Закрученные потоки. М.: Мир, 1987. 345 с.
12. Гольдштик М.А. Вихревые потоки. Новосибирск: Наука, 1981. 367 с.
13. Смульский И.И. Аэродинамика и процессы в вихревых камерах. Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская Фирма, 1992 г. 301 с.
14. Альтшуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П. Гидравлика и аэродинамика. М.: Стройиздат, 1987. 414 с.
15. Абрамович Г.Н., Гиршковиц Т.А., Крашенинников С.Ю., Секундов А.Н., Смирнова И.П. Теория турбулентных струй / Под ред. Г.Н. Абрамовича. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. 717с.

Gorlov A.S., Gubarev A.V., Gorlov K.A.**MATHEMATICAL AND SIMULATION MODELING OF THE VORTEX FLOW IN SHORT VORTEX CAMERAS.**

The study of vortex flow character and parameters is important problem to calculation of values of different technological processes like grinding, classification of solid phase, dust and ash cleaning and others. The mathematical and simulation modeling of processes, occurring in vortex cameras, may be use for calculating of energy carriers aerodynamic parameters in these cameras. Mathematical modeling of processes, occurring in vortex cameras, based on determination of Navier-Stokes equation system for particular initial and boundary conditions. The setting of these conditions is depending of decided problem, dimensions of vortex camera and the energy carrier injection to the camera process specifications. In article there was also given the results of simulation modeling of velocity and pressure profiles in vortex camera. The offered modeling methods make possible the piloting of aerodynamic parameters in vortex cameras.

Key words: *vortex flow, mathematical modeling, simulation modeling.*

Горлов Александр Семенович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой высшей математики.

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

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

E-mail: belgoras@mail.ru

Губарев Артем Викторович, доцент кафедры энергетики теплотехнологии.

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

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

E-mail: artwo0248@mail.ru

Горлов Кирилл Александрович, инженер-конструктор.

ООО «Завод – Новатор»

Адрес: Россия, 308017, Белгород, ул. Волчанская, д. 141.

*Шафоростова Е.Н., канд. пед. наук, доц.,
Михайлюк Е.А., канд. физ.-мат. наук,
Ковтун Н.И., ст. препод.,
Лазарева Т.И., ст. препод.*

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Национального исследовательского технического университета МИСиС*

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАНА РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

shpe-misis@yandex.ru

В данной работе предлагается проект создания информационной системы, позволяющей автоматизировать процесс формирования плана ресурсосбережения на основе текущих данных о расходе ресурсов с учетом экономических и производственных показателей, а так же экологических эффектов от проведенных и намеченных на перспективу мероприятий. Разрабатываемая система направлена на повышение эффективности ресурсопотребления в долгосрочном периоде, получение информации о текущем расходе конкретного вида ресурса с целью дальнейшей обработки полученных данных и выявления узких мест в потреблении, а так же выработки рекомендаций по устранению проблемных участков. Задача многокритериального выбора ресурсосберегающих мероприятий на основе метода аддитивной свертки критериев заключается в разработке плана по учету ресурсосберегающих мероприятий, их ранжировании и отбора в соответствии с установленными критериями. На основе данного метода проектируется база данных, позволяющая выдавать взвешенное решение, основываясь на потребностях всего предприятия, а не отдельных его подразделений.

Ключевые слова: *автоматизированная система управления энергохозяйством, ресурсосберегающие мероприятия, метод аддитивной свертки критериев.*

Введение. В процессе хозяйственной деятельности ресурсы предприятия занимают одно из центральных мест, поэтому вопрос ресурсосбережения и определения оптимального соотношения ресурсов на предприятии очень актуален в настоящее время. В настоящий момент для решения производственных задач в АО «ОЭМК» используется АСУ «Энерго» (система управления энергохозяйством комбината) и АС «Энергоучет» (система учета энергоресурсов комбината), АИИСКУЭ (система коммерческого учета электроэнергии). Автоматизированная система управления энергохозяйством АО «ОЭМК» ставит целью обеспечить повышение эффективности управления ресурсоохозяйством комбината, охватывая следующие подсистемы: газоснабжения, водоснабжения, пароснабжения, теплоснабжения, воздухоснабжения, кислородо-азото-аргоно-снабжения, защиты атмосферы. Для этого система осуществляет в режиме реального времени сбор информации от рассредоточенных энергообъектов АО «ОЭМК» [1].

В настоящее время актуальным вопросом является разработка комплексной системы автоматизации процесса формирования плана ресурсосбережения на основе текущих данных о расходе ресурсов с учетом экономических и производственных показателей, а так же экологических эффектов от проведенных и намеченных на перспективу мероприятий. Разрабатываемая система направлена на повышение эффективности ресурсопотребления в долгосрочном периоде,

получение информации о текущем расходе конкретного вида ресурса с целью дальнейшей обработки полученных данных и выявления узких мест в потреблении, а так же выработки рекомендаций по устранению проблемных участков. На сегодняшний день на предприятии планирование мероприятий по экономии потребления ресурсов осуществляется на основе анализа оборудования специалистами цехов, при этом учитываются только экономические и технические аспекты и зачастую не берутся в расчет экологические, технологические и др. аспекты. Эти предложения рассматриваются специалистами управления главного энергетика предприятия, затем перенаправляются для согласования в плановый отдел. При такой организации работы нет взаимосвязи между специалистами различных цехов. Инженеры принимают решения, основываясь только на собственных знаниях и предпочтениях [2]. Опыт различных специалистов в вопросах ресурсосбережения необходимо аккумулировать в единой системе, которая позволит автоматизировать процесс принятия решений по всем направлениям деятельности предприятия.

Создание системы поддержки принятия решения с элементами экспертного анализа является актуальной мерой использования имеющихся данных для анализа, выявления узких мест и составления программы ресурсосбережения. В современных условиях важным становится не только учет, но и анализ расхода ресурсов

АО «ОЭМК» [9, 10].

Методика. С целью оказания информационной поддержки специалистам-энергетикам и начальникам подразделений в процессе формирования программы мероприятий по ресурсосбережению предлагается комплексная система, автоматизирующая процесс разработки графика ресурсосберегающих мероприятий на основе текущих данных о расходах ресурсов, экономических, производственных и экологических эффектов от проведенных и намеченных мероприятий для дальнейшего прогнозирования ресурсопотребления на перспективу. Система, по своей сути, должна представлять собой систему поддержки принятия решений (СППР) с элементами экспертного анализа [3, 4].

Разработка плана по ресурсосбережению предусматривает решение задач учета ресурсосберегающих мероприятий, их ранжирования и отбора в соответствии с установленными критериями. Для решения задачи многокритериального выбора ресурсосберегающих мероприятий предлагается использовать метод аддитивной свертки критериев [7, 12]:

n – количество ресурсосберегающих мероприятий;

i – вид ресурсосберегающего мероприятия $i=1..n$;

m – количество критериев;

j – вид критерия $j=1..m$;

q_j – значение j критерия;

L – количество экспертов;

k – номер эксперта $k=1..L$;

a_{ij}^k – оценка, выставленная k экспертом i -му ресурсосберегающему мероприятию по j критерию. Каждому ресурсосберегающему мероприятию группа экспертов присваивает оценку важности относительно каждого критерия по пятибалльной шкале (табл. 1) [6]:

5 – ресурсосберегающее мероприятие дает максимальный эффект;

4 – ресурсосберегающее мероприятие дает хороший эффект;

3 – ресурсосберегающее мероприятие дает обычный эффект;

2 – частичный эффект от ресурсосберегающего мероприятия;

1 – нет эффекта ресурсосберегающего мероприятия.

Таблица 1

Пример экспертного опроса

Мероприятия(i)	Критерии(j)		
	Экономическая эффективность	Экономическая эффективность	Влияние на окружающую среду
Мероприятие1	5	5	5
Мероприятие2	4	4	4
Мероприятие3	5	4	3
Мероприятие4	5	3	3

Проведем аддитивную свертку каждой матрицы оценок, заполненных экспертами. На первом шаге необходимо провести нормировку критериев каждого ресурсосберегающего мероприятия:

$$a_{\text{норм } ij}^k = \frac{a_{ij}^k - a_{\min j}^k}{a_{\max j}^k - a_{\min j}^k}, \quad (1)$$

где $a_{\min j}^k$ и $a_{\max j}^k$ – соответственно минимальная и максимальная оценки k -мнения эксперта ресурсосберегающих мероприятий по j -му критерию [2, 15].

Далее каждому критерию пользователь ССПР или эксперт присваивает значение из интервала $(0..1]$, такое, что:

$$\sum_{j=1}^m q_j = 1 \quad (2)$$

Значение весового коэффициента w_i^k для каждого ресурсосберегающего мероприятия для

k -го мнения эксперта рассчитывается по формуле:

$$w_i^k = \sum_{j=1}^m a_{\text{норм } ij}^k * q_j \quad (3)$$

Для оценки согласованности экспертов необходимо рассчитать коэффициент конкордации D :

$$D = \frac{12S}{L^2(n^3 - n)}, \quad (4)$$

$$S = \sum_{i=1}^n (\sum_{k=1}^L w_i^k - \frac{1}{2}L(n+1))^2 \quad (5)$$

Коэффициент конкордации позволяет судить о степени согласованности мнений экспертов. Если $D = 1$ – полная согласованность мнений экспертов, а если $D = 0$ – полная несогласованность. Традиционно коэффициент конкордации менее 0,75 свидетельствует о недостаточной согласованности мнений экспертной группы, чтобы по результатам опроса можно было принять достоверное решение. Если мнения экспертов несогласованны, то необходимо провести анализ

причины несогласованности, возможно, исключить или заменить некомпетентного эксперта и повторить процедуру опроса экспертов. Итоговый вектор весовых коэффициентов рассчитывается как среднее геометрическое всех значений весовых коэффициентов:

$$w_{\text{усредненное } i} = \sqrt[L]{\prod_{k=1}^L w_i^k} \quad (6)$$

Проектирование системы. Алгоритм работы разрабатываемой информационной системы

с учетом многокритериального выбора ресурсосберегающих мероприятий на основе метода аддитивной свертки критериев для построения графика ресурсосберегающих мероприятий представлен на рисунке 1. Разрабатываемая система предназначена для оказания информационной поддержки по выбору ресурсосберегающих мероприятий для специалистов-энергетиков, а так же начальников цехов и подразделений [5, 8].

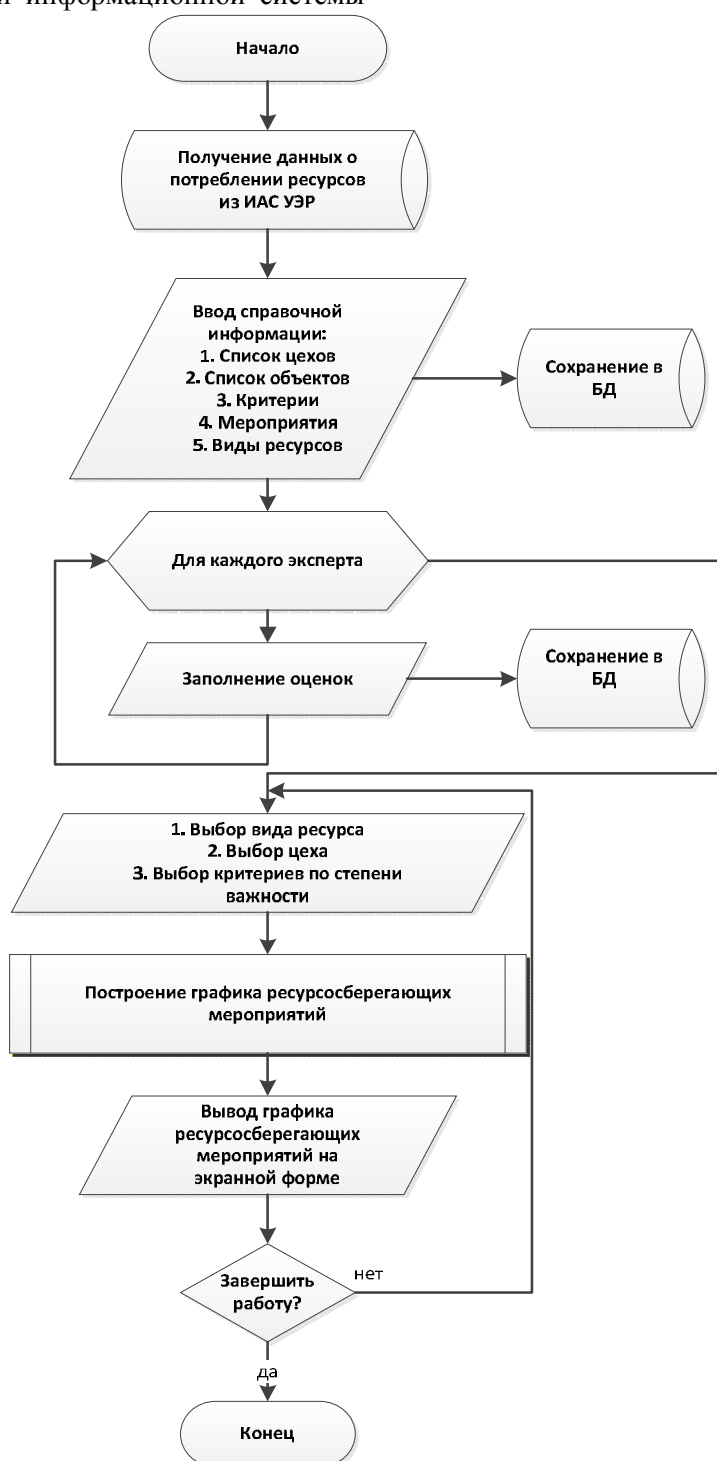


Рис. 1. Алгоритм работы СППР для построения графика ресурсосберегающих мероприятий

Для практической реализации поставленной задачи было принято решение об использовании программного продукта Microsoft Visual Studio в качестве инструмента разработки системы. В качестве СУБД использована Microsoft SQL SERVER [11, 13].

Разрабатываемая в ходе проектирования ин-

формационной системы модель базы данных задачи выбора оптимальных мероприятий по ресурсосбережению состоит из девяти таблиц и представлена на рисунке 2, направлена на сбор, хранение и анализ информации по ресурсосберегающим мероприятиям предприятия.

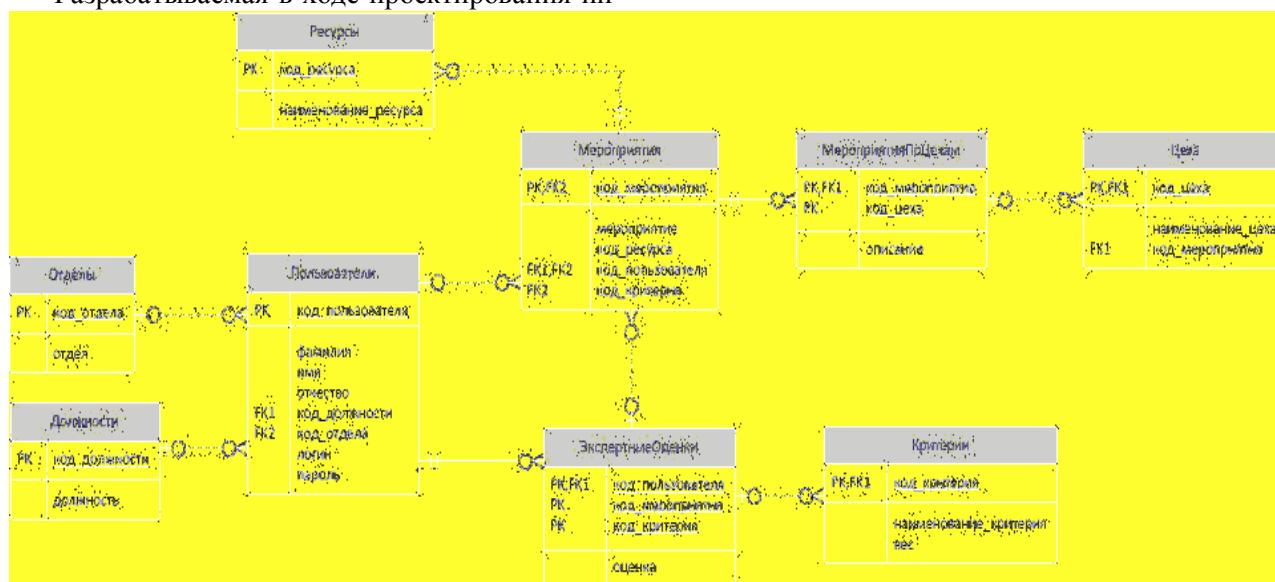


Рис. 2. Даталогическая модель данных

Выводы. Таким образом, разрабатываемая информационная система позволит выдавать взвешенное решение, основываясь на потребностях всего предприятия, а не отдельных его подразделений. При этом мероприятия ранжируются в соответствии с их важностью для предприятия в целом, что позволит планировать процесс их выполнения на несколько месяцев и даже лет. Применение системы позволит разрабатывать сценарии обхождения узких мест, предвидеть возникновение проблемных ситуаций (причем в ходе анализа может быть выработано не одно, а несколько альтернативных решений проблемы), выбирать наиболее рациональные экономические, технические и экологические решения, самостоятельно разрабатывать и внедрять на предприятии программы экономии ресурсов [14].

Важнейшим в обосновании работы системы является анализ не только экономической составляющей ресурсосбережения, но и экологических факторов, факторов охраны труда на предприятии за счет анализа применения современных средств и материалов. Отобранные системой мероприятия будут рекомендованы для использования их при планировании ресурсосберегающей политики АО «ОЭМК».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алатцев В.И., Левин С.Б., Николашин В.М и др. Логистические транспортно-грузовые

системы: Учебник для студ. высш. учеб. Заведений. Под ред. В.М. Николашина. М.: Издательский центр «Академия», 2010. 304 с.

2. Андрижиевский А.А., Володин В.И. Энергосбережение и энергетический менеджмент: учеб. Пособие. 2-е изд., испр. Мн.: Высш. шк., 2011. 294 с.

3. Брага В.В., Н.Г. Бубнова. Автоматизированные информационные технологии. М.: Компьютер: ЮНИТИ, 2010. 394 с.

4. Диго С. М. Проектирование и использование баз данных: Учебник. М.: Финансы и статистика, 2012.

5. Долженко А.И. Управление информационными системами: учебник / М.: Интул, 2010. 191 с.

6. Карданская Н.Л. Принятие управленческого решения: Учебник для вузов. М.: ЮНИТИ, 2009. 407 с.

7. Катулев А.Н., Северцев Н.А. Математические методы в системах поддержки принятия решений. Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2005. 311 с.

8. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов. В семи разделах. Под общей редакцией д.т.н. О.Л. Данилова, П.А. Костюченко. М.: 2006. 668 с.

9. Рей Д. Экономия энергии в промышленности: Справочное пособие для инженерно-технических работников. Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 2009. 208 с.

10. Самсонов В.С., Вяткин М.А. Экономика предприятий энергетического комплекса. Учеб. для вузов. 2-е изд. М.: Высш. шк., 2007. 416 с.

11. Семенов М. И., Трубилин И. Т., Лойко В. И., Барановская Т. П. Автоматизированные информационные технологии в экономике: Учебник/ Под общ. ред. И. Т. Трубилина. М.: Финансы и статистика, 2014. 416 с.

12. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология энергосбережения. Учебник. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2008. 352 с.

13. Смирнова Г. Н., Сорокин А. А., Тельнов

Ю. Ф. Проектирование экономических информационных систем: Учебник. Под ред. Ю. Ф. Тельнова. М.: Финансы и статистика, 2013. 512 с.

14. Титоренко Г.А. Автоматизированные информационные технологии в экономике: Учебник. М.: ЮНИТИ, 2010. 399 с.

15. Эйтингон В.Н., Кравец М.А., Панкратова Н.П. Методы организации экспертизы и обработки экспертных решений в менеджменте: учебно-методическое пособие. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. Ун-та, 2011. 43 с.

Shaforostova E. N., Mikhailyuk E. A., Kovtun N. I., Lazareva T.I.

DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM AND AUTOMATION OF PROCESS PLANNING RESOURCE

In this paper we propose the project of creating an information system allowing to automate the process of forming a plan resource based on the current data on the consumption of resources, taking into account economic and production indicators, as well as environmental effects of the conducted and planned for the future events. The developed system is aimed at improving the effectiveness of resource use in the long term, obtaining information about the current consumption of a particular resource for the purpose of further processing the data and identify bottlenecks in consumption, and to develop recommendations for addressing problem areas. The problem of multi-choice resource-saving activities based on the method of additive convolution of criteria is to develop a plan for accounting for resource saving measures, their ranking and selection in accordance with established criteria. Based on this method designed database in order to issue an informed decision based on the needs of the entire enterprise, not individual departments.

Key words: *automated system of energy management, resource saving measures, the method of additive convolution of criteria.*

Шафоростова Елена Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры автоматизированных и информационных систем управления.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технического университета МИСиС.

Адрес: Россия, 309512, Белгородская обл., г. Старый Оскол, м/н Макаренко, д.42, корп.1.

E-mail: shpe-misis@yandex.ru

Михайлюк Екатерина Андреевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры автоматизированных и информационных систем управления.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технического университета МИСиС.

Адрес: Россия, 309512, Белгородская обл., г. Старый Оскол, м/н Макаренко, д.42, корп.1.

E-mail: shpe-misis@yandex.ru

Ковтун Нелли Игоревна, старший преподаватель кафедры автоматизированных и информационных систем управления.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технического университета МИСиС.

Адрес: Россия, 309512, Белгородская обл., г. Старый Оскол, м/н Макаренко, д.42, корп.1.

E-mail: shpe-misis@yandex.ru

Лазарева Татьяна Ивановна, старший преподаватель кафедры автоматизированных и информационных систем управления.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технического университета МИСиС.

Адрес: Россия, 309512, Белгородская обл., г. Старый Оскол, м/н Макаренко, д.42, корп.1.

E-mail: shpe-misis@yandex.ru

*Аверченков А.В., д-р техн. наук, доц.,
Аверченкова Е.Э., канд. техн. наук, доц.
Брянский государственный технический университет"*

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА РЕГИОНАЛЬНУЮ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ

lena_ki@inbox.ru

Современные тенденции регионального управления связаны с комплексной оценкой воздействия внешнего окружения на политику региона, а также внедрением автоматизации в управленческую деятельность. В статье представлены основные элементы концептуальной модели оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему, определяющие динамизм и объективность принимаемых управленческих решений. В рамках этой модели авторами предложены алгоритмы информационной системы мониторинга внешней среды региональной социально-экономической системы, мониторинга состояния регионального промышленного комплекса, экспертной оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему. При формировании модели использовались методы агрегации, сопоставления, сортировки, градации, анализа и экспертных оценок. Результатом формирования предлагаемой модели стало обоснование информационного и практикоориентированного подхода к автоматизации процесса поддержки принятия управленческих решений, что позволит повысить качество управления на разных уровнях региональной власти.

Ключевые слова: информационная система, мониторинг, региональная социально-экономическая система, управленческие решения, экспертные оценки.

Введение. Предлагаемая концептуальная модель оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему представляет собой информационно-аналитическую систему отслеживания региональной ситуации как основы для последующего принятия управленческих решений.

Вопросы эффективного регионального хозяйствования являются важным направлением исследования ученых и практиков бизнеса. В работах Бондарева А.Е., Гришина К.Е., Калининой В.В., Маликова Р.И., Медведева А.В., Мирохиной А.А., Петровой Е.А., Романкив И.М., Солодиловой Н.З., Сухарева О.С., Чупрова С.В., Шевандрина А.В. [8–11, 13, 14, 16] регионы рассматриваются как объекты управления с учетом их экономических, политических, природных и прочих особенностей.

Кроме того, актуальным направлением современного регионального менеджмента является автоматизация поддержки принятия управленческих решений. В работах Ивановой Е.И., Котляровой Д.К., Рябова В.Н., Сметаниной О.Н., Фаттахова Р.В. [7, 12, 15] определяется текущая ситуация и определяются перспективы дальнейшей информатизации региональной управленческой власти. Также зарубежные авторы [1–3] также развивают тематику автоматизации процесса принятия управленческих решений, предлагая направления совершенствования информатизации деятельности региональных правительств.

Актуальность формирования данной модели обосновывается необходимостью обеспече-

ния динамичности и объективности оценки происходящих в региональной социально-экономической системе изменений. Это обеспечивается комплексным подходом, в котором изучаемое влияние оценивается с трех позиций:

1. Анализируются внешние источники информации о состоянии региона.
2. Производится градация текущего состояния регионального промышленного комплекса.
3. Проводится экспертная оценка влияния внешней среды на регион.

Практическая реализация концептуальной модели оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему определяет необходимость ее автоматизации. Разрабатываемая на основе представленной модели информационная советующая система позволит автоматизировать процесс поддержки принятия управленческого решения.

Методология. Обобщение результатов исследований, представленных в работах [4–6] позволило сформировать следующую концептуальную модель оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему (рис. 1).

В модели представлены три основных блока:

- информационная система мониторинга внешней среды региональной социально-экономической системы;
- мониторинг состояния регионального промышленного комплекса;

– экспертная оценка влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему.

Все три блока независимы друг от друга и являются основанием для принятия управленче-

ских решений, обеспечивающих нивелирование или усиление влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему.

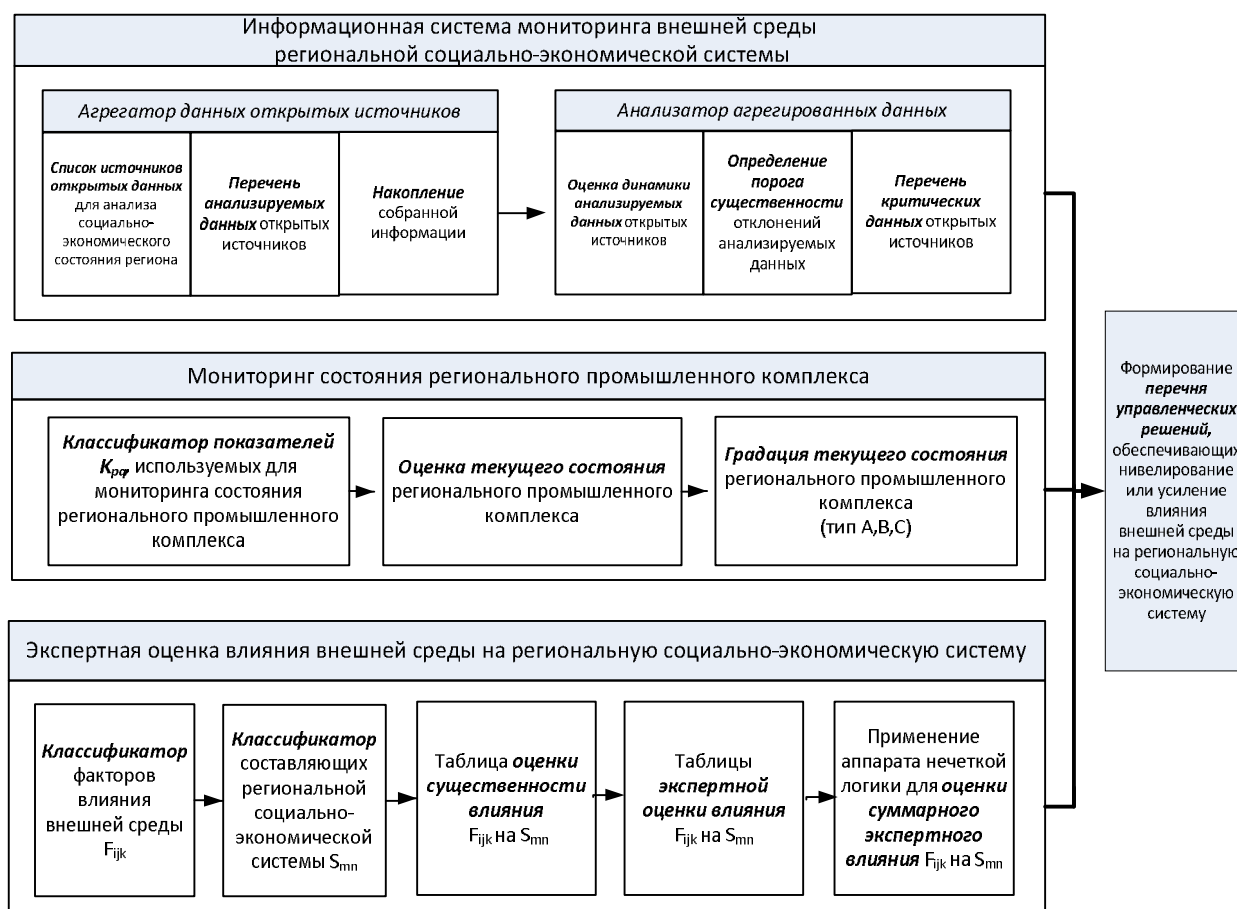


Рис. 1. Концептуальная модель оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему

Основная часть. Основной целью мониторинга внешней среды региональной социально-экономической системы как элемента информационной советующей системы являются регулярно повторяющиеся аналитические и диагностические действия по формированию информационной базы для разрабатываемой автоматизированной системы [10].

Мониторинг обеспечивает контроль состояния региона по ряду целевых показателей для принятия последующих эффективных управленческих решений [9]. Другими словами, предлагаемая модель мониторинга представляет собой информационно-аналитическую систему отслеживания региональной ситуации. На рис.2 приведен алгоритм проведения мониторинга внешней среды региональной социально-экономической системы.

Агрегатор представляет собой модуль советующей информационной системы (программный агрегатор), объединяющий данные о региональной социально-экономической системе из нескольких источников с формированием единого пользовательского интерфейса.

Анализатор проводит выбор и оценку значимых изменений конкретных индикаторов региональной социально-экономической системы на основе алгоритма, который определяет существенность происходящих изменений. Следовательно, формируется понятие значимости происходящего события для последующего формирования выводов – переработки собранной информации. Возникает необходимость ввести пороговое значение отклонений по анализируемым показателям. В работе предлагается ввести следующий порог существенности – 5 % от номинального значения показателя.

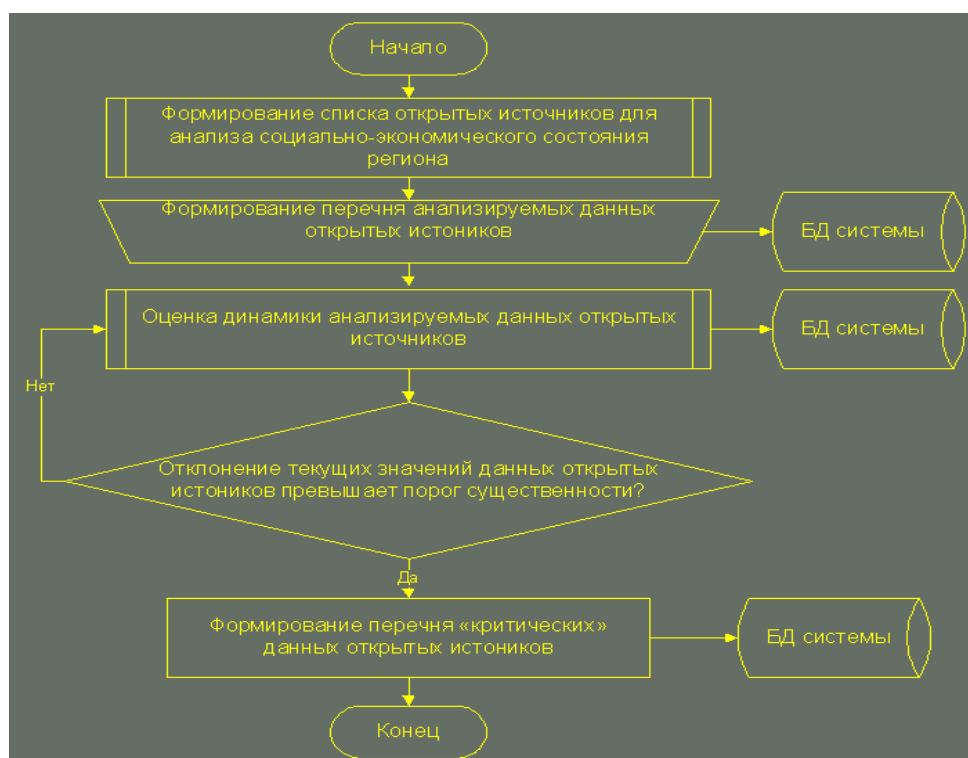


Рис. 2. Алгоритм проведения мониторинга внешней среды региональной социально-экономической системы

Следовательно, в случае существенности отклонений (при превышении текущих значений показателя на 5 %) в базе данных информационной системы формируется перечень «критических» данных открытых источников. Для них в базе данных информационной системы формируются «зоны внимания», для которых в последствии назначаются управленческие решения.

Таким образом, формируется машиноориентированное решение, которое на независимой основе диагностирует региональную социально-экономическую систему и создает основу для формирования управленческих решений.

Мониторинг состояния регионального промышленного комплекса представляет собой совокупность регулярно повторяющихся аналитических и диагностических действий по формированию информационной базы для разрабатываемой советующей информационной системы [9]. Целью мониторинга состояния регионального промышленного комплекса является контроль состояния региона для поддержки принятия эффективных управленческих решений в Правительстве региона.

На рис.3 представлен алгоритм проведения мониторинга промышленного комплекса Брянской области на основе экспертных оценок.

На первом этапе необходимо сформировать классификатор показателей K_{pq} [6]. На его основе формируется анкета для восьми экспертов для проведения мониторинга оценки состояния

промышленного комплекса Брянской области. По результатам обработки анкеты формируется вывод о состоянии регионального промышленного комплекса по трем типам (А, В и С). Оценка состояния промышленного комплекса Брянской области может быть определена как «достаточная», «удовлетворительная» или «неудовлетворительная» в соответствии с конкретными значениями \bar{K}_{pq} [6].

Третий элемент концептуальной модели оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему представлен в виде экспертных оценок.

Использование метода экспертных оценок при оценке влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему представлено в виде следующих этапов [4]:

1. Оценка наличия связи между факторами внешней среды F_{ijk} и составляющими региональной социально-экономической системы S_{mn} методом построения причинно-следственной диаграммы Каору Исикавы.

2. Оценка силы влияния факторов внешней среды F_{ijk} на составляющие региональной социально-экономической системы S_{mn} с использованием понятийного аппарата теории нечетких множеств (сила влияния оценивается как «слабая», «средняя» или «сильная») [2].

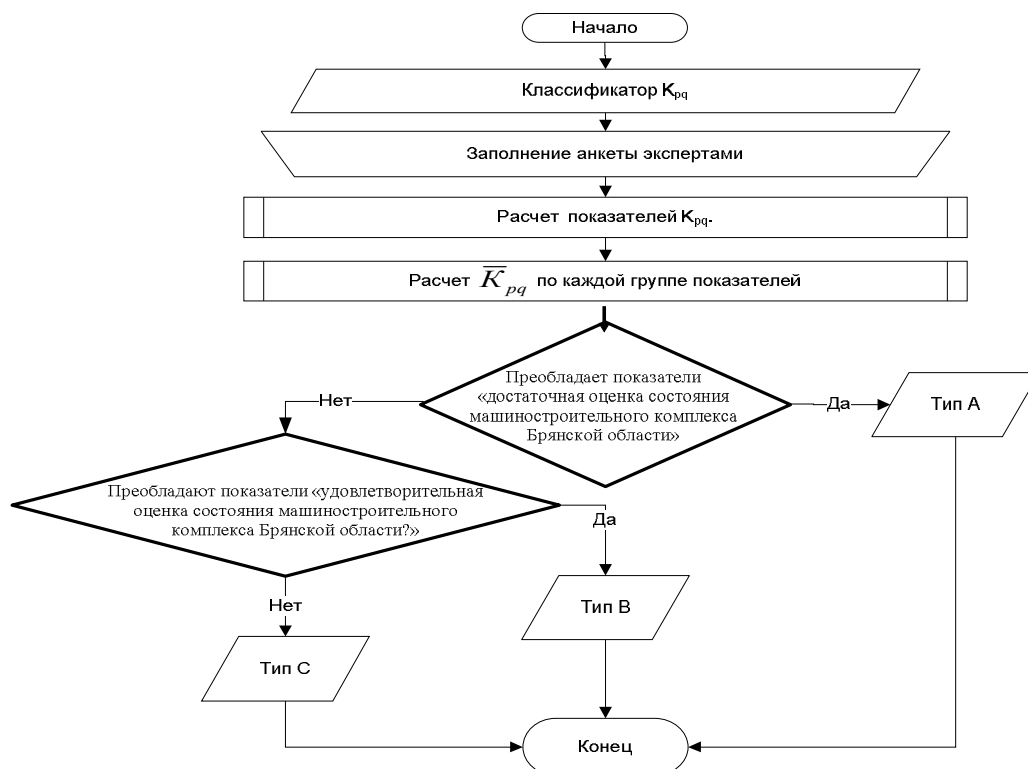


Рис. 3. Алгоритм проведения мониторинга промышленного комплекса Брянской области

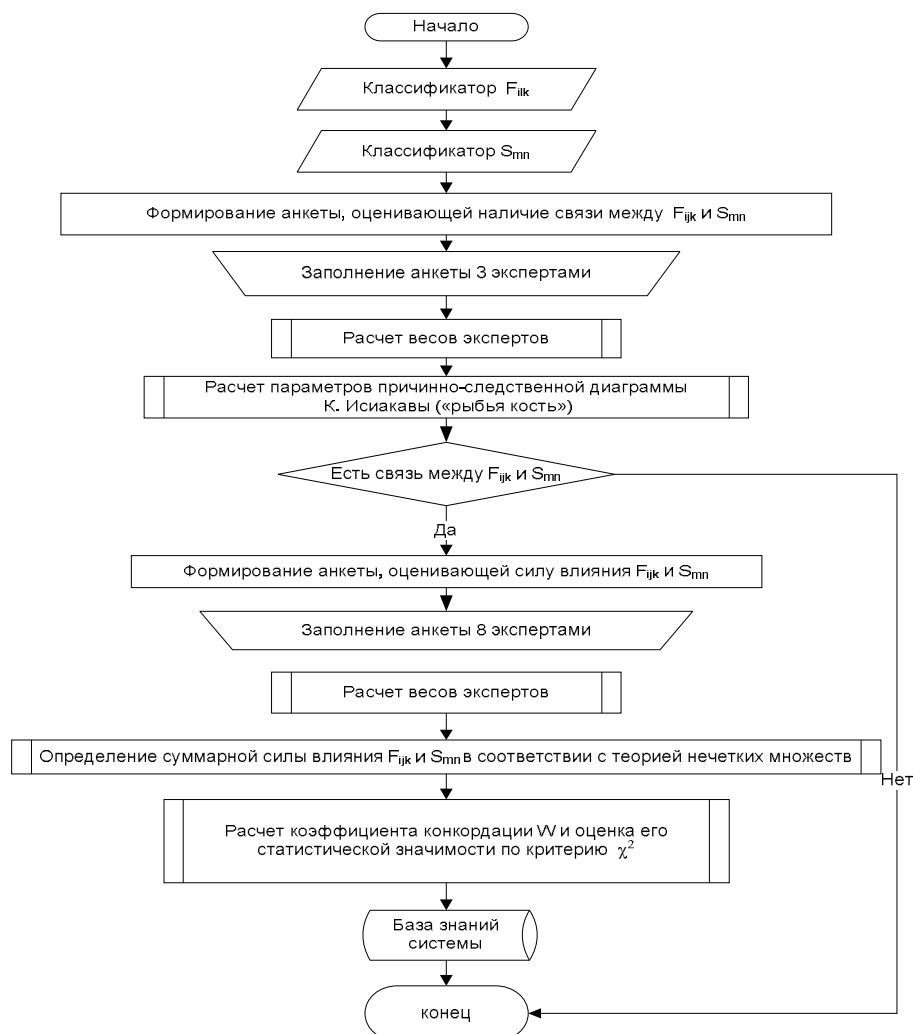


Рис. 4. Блок-схема алгоритма применения метода экспертных оценок для определения влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему

Эти этапы представлены в виде алгоритма расчета влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему (рис. 4).

Основанием для последующей работы экспертов является формирование классификаторов факторов внешней среды F_{ijk} и составляющих региональной социально-экономической системы S_{mn} [4]. На основе классификаторов формируется анкета, позволяющая оценить наличие связи между F_{ijk} и S_{mn} , заполнить которую было предложено трем экспертам. На основании проведенного анкетирования рассчитываются веса экспертов. На основе метода построения причинно-следственной диаграммы Каору Исиакавы определяется факт наличия значимой связи между F_{ijk} и S_{mn} . Пары, для которых будет выявлено наличие связи между F_{ijk} и S_{mn} , включаются в анкету, оценивающую силу влияния F_{ijk} на S_{mn} . Далее производится окончательное определение суммарной силы влияния F_{ijk} на S_{mn} с учетом весов экспертов. Для каждой связи рассчитывается коэффициент конкордации W и осуществляется проверка на согласованность ответов экспертов, затем проводится оценка статистической значимости полученного коэффициента по критерию χ^2 [4].

Таким образом, поэтапное использование метода экспертных оценок позволит определить наличие и силу влияния факторов внешней среды F_{ijk} на составляющие региональной социально-экономической системы S_{mn} , что в дальнейшем будет использовано для формирования базы знаний информационной советующей системы.

Выводы. Сформированная концептуальная модель влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему позволяет обосновать подход к созданию информационной советующей системы. Результатом работы автоматизированной системы будет являться формирование комплекса управленческих решений, позволяющих повысить качество управления на разных уровнях региональной власти. Таким образом, предлагаемая поддержка принятия управленческих решений будет основываться на тройной независимой интеграции информационного мониторинга внешней среды, мониторинга регионального промышленного комплекса и экспертных оценках, что обеспечит независимость и объективность комплексной оценки ситуации и формирования управленческих решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Al-Jaghoub, S., Al-Yaseen, H. and Al-Hourani, M. (2010) Evaluation of Awareness and Acceptability of Using E-Government Services in Developing Countries: The Case of Jordan. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 13, 1, 8.
2. Jaeger, P.T. and Bertot, J.C. (2010) Designing, Implementing, and Evaluating User-Centered and Citizen-Centered E-Government. *International Journal of Electronic Government Research*, 6, 2, 17 pp
3. Osaman, I.H., Anouze, A.L., Irani, Z., Lee, H., Balcı, A., Medeni, T.D. and Weerakkody, V. (2011) A New COBRA's Framework to Evaluate E-Government Services: A Citizen Centric Perspective. Paper presented at iGov Workshop (iGOV11), London, 17–18 March, 20.
4. Аверченкова Е.Э. Метод выбора и оценки связей между внешней средой и региональной социально-экономической системой на основе экспертных оценок // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2016. №2 (109). С. 10–16
5. Аверченкова Е.Э., Аверченков А.В., Автоматизированное принятие управленческих решений на основе моделей и алгоритмов информационной советующей системы // Информационные системы и технологии. №3 (95) май-июнь 2016. С. 31–39
6. Аверченкова Е.Э., Аверченков А.В., Кулагина Н.А., Аксененко Д.В. Модель оценки потенциала создания и развития кластерной агломерации в машиностроительном комплексе Брянской области // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. №8 (183). С. 3–7.
7. Котлярова Д.К. Интеллектуальная поддержка управленческих решений в государственном и муниципальном управлении // Современные Научные Технологии. № 7–3. 2014. С. 85–86
8. Медведев А.В. Концепция оптимизационно-имитационного моделирования регионального социально-экономического развития // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. № 7. 2013. С. 21–24
9. Мирохина А.А. Обоснование методических требований к проведению мониторинга пространственного развития региона // Мир науки, культуры, образования. № 4 (35). 2012. С. 340–343.
10. Петрова Е.А., Калинина В.В., Шевандрин А.В. Методологические проблемы и принципы формирования системы оценки эффективности территориального управления с

учетом стратегических ориентиров развития // Экономика региона. 2014. №4. С. 261–270.

11. Романкив И.М. Анализ систем мониторинга экономического развития региона // Российский Академический Журнал. № 2. 2013. Т. 24. С. 57–61

12. Рябов В.Н. Информационно-синергетический подход в управлении социально-экономическими системами // Мир науки, культуры, образования. № 3 (46). 2014. С. 374–376

13. Солодилова Н.З., Маликов Р.И., Гришин К.Е. Потенциал развития и факторы ограничения региональной деловой среды // Экономика региона. 2015. №2. С.137–147.

14. Сухарев О.С. Региональная

экономическая политика: структурный подход и инструменты (теоретическая постановка) // Экономика региона. 2015. №2. С. 9–22.

15. Фаттахов Р.В., Иванова Е.И., Сметанина О.Н. О роли информационных ресурсов при поддержке принятия управленческих решений на региональном уровне // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. № 2. Т. 9. 2007. С. 82–87

16. Чупров С.В., Бондарев А.Е. Методологические принципы разработки и проведения мониторинга регионального социально-экономического развития // Известия Иркутской государственной экономической академии. № 1. 2013. С.133–139.

Averchenkov A.V., Averchenkova E.E.

THE CONCEPTUAL MODEL FOR INFLUENCE ESTIMATING OF EXTERNAL ENVIRONMENT ON THE REGIONAL SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEM

There are some main elements of the conceptual model for estimating influence of external environment on the regional social and economic system. They determine the dynamism and objectivity of managerial decisions. The authors suggested some algorithms of the monitoring information system for the external environment of the regional social and economic system, the status monitoring of the regional industrial complex, expert estimation of the influence of external environment on the regional social and economic system. There are some methods like aggregation, matching, sorting, grading, analysis and expertise. As a results there is an informational and practice-oriented approach for automated support of managerial decisions. It will improve the quality of management at all levels of regional government.

Key words. *Informational system, monitoring, regional social and economic system, managerial decisions and expert estimation*

Аверченков Андрей Владимирович, доктор, технических наук, доцент, профессор кафедры компьютерных технологий и систем.

Брянский государственный технический университет.

Адрес: Россия, 241035, Брянск, бул. 50-летия Октября, д. 7.

E-mail: mahar@mail.ru

Аверченкова Елена Эдуардовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры экономики, организации производства и управления.

Брянский государственный технический университет.

Адрес: Россия, 241035, Брянск, бул. 50-летия Октября, д. 7.

E-mail: lena_ki@inbox.ru

Зуев С.В., канд. физ.-мат. наук,
Диденко А. А., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ ДЛИННОГО ВОЛНОВОГО ФРОНТА

sergey.zuev@bk.ru

Современное развитие систем освещения тесно связано с общей задачей энергоэффективности, которая, в свою очередь, решается, в том числе, в рамках конкуренции в тех отраслях, где расходы на освещение составляют существенную долю в себестоимости. Передний край развития систем освещения составляют интеллектуальные системы освещения, характеризующиеся либо наличием сопутствующей автоматизированной системы управления, либо требующие сложного моделирования при проектировании для конкретного объекта. В настоящей работе пойдет речь о системе освещения именно такого типа и основными темами статьи являются как конструкция самой системы освещения, так и вычислительный алгоритм класса роевых алгоритмов, предназначенный для ее моделирования.

Ключевые слова: моделирование систем освещения, роевые алгоритмы.

Введение. Обычными требованиями к системам освещения являются:

- Энергоэффективность: отношение минимальной энергии, потребляемой для достижения требуемой освещенности полезной площади, к фактически потребляемой энергии данным светильником;
- Экономичность: совокупная стоимость обслуживания системы освещения в сравнении с другими системами того же назначения;
- Надежность: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость;
- Экологичность.

Выбор системы освещения по этим критериям всегда зависит от ее назначения. В случае освещения протяженных объектов (дорог, тоннелей, шахт, цехов, животноводческих помещений и т.п.) возникает задача равномерного распределения света по достаточно протяженному пространству. В связи с тем, что основная масса источников света представляют собой устройства либо локализованные в малой области пространства (лампы, светодиоды), либо на сравнительно коротком отрезке (газоразрядные трубки), указанная задача практически всегда решается применением множества источников света, распределенных по объекту. Известны два исключения:

1. Длинная газоразрядная трубка. Применялась для освещения производственных помещений в СССР. Остатки этой системы имеются в цехах бывшего ремонтно-механического завода в п. Волоконовка. Длина такой системы доходила до 30 метров. Ее основными недостатками были низкие ремонтпригодность и экологичность.

2. Системы отраженного света. Состоят из прожектора накачки и зеркальной поверхности,

распределяющей свет. Применяются в торговых и офисных центрах. Основной недостаток – высокая стоимость.

В некоторых случаях применение множества источников света сопряжено с трудностями, связанными с необходимостью подвода электроэнергии к ним и с тем, что сами источники света являются электрическими приборами. Такая ситуация там, где среда расположения светильников агрессивная по отношению к электрической части или опасная. Примеры: животноводческие комплексы (агрессивные меркаптановые газы), шахты (опасность по метану), химические и нефтеперерабатывающие предприятия (огнеопасность и взрывоопасность) и множество других.

В настоящей работе предлагается конструкция системы освещения длинного волнового фронта (ДВФ), которая решает задачу освещения протяженных промышленных и хозяйственных объектов, в частности с агрессивными и/или опасными средами, за счет применения распределяющей свет конструкции, не содержащей электрических частей. Эта система является третьим исключением из ряда систем освещения, основанных на множестве источников света. Такое решение системы освещения приобретает актуальность в случае доступности материалов с коэффициентом отражения 0,95 и выше, а также в случае создания моделирующей систему освещения программного обеспечения. Оба фактора стали реальными в 10-х годах XXI века: материалы с указанными коэффициентами отражения промышленно производит компания Alanod [1] под марками MIRO® и MIRO-SILVER®, а требуемое программное обеспечение можно создать на основе так называемых роевых (Swarm) алгоритмов или их модификаций [2, 3].

Устройство и принцип действия системы освещения ДВФ. Пусть стоит задача осветить плоскую поверхность длиной L и шириной W . Уместными диапазонами являются: для L – от 30 до 100 м, для W – от 3 до 10 м. Допустим также, что пространство над этой поверхностью представляет собой агрессивную или опасную среду или еще по каким-то причинам следует избежать появления там электрических частей системы. Имеется возможность разместить электрические части системы на границах освещаемого пространства.

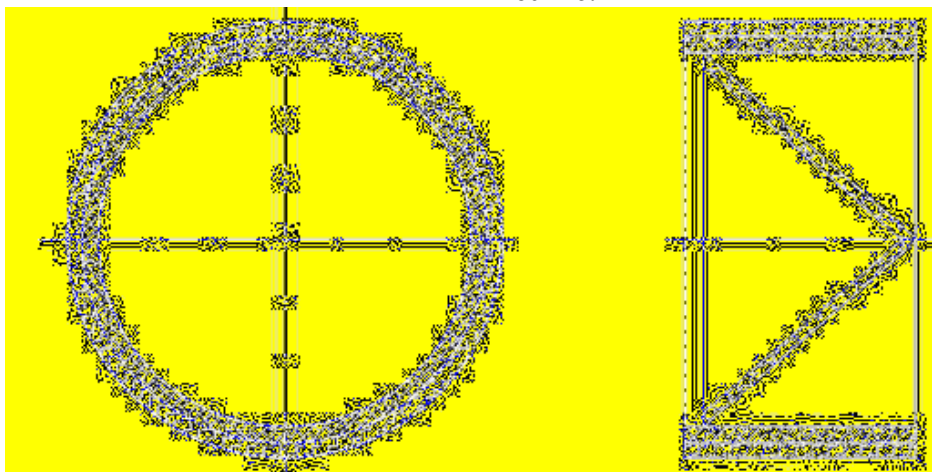


Рис. 1 Проектор направленного света

Принцип работы прожектора: каждый светодиод, расположенный на цилиндрической поверхности, испускает свет, который собирается в слабо расходящийся пучок с помощью линзы, составляющей единый узел со светодиодом. Полученный почти параллельный пучок направляется к коническому зеркалу, от которого в направлении выхода из прожектора идет пучок интенсивного света с расхождением не более 15° . На выходе из прожектора этот пучок может быть дополнительно собран линзой так, чтобы получить параллельность около 95%. Радиальное распределение интенсивности в пучке света от прожектора будет близко к равномерному, так как оно является проекцией распределения светодиодов по поверхности. Таким образом, прожектор готовит почти параллельный пучок света с примерно равномерной интенсивностью. Для моделирования пучок будет считаться параллельным, а интенсивность равномерно распределенной. Таким образом, будем считать, что

Предлагаемая конструкция состоит из двух прожекторов направленного света (ПНС) и трубчатого световода с частично прозрачными стенками (далее – просто *световод*). Проектор направленного света предназначен для создания круглого или кольцеобразного в сечении почти параллельного пучка света равномерной интенсивности. Световод есть труба из материала с высоким коэффициентом отражения, в которой имеется участок частичной прозрачности – вставка из стекла в форме полосы с переменным коэффициентом пропускания и заданной матовостью.

в каждой точке выходного сечения прожектора определен вектор $f(\rho, d\sigma)$, модуль которого равен светимости площадки $d\sigma$, расположенной в точке ρ поверхности, а направление совпадает с нормалью к поверхности в сторону выхода из прожектора. Имеем

$$f(\rho, d\sigma) = J d\sigma,$$

где J – светимость единицы площади площадки, в данном случае постоянная.

Входными данными для модели системы освещения будут:

угол θ между вектором нормали и осью Oz ;

координаты ρ пробной площадки;

радиус R круга сечения;

полная светимость $J\pi R^2$ выходного сечения прожектора.

Это не все данные, необходимые для моделирования. Остальные параметры зависят от конструкции световода, изображенной на рис. 2.

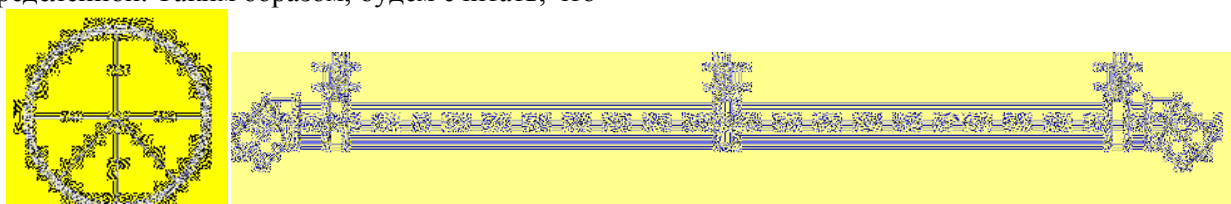


Рис. 2. Схема световода

Световод представляет собой полый цилиндр с вырезанным из него сегментом углового размера δ (постоянным по длине образующей цилиндра). Цилиндр может быть изготовлен из любого материала, но его внутренняя поверхность должна иметь высокий коэффициент отражения r_c , который является существенным параметром системы. Вырезанный сегмент закрывается пластиной из стекла или оргстекла с напыленным слоем отражающего покрытия, обеспечивающим коэффициент отражения $r(z)$ и коэффициент пропускания $p(z)$ такие, что $r(z) + p(z)$ как можно более близко к 1, а $r(z)$ подбирается в результате моделирования так, чтобы для возможного кюстировочной установке угла θ достигалась минимальная величина потеря излучения (подробнее – ниже).

Дополнительные входные данные, являющиеся параметрами световода, следующие:

внутренний диаметр d световода;

длина l световода (может немного отличаться от длины L поверхности освещения);

угловой размер δ вырезанного сегмента;

расположение вырезанной полосы, то есть угол α между осью Ox и серединой вырезанной полосы (зависит от того как размещен световод);

коэффициент пропускания $p_0 \approx r(z) + p(z)$ полосы в отсутствие напыления;

высота H расположения оси световода над поверхностью, которую освещает система.

Принцип действия световода следующий. Свет из прожектора в виде параллельного пучка попадает в световод под углом θ к его оси. Проекции направлений лучей света на поперечное сечение световода являются параллельными линиями, которые почти всегда являются хордами в сечении (иногда – диаметром, что приводит к ловушке луча и желательно избежать). В случае хорды, луч при отражении не возвращается в ту же точку проекции и начинает вращательное движение, рано или поздно попадая на вырезанную частично прозрачную полосу и, ввиду этого, частично покидает световод. Часть лучей при этом выходит из световода под углом, не обеспечивающим попадание на нужную поверхность. Чтобы не терять эти лучи, либо матируется полоса пропускания, либо на световод устанавливаются зеркальные козырьки. По похожей технологии, но с другой идеей работает система естественного освещения ALLUX[®] (см. [5])

Демонстрационная модель световода длиной 8 метров с матовой полосой пропускания была смонтирована авторами. Накачка производилась двумя светодиодными прожекторами по 50 Вт. Результат представлен на фото на рис. 3.



Рис. 3. Демонстрационная модель световода, 2015 год

Как видно, система является чувствительной к своим геометрическим параметрам – при изменении угла входа лучей в световод изменяется число отражений лучей в нем и, соответственно, изменяется доля вышедших лучей. Но эта доля зависит еще и от ширины δ полосы, и от коэффициента $r(z)$, и от размеров световода.

Зависимости эти не являются линейными и моделирование такой системы превращается в трудную задачу.

Задача моделирования и подходы к решению. Сформулируем задачу моделирования системы ДВФ.

Входящие данные: диапазон изменения угла θ между вектором нормали и осью Oz ; радиус R круга сечения; полная светимость $J\pi R^2$ выходного сечения прожектора; диапазон внутренних диаметров d световода; длина l световода; диапазон угловых размеров δ вырезанного сегмента; расположение вырезанной полосы, то есть угол α между осью Ox и серединой вырезанной полосы (зависит от того как размещен световод); коэффициент пропускания $p_0 \approx r(z) + p(z)$ полосы в отсутствие напыления; высота H расположения оси световода над поверхностью, которую освещает система.

Выход: угол θ между вектором нормали к поверхности выходного сечения прожектора и осью Oz , внутренний диаметр d световода, угловой размер δ вырезанного сегмента, распределение $r(z)$ напыления отражающего слоя по полосе пропускания; все выходные величины должны соответствовать наибольшей возможной величине суммарной освещенности целевой поверхности и наименьшей дисперсии освещенности целевой поверхности.

Первый подход к решению представляет собой прямой перебор вариантов, путем создания прямых цепочек вычислений для каждого набора параметров. Этот способ подразумевает сложность $O(n^5)$, что имеет смысл использовать только в случае распараллеливания вычислений, что представляет собой отдельную задачу.

Второй подход заключается в использовании роевого алгоритма [3, 4]. В применении к описанной задаче моделирования, этот алгоритм в общем виде будет выглядеть следующим образом.

1. Фиксируем заданный диапазон значений параметра, например $\theta \in [\theta_{min}, \theta_{max}]$ и разбиваем его на N частей;

2. Для каждого значения θ считаем значение функции равномерности освещения $f(\theta)$. Таким образом формируем множества Θ и $F(\Theta)$;

3. Находим количество агентов в окрестности точек θ_i по формуле $b_i = B * \left(\frac{f(\theta_i) - \min(F(\Theta))}{\max(F(\Theta)) - \min(F(\Theta))} \right)$, где B – общее количество агентов;

4. Разбиваем поисковое пространство на блоки, включающие окрестность точки θ_i , $[\theta_i - p_i, \theta_i + q_i]$, где p_i – отклонение влево, q_i – отклонение вправо. Параметры окрестности рассчитываются как $p_i = 2b_i \frac{|\theta_i - \theta_{i-1}|}{b_i + b_{i-1}}$, $q_i = 2b_i \frac{|\theta_i - \theta_{i-1}|}{b_i + b_{i-1}}$

5. В каждой окрестности точки $\theta_i \in (\theta_i - p_i, \theta_i + q_i)$ выбираем множество $T_i =$

$\{\theta_1, \dots, \theta_j, \dots, \theta_{bi}\}$ из b_i произвольных точек с дискретностью не более, чем $\frac{p_i + q_i}{B}$.

6. Если для множества T_i существует такое значение $\theta_j: f(\theta_j) < f(\theta_i)$, то в множестве Θ производим замену $\theta_i = \theta_j$.

7. Если не достигнуто приемлемое значение целевой функции, заданное число итераций, или выработка установленного времени работы алгоритма, то переходим к пункту 2. Иначе конец работы алгоритма.

По критерию сложности вычислений, второй подход выглядит более прагматичным. Более того, роевые алгоритмы поддаются распараллеливанию и могут быть усовершенствованы различными способами в зависимости от требований решаемой задачи [6].

Выводы. В ходе исследования создана принципиальная схема системы освещения нового типа, построена демонстрационная модель световода, выявлены трудности в моделировании системы и предложен алгоритм, обеспечивающий эффективное моделирование. Дальнейшая работа авторов будет опираться на проведенные исследования и будет направлена на создание проектирующего осветительные системы ДВФ программного обеспечения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ALANOD® GmbH & Co.KG. Spitzenkompetenz und Expertenwissen in Coil-coating-technologies [Электронный ресурс]. Систем. требования: Internet Browser version after 2014. URL: <http://www.alanod.com/de/produkte> (дата обращения: 09.09.2016).
2. Курейчик В.В., Запорожец Д.Ю. Роевой алгоритм в задачах оптимизации // Известия ЮФУ. Технические науки. 2010. №7.
3. Миллер П. Роевой интеллект: Муравьи, пчелы и птицы способны многому нас научить // National Geographic Россия. 2007. № 8. С. 88–107.
4. Кулиев Э.В., Лежебоков А.А., Дуккардт А.Н. Подход к исследованию окрестностей в роевых алгоритмах для решения оптимизационных задач // Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. №7 (156). С.15-25.
5. ALLUX - STAV s.r.o. Světlovody ALLUX [Электронный ресурс]. Систем. требования: Internet Browser version after 2014. URL: <http://www.svetlovod.cz/> (дата обращения: 09.09.2016).
6. Мохов В.А., Бородулина Е.Н. К вопросу о параметрической оптимизации роевых алгоритмов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. №4.(153) С. 230–234.

Zuev S.V., Didenko A.A.**THE LIGHTING SYSTEM OF THE LONG WAVE FRONT**

Modern development of lighting systems is closely related to the overall energy efficiency problem which is involved in the framework of competition in those economy sectors where the lighting costs are significant part of the total cost. The cutting edge here is intelligent lighting systems which are characterized by the presence of a concomitant of the automated control system or require complex modeling in the design of a particular object. In the present work we deal with the lighting system of the last type and the main topics of the paper are both the design lighting system itself and the computational algorithm of the swarm algorithm type used for its modeling.

Key words: *lighting systems simulations, swarm algorithms.*

Зуев Сергей Валентинович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем.

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

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

E-mail: sergey.zuev@bk.ru

Диденко Алина Александровна, магистрант кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем.

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

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

E-mail: elyannd@gmail.com

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Рахимбаев Ш.М., д-р техн. наук, проф.,
Толыпина Н.М., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТИПА ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ АГРЕССИВНЫХ СРЕД ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ГЕТЕРОГЕННЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

tolypina.n@yandex.ru

Выбор типа цемента при специфических видах коррозии в органических средах, при сложных видах коррозии, когда применение эмпирических подходов непригодно, вызывает большие затруднения. Этот вопрос может быть решен на основе концепции кольматации, позволяющей теоретически обосновывать и выбирать типы цементов при различных видах агрессии. Показано, что во многих случаях имеется значительное сходство механизмов коррозии строительных материалов гидратационного твердения в органических и неорганических средах. В связи с этим предлагается обоснование выбора цемента на основе концепции кольматации для отдельных видов коррозии в органических средах. Рассмотрены особенности коррозии цементных систем при воздействии карбоновых, дикарбоновых, гидроксикарбоновых кислот, одно- и многоатомных спиртов, амидов и др. Показано, что самоторможение коррозионных процессов, обусловленное образованием малорастворимых продуктов коррозии, которые в основном кольматируют открытые поры строительного изделия, зависит от растворимости продуктов коррозии.

Ключевые слова: растворимость, кольматация, портландцемент, тип вяжущего, органические вещества, коррозия.

Введение. Одним из важнейших элементов первичной защиты бетонных сооружений от химической агрессии является правильный выбор типа цемента. Отечественными и зарубежными специалистами выполнена большая работа по выяснению сравнительной стойкости различных видов цементных систем в агрессивных средах, содержащих разные агрессивные компоненты [1–6]. Стойкие виды цементов для некоторых видов коррозии известны, хотя не все механизмы их полностью освещены в литературе.

Алексеев С.Н. и Розенталь Н.К. [3] при исследовании углекислотной коррозии установили, что при эксплуатации бетонов в водном растворе углекислоты необходимо использовать низкоосновные вяжущие типа ЦЕМ III и ЦЕМ IV, а в условиях углекислого газа – высокоосновные типа ЦЕМ I. Различия механизма углекислотной коррозии в зависимости от фазового состава среды, установленные этими авторами, хорошо объясняются явлениями кольматации. Это обусловлено тем, что в последнем случае, кроме геля кремнекислоты, при взаимодействии цементного камня с CO_2 образуется большое количество кольматанта CaCO_3 .

Такой подход можно отнести и к другим видам коррозии. В среде сероводорода независимо от его фазового состояния единственным

кольматантом является гель кремнекислоты, поэтому как в водных растворах H_2S (сточные воды, биологические объекты и т.д.), так и в газовой среде (химические, нефтехимические, газоперерабатывающие предприятия) необходимо использовать вяжущее типа ЦЕМ III и ЦЕМ IV [7, 8].

Изложенные особенности коррозии в H_2S и CO_2 показывают необходимость концептуального подхода для выбора цемента при различных видах агрессии и механизмах коррозионных процессов.

Большие затруднения вызывает выбор типа цемента при специфических видах коррозии в органических средах, при сложных видах коррозии, когда применение эмпирических подходов непригодно. Необходима теоретическая концепция, позволяющая выбирать типы цементов в зависимости от вида агрессивных сред.

Основная часть. Рахимбаевым Ш.М. разработана концепция кольматации, которая опирается на общепризнанные положения о том, что химическая и физико-химическая коррозия носит послойный характер. Она вначале затрагивает поверхностные слои материала, а с течением времени фронт коррозии продвигается вглубь изделия [9]. Химическое взаимодействие компонентов цементной матрицы бетонов с

агрессивной средой почти всегда сопровождается образованием одного, двух и более нерастворимых в этой среде соединений, которые, откладываясь в порах и капиллярах изделия, в той или иной степени колюматируют, закупоривают их, что приводит к замедлению (торможению) диффузии агрессивных компонентов внешней среды вглубь пористого материала. Это замедляет скорость коррозии. В связи с этим большинство видов химической коррозии (карбонизация, кислотная, магниевая и т.п.) относятся к числу самотормозящихся процессов. Благодаря этому путем правильного подбора цементов по составу можно усилить процессы самоторможения процессов коррозии и тем самым повысить коррозионную стойкость изделий и конструкций в данной среде [10].

Именно на этом основаны способы правильного выбора состава цементов и добавок для тех или иных агрессивных сред.

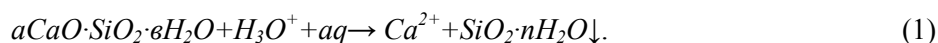
Состав продуктов коррозии, которые в основном колюматируют открытые поры строительного изделия и обуславливают самоторможение коррозионных процессов, зависит от вида агрессивной среды и состава вяжущего и прежде всего от его основности. Рекомендации по выбору типа цементов для различных видов химической коррозии, которые следуют из теории колюматации, согласуются с выводами, основанными на экспериментальных данных (таблица 1).

Исследования коррозии цементного камня в органических средах около 50-ти различных соединений проведены д.т.н., проф. Курочкой П.Н. [11] и на их основе установлены очень важные особенности этих процессов. Наиболее агрессивными из них являются карбоновые кислоты,

спирты, азотистые органические соединения. Однако детальный анализ механизмов коррозии, вопросы рационального применения вяжущих в органических средах в работе отсутствуют.

При взаимодействии цементных систем с карбоновыми кислотами ($C_nH_{2n+1}COOH$) на начальной стадии, находящейся под кинетическим контролем, реакционная активность кислот убывает с увеличением молекулярной массы. Затем скорость коррозии лимитируется диффузией реагирующих компонентов к реакционной поверхности через слой новообразований и не зависит от констант скоростей самих химических реакций. Карбоновые кислоты взаимодействуют с жидкой фазой цементной матрицы, насыщенной гидроксидом кальция. При этом продуктами взаимодействия являются жирнокислые соли кальция и железа различного состава. Алюминиевые соли практически не образуются. Кальциевые соли жирных кислот малорастворимы в воде, но растворимы в исходных кислотах [11]. Данный фактор существенно влияет на скорость коррозии, так как осаждение солей в порах и капиллярах цементной матрицы бетона замедляет скорость коррозии. Растворимость солей кальция и железа в карбоновых кислотах исследована в работе [11]. При этом установлено, что с ростом молекулярной массы солей резко уменьшается их растворимость в карбоновых кислотах, что приводит к снижению коррозионной активности карбоновых кислот по отношению к бетону.

Карбоновые кислоты с углеводородным радикалом состава C_1-C_8 при взаимодействии с цементной матрицей образуют малорастворимый продукт – гель кремнекислоты:



В соответствии с концепцией колюматации, в таких случаях необходимо использовать низкоосновные вяжущие типа ЦЕМ III и ЦЕМ IV, обеспечивающие образование максимального количества колюматанта – геля кремнекислоты.

Степень агрессивности дикарбоновых кислот, исследованных в работе [11] тесно связана с растворимостью их кальциевых солей. Себаиновокислый кальций практически нерастворим в насыщенном растворе гидроксида кальция и малорастворим в кислоте, т.е. он является сильным колюматантом, поэтому себаиновая кислота $HOOC(CH_2)_8COOH$ проявляет слабоагрессивные свойства по отношению к цементному камню. В этом случае необходимо использовать ЦЕМ I, что обеспечит получение максимального количества основного колюматанта – кальциевой соли.

Адипиновокислый кальций имеет растворимость 0,48 г/л и 0,92 г/л в насыщенном растворе гидроксида кальция и одноименной кислоты соответственно, что обуславливает сильноагрессивные свойства адипиновой кислоты $HOOC(CH_2)_4COOH$. Соли кальция адипиновой кислоты не колюматируют поры и капилляры, при этом в качестве колюматанта может выступать только гель кремнекислоты. Поэтому целесообразно использовать вяжущее типа ЦЕМ III.

Необходимо отметить, что исследованный круг органических соединений, включающий порядка 50-ти наименований, составляет ничтожную часть общего их количества. В связи с этим, очень актуальной является проблема интерполяции и экстраполяции некоторых результатов в исследованиях [11] на широкий круг органических соединений.

Таблица 1

Сводная таблица выбора типа цемента на основе концепции кольматации

Источник коррозии	Химические реакции	Кольматанты	Основной Кольматант	Тип вяжущего (ГОСТ 31108-2003)
Коррозия выщелачивания: мягкие воды, одно- и многоатомные алифатические спирты и их растворы	$aCaO \cdot SiO_2 \cdot nH_2O + aq \rightarrow aCa^{2+} + 2aOH + SiO_2 \cdot nH_2O \downarrow$	Гель кремнекислоты $SiO_2 \cdot nH_2O$	Гель кремнекислоты $SiO_2 \cdot nH_2O$	ЦЕМ III, ЦЕМ IV
Кислотная коррозия: растворы неорганических кислот, водный р-р CO_2 , биомикроразрушения, кислые газы; одноосновные (с углеводородным радикалом состава C_1-C_5) и двухосновные предельные и непредельные карбоновые кислоты, гидроксикислоты, амиды, соли аммония	$Ca(OH)_2 + 2HR \rightarrow CaR_2 + H_2O$ $2C_nH_{2n+1}COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow (C_nH_{2n+1}COO)_2Ca + H_2O$ $aCaO \cdot SiO_2 \cdot nH_2O + H_3O^+ + aq \rightarrow aCa^{2+} + SiO_2 \cdot nH_2O \downarrow$	Гель кремнекислоты $SiO_2 \cdot nH_2O$	Гель кремнекислоты $SiO_2 \cdot nH_2O$	ЦЕМ III, ЦЕМ IV
Кислотная коррозия: Двухосновные карбоновые кислоты (состава C_2-C_8)	$2C_nH_{2n+1}COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow (C_nH_{2n+1}COO)_2Ca \downarrow + H_2O$	Малорастворимые соли кальция $(C_nH_{2n+1}COO)_2Ca$; гель кремнекислоты $SiO_2 \cdot nH_2O$	Малорастворимые соли кальция $(C_nH_{2n+1}COO)_2Ca$	ЦЕМ I
Углекислотная коррозия: атмосферный CO_2	$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$ $aCaO \cdot SiO_2 \cdot nH_2O + H_3O^+ + aq \rightarrow aCa^{2+} + SiO_2 \cdot nH_2O \downarrow$	Карбонат кальция $CaCO_3$; гель кремнекислоты $SiO_2 \cdot nH_2O$	Карбонат кальция $CaCO_3$; гель кремнекислоты $SiO_2 \cdot nH_2O$	ЦЕМ I
Магнезиальная коррозия: растворы солей магния	$Ca(OH)_2 + Mg^{2+} \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + Ca^{2+}$ $aCaO \cdot SiO_2 \cdot nH_2O + Mg^{2+} + nH_2O \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + aCa^{2+} + SiO_2 \cdot nH_2O \downarrow$	Гидроксид магния $Mg(OH)_2$; гель кремнекислоты $SiO_2 \cdot nH_2O$	Гидроксид магния $Mg(OH)_2$; гель кремнекислоты $SiO_2 \cdot nH_2O$	ЦЕМ I
Сульфатная коррозия: растворы сульфатов	$3CaO \cdot Al_2O_3 + 3CaSO_4 + 3H_2O \rightarrow 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 3H_2O \downarrow$	Этtringит $(CaO < 0,52/n)$, гель кремнекислоты $SiO_2 \cdot nH_2O$	Этtringит $(CaO < 0,52/n)$ гель кремнекислоты $SiO_2 \cdot nH_2O$	Сульфатостойкий цемент, ЦЕМ III, ЦЕМ IV

Так, гидроксикарбоновые кислоты (молочная $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$, лимонная $\text{HOOCCH}_2\text{C}(\text{OH})(\text{COOH})\text{CH}_2\text{COOH}$, винная $\text{HOOCCH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$, яблочная $\text{HOOCCH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOH}$) широко встречаются на предприятиях пищевой промышленности. Молочная кислота является продуктом жизнедеятельности некоторых бактерий. Особенностью гидроксикислот являются их более выраженные кислотные свойства, чем у ненасыщенных карбоновых кислот. Константы кислотной диссоциации лимонной, винной, яблочной и молочной кислот составляют $K_a=6,0 \cdot 10^{-4}$; $7,4 \cdot 10^{-4}$; $3,9 \cdot 10^{-4}$ и $1,4 \cdot 10^{-4}$ соответственно. Взаимодействие с компонентами цементного камня протекает по кислотному механизму, основным малорастворимым продуктом коррозии – кольматантом, в таких случаях является гель кремнекислоты, поэтому рекомендуем использовать в цементных системах на данных производствах низкоосновные вяжущие типа ЦЕМ III и ЦЕМ IV.

Одноатомные (метилловый, этиловый, пропиловый и др.) и многоатомные (этиленгликоль, глицерин) спирты существенно повышают растворимость гидроксида кальция. Алифатические одноатомные низшие спирты ($\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$) вплоть до пропилового $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ смешиваются с водой в любых соотношениях. В связи с этим, одноатомные спирты (до $\text{C}_6\text{--C}_7$) при взаимодействии с цементным камнем способны вызвать выщелачивание. С повышением молекулярной массы растворимость уменьшается и у высших гомологов близка к нулю.

Многоатомные алифатические спирты хорошо растворяются в воде. Механизм коррозии бетона при действии водных растворов многоатомных спиртов зависит от их концентрации и температуры среды [11]. Растворы многоатомных спиртов низких концентраций (1...3 %) повышают растворимость гидроксида кальция, вызывая коррозию выщелачивания. Растворы многоатомных спиртов высоких концентраций (в т.ч. глицерина $\text{ONCH}_2\text{--CHON--CH}_2\text{OH}$) повышают растворимость гидроксида кальция в десятки раз, но из-за увеличения их вязкости замедляется проникание вглубь бетона. Однако их водные растворы отличаются пониженной вязкостью и высокой скоростью диффузии вглубь цементного камня. Они являются высокоагрессивными носителями коррозии выщелачивания.

При выщелачивании извести независимо от вида выщелачивающей среды (мягкие воды или органические среды) необходимо применять низкоосновные вяжущие типа ЦЕМ III и ЦЕМ IV, что обеспечит максимальный «выход» кольматанта – геля кремнекислоты.

Амиды, одно- и многоатомные ароматические спирты (фенол и его производные, пирокатехин, пирогалол и др.) по отношению к цементному камню действуют как кислоты и не образуют нерастворимых солей с $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Амиды (R--CONH_2) способны гидролизаться в щелочной среде с образованием аммиака и карбоновой кислоты. Они связывают OH^- группу, что снижает щелочность среды в жидкой фазе цементных систем. Продуктами гидролиза диметилформамида являются диметиламин и муравьиная кислота. Муравьиная кислота, взаимодействуя с гидроксидом кальция, образует хорошо растворимый формиат кальция $\text{Ca}(\text{HCOO})_2$, который вымываются в окружающую среду. Растворимость формиата кальция уменьшается в водных растворах диметилформамида с ростом концентрации и в растворах выше 60-70 % формиат кальция практически нерастворим.

Если при кислотной коррозии не образуются малорастворимых солей и единственным кольматантом является гель кремнекислоты, то для максимального кольматирующего эффекта необходимо применение низкоосновных вяжущих типа ЦЕМ III.

Выводы. Выбор типа цемента в органических средах значительно сложнее, чем в неорганических. Анализ материалов, полученных в [11] показывает, что во многих случаях имеется значительное сходство механизмов коррозии в органических и неорганических средах. В связи с этим обоснован выбор типа цемента для отдельных видов коррозии путем обобщения экспериментальных данных на основе теории гетерогенных физико-химических процессов

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барре П. Кинетика гетерогенных процессов. М: Мир, 1976. 399 с.
2. Алексеев С.Н., Иванов Ф.М., Модры С., Шисль П. Долговечность железобетона в агрессивных средах/ Совм. изд. СССР-ЧССР-ФРГ. М.: Стройиздат, 1990. 320 с.
3. Алексеев С. Н., Розенталь Н. К. Коррозионная стойкость конструкций в агрессивной промышленной среде. М.: Стройиздат, 1976. 205 с.
4. Штарк И., Вихт Б. Долговечность бетона Пер. с нем. А.Тулганова, под ред. П.Кривенко. Киев: Оранта. 2004. 301 с.
5. Брыков А.С. Сульфатная коррозия порландцементных бетонов//Цемент и его применение. 2014. №6. С.96–103.
6. Рахимбаев Ш.М., Толыпина Н.М. Повышение коррозионной стойкости бетонов путем рационального выбора вяжущего и заполните-

лей // Монография. Белгород, Изд-во БГТУ, 2015. 321 с.

7. Авилов Б. И., Данюшевский В. С., Тарнавский А. П. Сероводородная коррозия цементного камня в затрубном пространстве газовых скважин // Газовая промышленность. 1981. № 1. С. 43–45.

8. Кравцов В. М. Термодинамика и механизм процесса коррозии тампонажного камня в условиях сероводородной агрессии / Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Межвуз. науч.-техн. сб. // Уфа: УНИ, 1980. Вып. 7. С. 159–166.

9. Рахимбаев Ш.М. Принципы выбора цемента для использования в условиях химической агрессии // Изв. Вузов. Строительство. 1996. №10. С.65–68.

10. Рахимбаев Ш.М., Карпачева Е.Н, Толыпина Н.М. О выборе типа цемента на основе теории кольматации при сложном составе агрессивной среды // Бетон и железобетон. 2012. № 5. С. 25–26.

11. Курочка П.Н. Стойкость бетона в органических агрессивных средах: дисс... докт. техн. наук. Ростов-на-Дону. 2000. 288 с.

Rakhimbaev Sh.M., Tolypina N.M.

REASONS FOR THE CHOICE OF TYPE OF THE ORGANIC ORIGIN KNITTING FOR HOSTILE ENVIRONMENT ON THE BASIS OF THE THEORY OF HETEROGENEOUS PHYSICAL AND CHEMICAL PROCESSES

The choice like cement in case of specific types of corrosion in organic environments, in case of difficult types of corrosion when application of empirical approaches is unsuitable, causes big difficulties. This issue can be resolved on the basis of the concept of the kolmatation allowing to prove and choose theoretically types of cements in case of different types of aggression. It is shown that in many cases there is a considerable similarity of mechanisms of corrosion of construction materials of hydration curing in organic and inorganic environments. With respect thereto reasons for the choice of cement on the basis of the concept of a kolmatation for separate types of corrosion in organic environments are offered. Features of corrosion of cement systems in case of impact of carbonic, dicarbonic, hydroxycarbonic acids are considered, one - and polyatomic alcohols, amides, etc. It is shown that the self-retardation of corrosion processes caused by formation of slightly soluble products of corrosion which generally kolmatirut an open time of a construction product depends on solubility of products of corrosion.

Key words: *solubility, a kolmatation, a portlandtsement, type knitting, organic substances, corrosion.*

Рахимбаев Шарк Матрасулович, 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.

Толыпина Наталья Максимовна, кандидат 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: tolypina.n@yandex.ru

Черкашина Н.И., канд. техн. наук, доц.

Павленко А.И., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ГИДРИДА ТИТАНА ОРГАНОСИЛОКСАНОВЫМИ СТРУКТУРАМИ*

natalipv13@mail.ru

Повышение совместимости матрицы и наполнителя – это основной фактор, влияющий на свойства полимерного композиционного материала. Применение поверхностной обработки органосилоксановыми структурами, в частности кремнийорганическими жидкостями, существенно повышает совместимость. Обработанный наполнитель, имеющий, как и полимер, гидрофобную поверхность, намного легче распределяется в матрице полимера, и конечный расплав имеет меньшую вязкость, что снижает нагрузку на оборудование, предотвращает механодеструкцию.

В данной работе исследовалась возможность модифицирования гидрида титана, с целью его совмещения с неполярной полимерной матрицей для создания новых полимерных композитов, обладающих улучшенными нейтронно-защитными свойствами. Для получения порошка гидрида титана, обладающего гидрофобными свойствами, в помол гидрида титана была внесена гидрофобизирующая кремнийорганическая жидкость 136-41.

Установлено, что у не модифицированного порошка гидрида титана гидрофильная поверхность, так как краевой угол смачиваемости $\alpha = 66^\circ$. Выявлено, что модифицированный порошок гидрида титана, в отличие от не модифицированного порошка гидрида титана, обладает гидрофобными свойствами, т.к. краевой угол смачиваемости $\alpha = 109^\circ$. Это говорит о том, что модифицирование жидкостью гидрофобизирующей 136-41 позволит создать равномерное распределение наполнителя гидрида титана в неполярной полимерной матрице.

Ключевые слова: неполярная матрица, гидрофобность, гидрофильность, совместимость, краевой угол смачивания.

Введение. Известно, что композиционный материал представляет собой гетерофазную структуру из двух или более компонентов с четко выраженной границей раздела [1]. Эти компоненты должны быть подобраны не только по предполагаемым свойствам создаваемого изделия (физическим, механическим), но и по совместимости, т.е. должно обеспечиваться хорошее адгезионное взаимодействие матрицы и наполнителя на границе раздела [2–4]. Главные задачи при получении изделий из полимерных композиционных материалов заключаются в правильном подборе материала матрицы и наполнителя, в определении рациональной структуры материала, с учетом особенности его поведения в условиях переработки [5]. Правильная технология совмещения компонентов обеспечивает эффективную реализацию свойств материала в изделии (конструкции).

Основная задача изучения совместимости – выявление общих закономерностей влияния параметров структуры на свойства композиции, а также изыскание путей регулирования этих параметров, в особенности характера связи на границе раздела фаз [6–7]. Другая большая проблема – установление характера влияния полимера на надмолекулярную, особенно кристаллическую, структуру наполнителя, т.е. выявление изменений структуры и свойств каждой фазы после совмещения компонентов. Исследование

термодинамики совмещения позволяет разработать научные основы для создания новых композитов с заданным комплексом механических свойств.

В данной работе рассмотрены процессы модифицирования гидрида титана, с целью его совмещения с неполярной полимерной матрицей для создания новых полимерных композитов, обладающих улучшенными нейтронно-защитными свойствами.

Методика. Гидриды многих переходных металлов в последние годы представляют теоретический и практический интерес при их использовании во многих отраслях промышленности, включая атомную энергетику. Особое внимание уделяется гидриду титана с повышенным содержанием водорода, используемого для поглощения нейтронных потоков в ядерной энергетике в качестве замедлителя в регулирующих стержнях ядерного реактора на быстрых нейтронах, в том числе в качестве наполнителя для полимерных нейтронно-защитных композиционных материалов [8–11].

Исходный гидрид титана является гидрофильным веществом. Для более равномерного распределения в полимерной матрице необходимо модифицировать наполнитель для придания ему гидрофобных свойств [12].

Для хорошей совместимости с неполярной матрицей необходима гидрофобная поверхность

наполнителя [13]. Известно, что модифицирование силоксановыми структурами позволяет добиться гидрофобности при ведении 1–2 % модификатора [14].

Для получения порошка гидрида титана, обладающего гидрофобными свойствами, в помол гидрида титана была внесена гидрофобизирующая кремнийорганическая жидкость 136-41.

Жидкость гидрофобизирующая 136-41 – вязкая бесцветная маслянистая жидкость, легко-растворимая в большинстве органических растворителей, но нерастворимая в воде. Ее состав

описывается формулой $[C_2H_5SiHO]_n$ (где $n = 10\div 15$), содержание активного водорода 1,3–1,45 % [15].

Основная часть. Исходный гидрид титана был представлен в виде дробы. Для введения в полимерную матрицу гидрида титана был произведен его помол с использованием шаровой мельницы. Для определения оптимального времени помола дробь гидрида титана (ДГТ) перемалывалась различное время. Зависимость величины значения удельной поверхности от времени помола представлена на рис. 1:

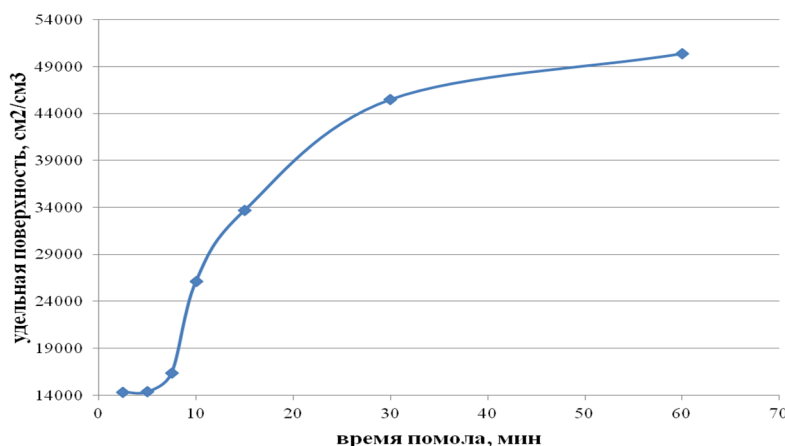


Рис. 1. График зависимости величины удельной поверхности гидрида титана от времени помола

Исходя из этих данных был сделан вывод, что целесообразно проводить помол гидрида титана в течение 30 минут, так как при большем времени помола удельная поверхность увеличивается лишь на 10% с 45521 до 50398 см²/см³, средний диаметр частиц уменьшается на 8 % с

5,6 до 5,2 мкм, а диапазон размеров полученных частиц не изменяется.

Результаты рентгенофазового анализа исследуемого вещества показаны на рис. 2. В качестве структурного аналога для индентирования рентгенограммы был выбран гидрид титана TiH_2 .

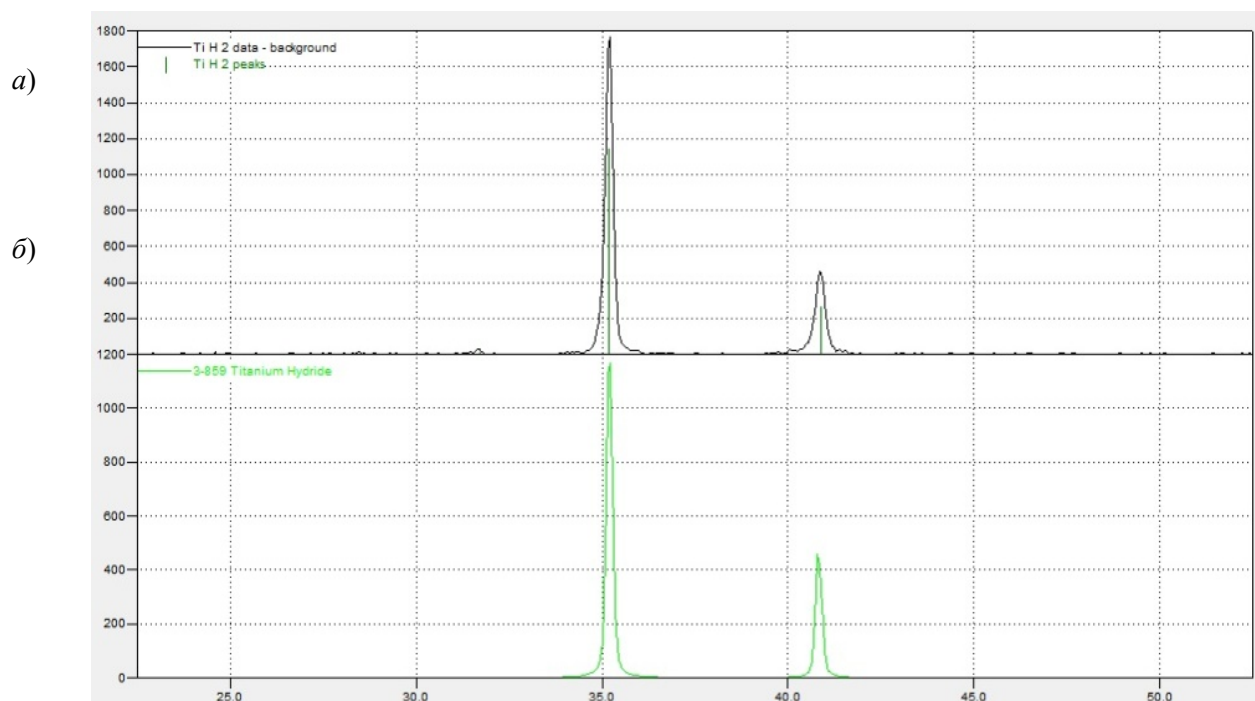


Рис. 2. Сравнение рентгенограммы исследуемого гидрида титана (а) с гидридом титана (II) (б)

В табл. 1 приведены обобщающие рентгенометрические характеристики исследуемого гидрида титана. Первичную информацию о состоянии вещества можно получить из внешнего вида рентгеновских спектров. Хорошо окри-

сталлизованный и однородный по параметрам решетки материал дает узкие и высокие дифракционные пики, плохо окристаллизованный, неоднородный материал - широкие и низкие.

Таблица 1

Основные рентгенометрические характеристики исследуемого гидрида титана

№ \ Пар	Угол 2θ , град	Площадь отражения, отн. ед	Интенсивность отражения, имп./с	Полуширина отражения, Å	Межплоскостное расстояние d , Å	% Макс.
1	18,3	7,184	72	0,175	4,8478	1,52
2	31,65	11,414	91	0,195	2,8269	1,92
3	35,2	497,264	4736	0,25	2,5495	100
4	40,85	228,831	1248	0,33	2,209	26,35
5	53,5	3,204	67	0,1	1,7127	1,41

Анализ рис. 2 показал, что рентгенограмма исследуемого образца ДГТ представляет собой типичную дифрактограмму поликристалла с серией пиков на плавной линии фона. Каждый пик является отражением n -го порядка от серии плоскостей (hkl) с межплоскостным расстоянием d_{hkl} .

Основной характеристикой гидрофильности (гидрофобности) поверхности любого наполнителя является краевой угол смачивания α или $\theta - \cos \alpha$. Он определяется как угол между касательной, проведенной к поверхности смачивающей жидкости, и смачиваемой поверхностью твердого тела, при этом α всегда отсчитывается

от касательной в сторону жидкой фазы. Касательную проводят через точку соприкосновения трех фаз: твердой фазы (исследуемого модифицированного наполнителя), жидкости (дистиллированная вода) и газа (воздух). При $\alpha > 90^\circ$ поверхность материала обладает гидрофобными свойствами.

На рис. 3 представлены результаты по определению краевого угла смачиваемости не модифицированного порошка гидрида титана. Установлено, что у не модифицированного порошка гидрида титана гидрофильная поверхность, так как краевой угол смачиваемости $\alpha = 66^\circ$.

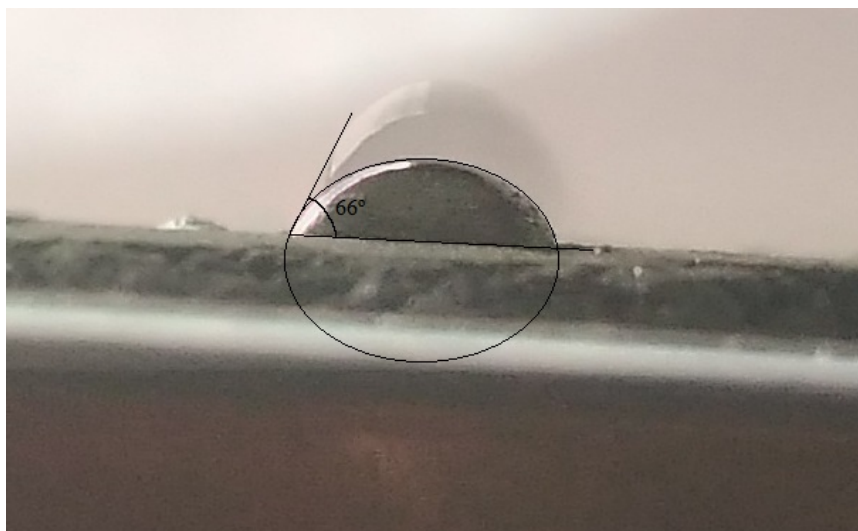


Рис. 3. Схема определения краевого угла смачиваемости не модифицированного порошка гидрида титана

На рис. 4 представлены результаты по определению краевого угла смачиваемости модифицированного жидкостью гидрофобизирующей 136-41 порошка гидрида титана. Установлено, что у модифицированный порошок гидри-

да титана, в отличие от не модифицированного порошка гидрида титана, обладает гидрофобными свойствами, т.к. краевой угол смачиваемости $\alpha = 109^\circ$.



Рис. 4. Схема определения краевого угла смачиваемости модифицированного порошка гидроксида титана

Это говорит о том, что модифицирование жидкостью гидрофобизирующей 136-41 позволит создать равномерное распределение наполнителя гидроксида титана в полимерной неполярной матрице.

Выводы. Установлено, что у не модифицированного порошка гидроксида титана гидрофильная поверхность, так как краевой угол смачиваемости $\alpha = 66^\circ$. Выявлено, что модифицированный порошок гидроксида титана, в отличие от не модифицированного порошка гидроксида титана, обладает гидрофобными свойствами, т.к. краевой угол смачиваемости $\alpha = 109^\circ$. Это говорит о том, что модифицирование жидкостью гидрофобизирующей 136-41 позволит создать равномерное распределение наполнителя гидроксида титана в неполярной полимерной матрице.

Модифицирование порошка гидроксида титана, представленным в работе способом позволит создавать новые полимерные композиты, обладающие улучшенными нейтронно-защитными свойствами.

**Работа выполнена при поддержке проектной части Государственного задания Минобрнауки РФ, проект №11.2034.2014/К.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Композиционные материалы: Справочник / В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др.; Под общ. Ред. В.В. Васильева, Ю.М. Таронопольского. – М.: Машиностроение, 1990. 512 с.
2. Седакова Е.Б., Козырев Ю.П. Влияние содержания дисперсного наполнителя на адгезию между наполнителем и матрицей в полимерных нанокомпозитах триботехнического назначения // Вопросы материаловедения. 2013. № 3 (75). С. 70–75.
3. Яхьяева Х.Ш., Козлов Г.В., Магомедов Г.М., Заиков Г.Е. Структурные основы межфаз-

ной адгезии (наноадгезии) в полимерных композитах // Энциклопедия инженера-химика. 2012. № 10. С. 11–13.

4. Tyutnev A.P., Nikerov A.V., Smirnov D.D., Tumkovskii S.R. Universality of charge-carrier transport in molecularly doped polymers // Polymer Science Series A. 2016, Vol. 58, Issue 2, pp. 276–282.

5. Дувакина Н.И., Ткачева Н.И. Выбор наполнителей для придания специальных свойств полимерным материалам // Пластические массы. 1989. № 11. С. 46–48.

6. Кахраманлы Ю.Н. Несовместимые полимерные смеси и композиционные материалы на их основе. Баку: ЭЛМ, 2013. 152 с.

7. Mohan S. Krishna, Srivastava T. Microbial deterioration and degradation of polymeric materials // J Biochem Tech. 2010. Vol. 2, №4. pp. 210–215.

8. Куприева О.В. Термодинамические расчеты термической диссоциации гидроксида титана // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, 2014. № 5. С. 161–163.

9. Павленко В.И., Бондаренко Г.Г., Черкашина Н.И. Разработка нейтронно-защитных полимерных композитов на основе тонкомолотого гидроксида титана // Перспективные материалы, 2016. № 7. С. 16–21.

10. Павленко В.И., Черкашина Н.И., Носков А.В., Ястребинский Р.Н., Соколенко И.В. Расчет процессов прохождения гамма квантов в композиционном материале // Известия высших учебных заведений. Физика, 2016. Т. 59, № 8. С. 60–65.

11. Павленко В.И., Соколенко И.В., Носков А.В. Композиционный материал нового типа для комплексной радиационной защиты // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2015. Т. 58. № 6. С. 66–69

12. Манякина Д.С., Чердынцев В.В., Лунькова А.А. Исследование структуры и шероховатости гидрофобных композиционных покрытий на основе полисульфона // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 5. [Электронный ресурс]

13. Черкашина Н.И., Карнаухов А.А., Бурков А.В., Сухорослова В.В. Синтез высокодисперсного гидрофобного наполнителя для полимерных матриц // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 156–159.

14. Матюхин П.В., Ястребинский Р.Н. Исследование механизмов модифицирования поверхности природных железорудных минералов алкилсиликонатами // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2005. Т. 48. № 4. С. 140.

15. ГОСТ 10834-76 Жидкость гидрофобизирующая 136-41. Технические условия. – Введ. 01.01.1977. М.: Госстандарт России, 1976. 16 с.

Cherkashina N.I., Pavlenko A.I.

INVESTIGATION OF THE MECHANISM OF SURFACE MODIFICATION OF TITANIUM HYDRIDE ORGANOSILOXANE STRUCTURES

Increased compatibility matrix and filler - is the main factor affecting the properties of the polymer composite material. Application of surface treatment organosiloxane structures, in particular silicone fluids, considerably increases compatibility. The treated filler having, as polymer, a hydrophobic surface are much easier to be distributed in the polymer matrix and the final melt has a lower viscosity, which reduces the load on the equipment, prevents mechanical destruction.

In this study we investigated the possibility of modifying titanium hydride, with a view to alignment with the non-polar polymer matrix to create a new polymeric composites having improved neutron-protective properties. To obtain a powder of titanium hydride having hydrophobic properties, 136-41 waterproofing silicone fluid was added to the grinding of titanium hydride.

It was found that the unmodified titanium hydride powder hydrophilic surface, as the contact angle of the wettability of $\alpha = 66^\circ$. It was revealed that the modified titanium hydride powder, in contrast to the unmodified titanium hydride powder has hydrophobic properties, as wettability contact angle $\alpha = 109^\circ$. This suggests that modification of the liquid repellent 136-41 will create an even distribution of the filler of titanium hydride in a nonpolar polymer matrix.

Key words: the non-polar matrix, hydrophobicity, hydrophilicity, compatibility, contact angle.

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

Павленко Анастасия Игоревна, магистрант кафедра безопасности жизнедеятельности

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

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

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Мамин С.Н., канд. техн. наук
Белгородский государственный университет

ГИПСОПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫЕ КОМПОЗИТЫ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Klimenko3497@yandex.ru

В статье представлены результаты исследований гипсопенополистирольных композитов, модифицированных тонкомолотыми отходами тарного стеклобоя, для получения теплоизоляционных материалов. Теплопроводность полученных материалов измеряли методом стационарного теплового потока.

Показано, что свойства материала зависят от вида гипсового вяжущего, количества добавки отходов стеклобоя и гранулометрии пенополистирола. Установлено, что лучшими характеристиками обладает материал на основе пенополистирола и строительного гипса, модифицированного тонкомолотыми отходами тарного стеклобоя.

Ключевые слова: нерастворимый ангидрит, гипс, строительный гипс, отходы стеклобоя, пенополистирол, эффективная теплопроводность, теплоизоляционные материалы.

Введение. Теплоизоляционные материалы на основе пенополистирола (ППС) широко используются в различных отраслях народного хозяйства, что связано с рядом уникальных свойств этих материалов.

Прежде всего, ППС обладает очень низкой теплопроводностью. Коэффициент теплопроводности ППС составляет 0,028–0,034 Вт/м·К. Для сравнения, у керамзитобетона он равен 0,58 Вт/м·К, гипсокартона – 0,21 Вт/м·К, силикатного кирпича – 0,87 Вт/м·К, дерева – 0,18 Вт/м·К. На ППС не оказывают воздействия строительные растворы на основе неорганических вяжущих (гипсовых, известковых, портландцементных) и битумные смолы. Он устойчив к действию кислот и щелочей. Пенополистирольные плиты не подвержены биоразрушению плесневыми грибами и другими микроорганизмами. ППС не пылит, в отличие от минеральной ваты, и имеет низкое водопоглощение (0,4–4,0 %).

Вместе с тем ППС имеет и ряд недостатков. Основным, из которых является окислительная деструкция особенно при повышенных температурах. Продолжительность этого процесса от 1 до 20 лет. При этом могут образовываться такие вещества как: стирол, формальдегид, ксилол, бензол, толуол, метиловый спирт, ацетофенон, СО, СО₂. Особенно вреден ППС низкой плотности (<40 кг/м³). Рабочие температуры, при которых ППС сохраняет свои свойства, от (-50 °С) до 75 °С. Выше 126°С он начинает разрушаться. Кроме того, на ППС оказывает разрушающее действие ультрафиолетовое излучение солнечного света [1].

В связи с этим, актуальным является поиск способов защиты ППС материалов от внешнего воздействия. Одним из таких способов может быть получение композиционных материалов на основе ППС и минеральных неорганических вяжущих – пенополистирол бетонов. Предлагается получение гипсопенополистирольных композиций.

Выбор гипсовых вяжущих обусловлен, прежде всего, их свойствами, такими как: невысокая энергоёмкость производства, высокие санитарно-гигиенические и эксплуатационные свойства, огнестойкость, хорошая обрабатываемость, а также отсутствие щелочесиликатного взаимодействия, проявляющегося при использовании в качестве вяжущего портландцемента.

Научная гипотеза работы. Пенополистирол имеет низкую насыпную плотность (15–50 кг/м³) и представлен сферическими гранулами различного размера. В основном он состоит из воздуха (98 %) и полистирола (2 %). Гипсовые вяжущие вещества позволяют создать вокруг гранул ППС плотные шарообразные оболочки прочно связанные друг с другом. Плотность упаковки оболочек можно регулировать фракционным составом ППС. В результате получается структура близкая к материалам поризованным газообразными веществами и обеспечивается низкая плотность и теплопроводность при достаточной прочности.

Методология. В качестве вяжущих веществ при получении теплоизоляционных материалов на основе ППС, выбраны гипсовые вяжущие – строительный гипс марки Г-5 ЗАО «Хабезский гипсовый завод», ангидритовое вяжущее, мно-

гофазовые гипсовые вяжущие (МГВ). Величина pH водных суспензий строительного гипса равна 10,54. Ангидритовое вяжущее получали на основе термического ангидрита (CaSO_4 II) и добавки сульфата калия (K_2SO_4) в качестве активатора твердения. Для получения термического CaSO_4 II гипс обжигали при 650 – 700 °С в течение 3 час. Величина pH его водных суспензий равна 11,09. МГВ готовили из термического CaSO_4 II и гипса с количеством гидратной воды

3,5 % ($\Gamma_{3,5}$). Массовое соотношение CaSO_4 II и $\Gamma_{3,5}$ составляло 70:30.

Дополнительно в гипсовые вяжущие вводили тонкомолотые отходы тарного стеклобоя (Na-СТБ) и отходы флинтот (К-СТБ). Химический состав отходов СТБ представлен в табл.1. Упаковочный ППС предварительно измельчали до отдельных гранул. В работе использованы отходы ППС с разным фракционным составом (табл. 2).

Таблица 1

Химический состав стекол

Вид стекла	Химический состав, мас. %									
	SiO_2	Al_2O_3	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	PbO	CeO_2	Rh_2O_3	ZnO
Na-СТБ	70,0	2,0	17,0	–	8,0	2,0	–	–	–	–
К-СТБ	64,1	–	2,25	14,8	0,309	–	15,9	0,303	0,632	0,809

Таблица 2

Фракционный состав отходов ППС

Вид отходов ППС	Массовые доли фракций с размером гранул, мм			
	0,0–2,5	2,5–5,0	5,0–10,0	>10,0
ППС-1	1	88	10	1
ППС-2	1	97	2	0

Теплопроводность полученных материалов измеряли на приборе ИТС-1 методом стационарного теплового потока в соответствии с ГОСТ 7076-99.

При изготовлении образцов компоненты смешивались в следующей последовательности. Отвешенное количество отходов ППС помещалось в фарфоровую чашку. Туда же вводили добавку тонкомолотых отходов СТБ и отмеренное количество воды. Смесь тщательно перемешивали. При этом гранулы ППС смачивались водой и покрывались частицами тонкомолотых СТБ. Далее при постоянном перемешивании в

смесь вводили вяжущее. Укладка смеси в формы размером 3,5х3,5х3,5 см, проводилась трамбованием. Соотношение вяжущего и отходов ППС в смеси изменяли от 18,5 до 44,5 табл. 3. По предварительно полученным результатам такое соотношение компонентов позволяет получить теплоизоляционный материал с плотностью < 600 кг/м³. Перед испытанием образцы высушивали до постоянного веса при 65 °С. В качестве выходных параметров выбраны механическая прочность на сжатие ($R_{сж.}$), плотность образцов (ρ) и эффективная теплопроводности (λ_{eff}).

Таблица 3

Составы исходных композиций

№ состава	Состав композиции, г				Соотношение по массе вяжущее/ППС	В/Г
	Вяжущее	ППС-1	Na-СТБ	H ₂ O		
1.	50	2,7	2,5	33	18,5	0,6
2.	60	2,7	3,0	40	22,2	0,6
3.	80	2,7	4,0	52	29,6	0,6
4.	100	2,7	5,0	65	37,0	0,6
5.	120	2,7	6,0	77	44,4	0,6

Основная часть. Технология получения ППС бетонов предполагает предварительное смачивание поверхности гранул водой. Для интенсификации этого процесса в воду вводят вещества, изменяющие ее поверхностное натяжение или модифицирующие поверхность ППС. В

представленной работе в качестве таких веществ предложены тонкомолотые отходы тарного стеклобоя и «флинтот». Стекло это твердое, аморфное и хрупкое вещество. При подготовке его к переработке (дробление, помол) образуются значительные количества мелкой фракции.

Крупная фракция используется, как заполнитель и наполнитель в композиционных материалах. Мелкая же фракция, как правило, не используется или используется незначительно. Нами выполнены исследования по применению мелкой фракции СТБ в качестве компонента композиционных гипсовых вяжущих. Удельная поверхность ($S_{уд.}$) отходов СТБ – $1150 \text{ м}^2/\text{кг}$. Установлено [2,3], что физико-механические характеристики строительного гипса улучшаются при введении в его состав 2,0–5,0 мас. % отходов СТБ. Тонкомолотые СТБ уменьшают В/Г, увеличивают сроки схватывания, и прочность гипса улучшают формуемость композиции. С увеличением содержания тонкомолотых СТБ в строительном гипсе его В/Г уменьшается линейно, в отличие от других добавок (зола гидроудаления, доменный шлак, бой керамзита, бой кирпича) [4], увеличивающих его.

Тонкомолотые СТБ, введенные в строительный гипс, увеличивают pH его суспензий. Зависимость эта носит экспоненциальный характер. Особенно резкий рост pH среды с 8,0 до 11,5 наблюдается при количестве добавки СТБ 3,5 – 25,0 мас.%. При количестве добавки > 25 %

величина pH стабилизируется. Щелочная среда способствует увеличению сроков схватывания строительного гипса, на что указывает анализ зависимостей изменения pH суспензий строительного гипса с добавками СТБ [5]. Так, у бездобавочного строительного гипса конец схватывания наступает через 15 мин., а у вяжущего с добавкой СТБ – через 27 мин. Тонкомолотые СТБ изменяют прочностные характеристики строительного гипса. Без существенного снижения прочности в строительный гипс можно вводить до 20 % СТБ.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о двояком влиянии тонкомолотых СТБ на свойства строительного гипса. Небольшие количества (3-7 %) СТБ увеличивают сроки схватывания строительного гипса и его прочностные свойства. При количестве добавки СТБ 10-20 мас.%, за счет оптимизации структуры материала, прочность также увеличивается. Вяжущее с добавкой СТБ 15 мас. % имеет большую плотность ($1,285 \text{ г/см}^3$), чем холостые пробы ($\rho=1,150 \text{ г/см}^3$), что говорит о более плотной упаковке его структурных единиц.

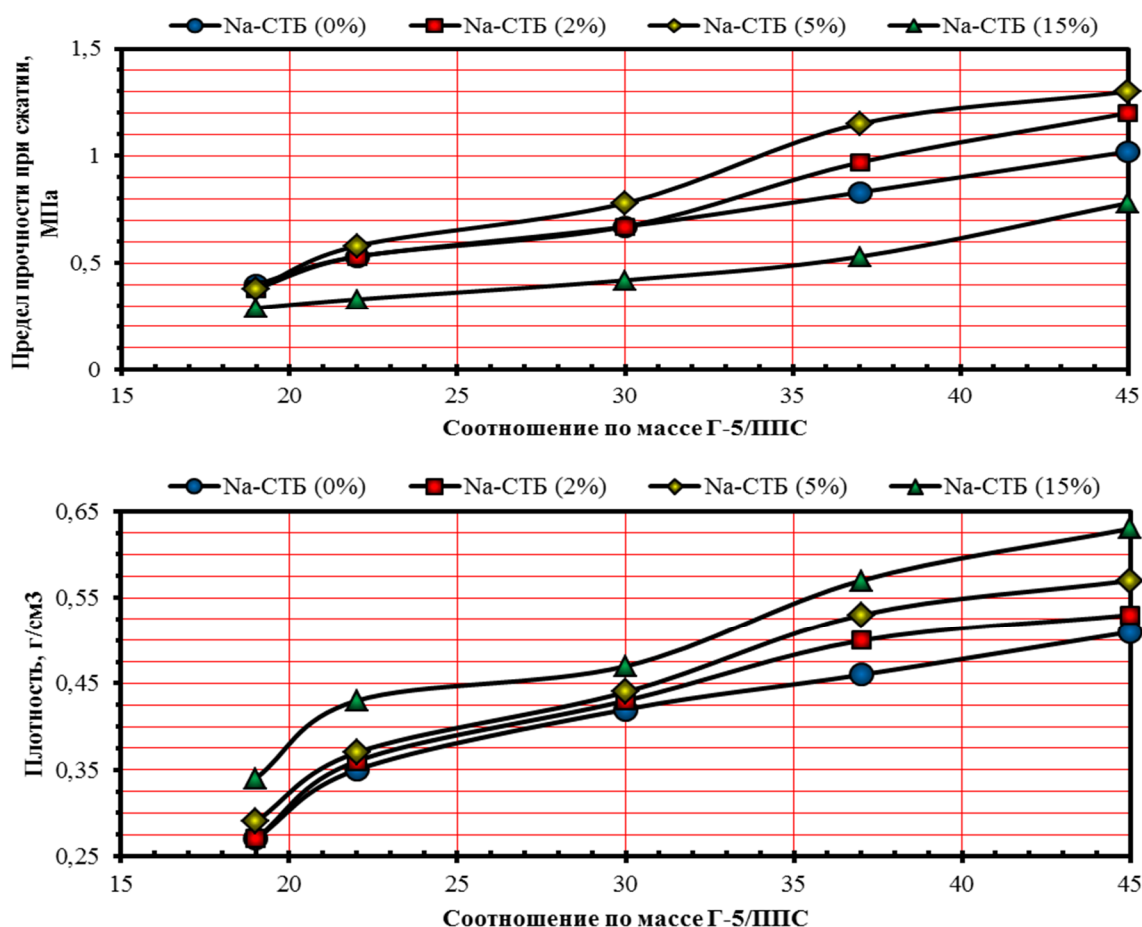


Рис. 1. Влияние количество добавки Na-СТБ на свойства теплоизоляционных материалов

Частишки стеклобоя, состоящие преимущественно из диоксида кремния, выступают в роли наполнителя, уплотняющего структуру материала, а также в роли подложки, на которой формируются кристаллы гипса. Тонкомолотые стеклоотходы структурируют твердеющую гипсовую систему и выступают в качестве центров кристаллизации. В материалы на основе строительного гипса и ППС можно вводить до 5 % тонкомолотых отходов Na-СТБ (рис.1).

Для изучения влияния состава отходов стеклобоя на свойства гипсопенополистирольных композиций выбраны два их вида. Одни – с повышенным количеством Na^+ , другие – с по-

вышенным количеством K^+ и Pb^{2+} . Полученные результаты рис.2 показывают, что состав СТБ практически не влияет на свойства гипсопенополистирольных материалов. На наш взгляд, это связано с одинаковой величиной pH их водных суспензий, которая находится в пределах 11,5. Щелочную среду создают продукты гидролиза силикатов щелочных и щелочноземельных металлов, входящих в состав стекла. Образцы, приготовленные без добавок тонкомолотых СТБ, показали меньшее значение прочности и плотности, особенно при соотношении Г-5/ППС > 29,6.

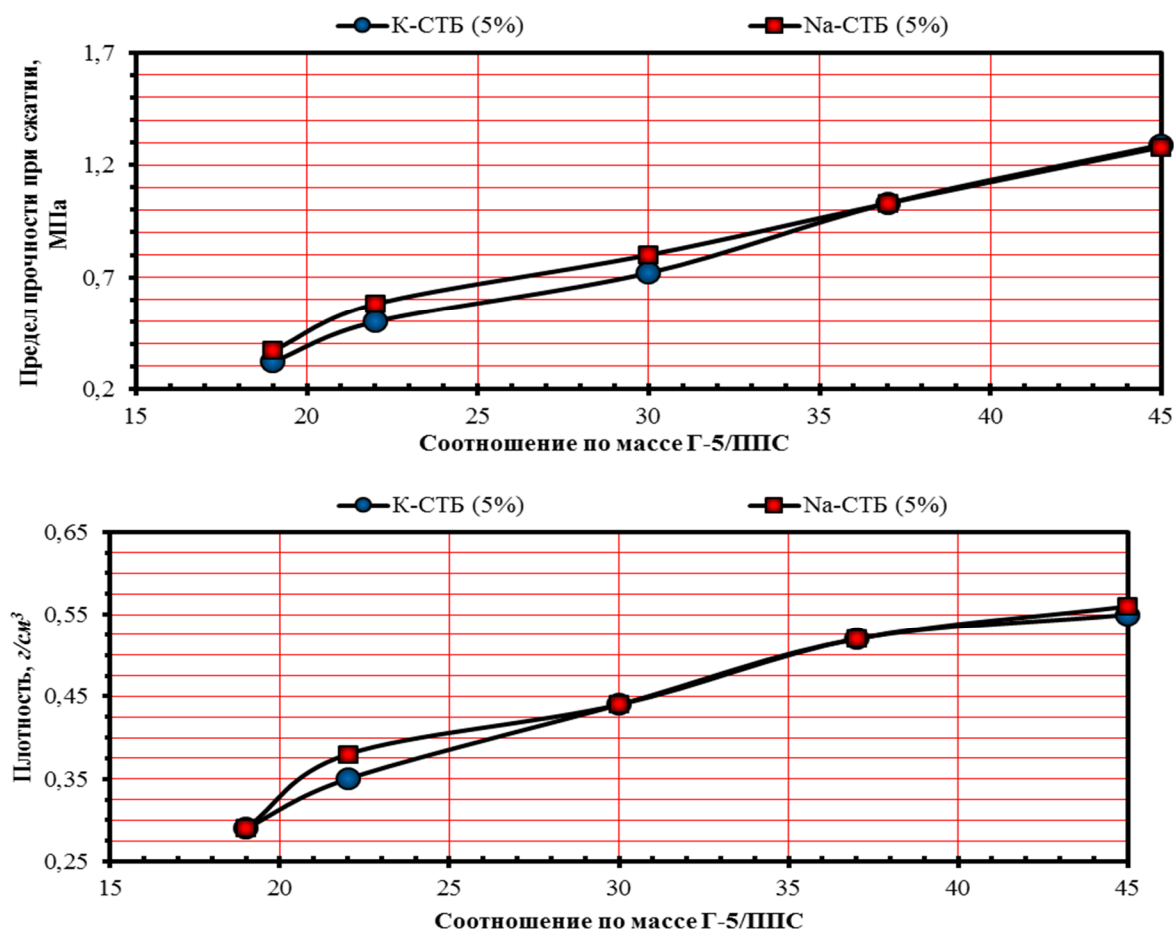


Рис. 2. Влияние состава СТБ на свойства теплоизоляционных материалов

Кроме строительного гипса в работе в качестве вяжущих использован ангидритовый цемент и МГВ. Кроме того, вяжущее получали на основе $\text{CaSO}_4 \text{ II}$ и тонкомолотых СТБ. Известно [3], что тонкомолотые СТБ выступают в качестве активаторов твердения нерастворимого ангидрита. Дополнительно в ангидритовый цемент и МГВ также вводили тонкомолотые СТБ.

Проведенные исследования показали, что теплоизоляционный материал на основе ППС и ангидрита, активированного тонкомолотыми СТБ, получить нельзя. В присутствии ППС тонкомолотые СТБ термический $\text{CaSO}_4 \text{ II}$ активи-

руют плохо. Возможно, нарушается кислотно-основной баланс системы. Отмечено, что вторичный ППС снижает кислотность дистиллированной воды с 5,9 до 7,0.

Ангидритовое вяжущее на основе термического $\text{CaSO}_4 \text{ II}$, активированного K_2SO_4 , можно использовать для получения теплоизоляционных материалов (рис. 3). Вместе с тем, из-за сильно щелочной среды термического ангидрита необходимо предусмотреть возможность снижения pH среды вяжущего. Введение тонкомолотых СТБ в такие системы ухудшает характеристики материалов.

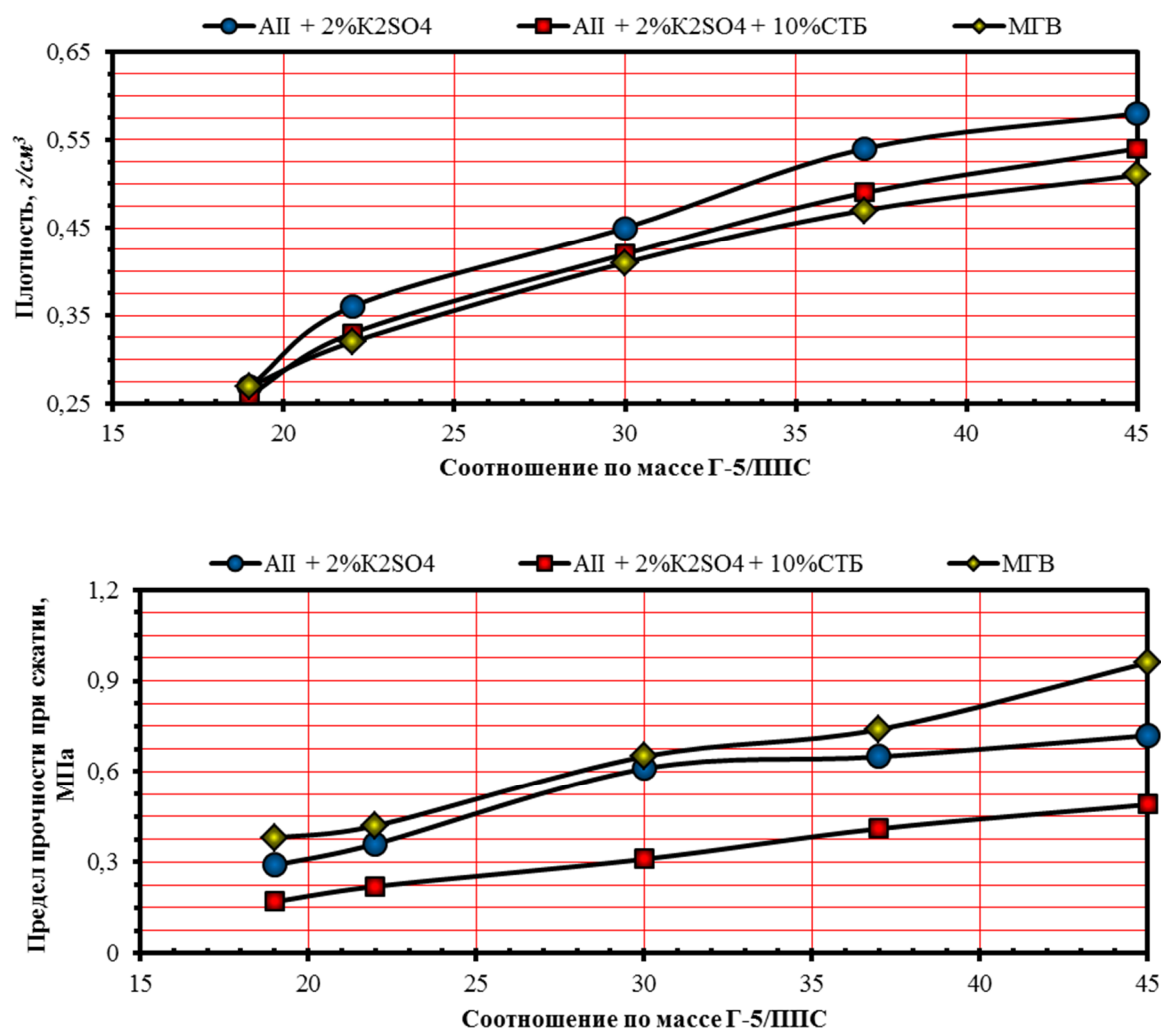


Рис. 3. Влияние природы вяжущего на свойства теплоизоляционного материала

Теплотехнические свойства материалов изучены для составов гипсопенополистиролбетонов на основе строительного гипса, ангидритового вяжущего, МГВ и тонкомолотых СТО (5

мас. %). Для сравнения были изготовлены образцы на основе строительного гипса и ангидритового вяжущего. Результаты исследований представлены в табл. 4.

Таблица 4

Характеристики теплоизоляционных материалов

№. п/п	Состав исходных композиций	Характеристики полученного материала		
		$R_{сж.}$, МПа	ρ , кг/м³	λ_{eff} , Вт/м·К
1.	Строительный гипс*	0,60	1157	0,2333
2.	Строительный гипс + ППС*	1,03	510	-
3.	Строительный гипс + ППС+ Na-СТО*	1,26	558	0,1074
4.	Ангидритовый цемент**	32,00	1800	0,2399
5.	Ангидритовый цемент + ППС**	0,72	510	-
6.	Ангидритовый цемент + ППС+ Na-СТО**	0,48	551	0,1519
7.	Многофазовое гипсовое вяжущее (МГВ)**	25,00	1501	-
8.	МГВ + ППС+ Na-СТО**	0,97	510	0,1576

* – $R_{сж}$ через 2 сут; ** – $R_{сж}$ через 7 сут

Из полученных данных следует, что наименьшую теплопроводность (0,1074 Вт/м·К) имеет материал на основе строительного гипса. Теплопроводность материалов на основе ангидритового вяжущего и многофазового гипсового

вяжущего выше (0,1519-0,1576 Вт/м·К). Необходимо отметить, что теплопроводности материалов на основе чистого строительного гипса и ангидритового вяжущего отличаются незначительно (0,2333-0,2399 Вт/м·К). Причину этого

мы видим в неполной гидратации ангидрита, в то время, как строительный гипс гидратируется полностью.

Выводы. Таким образом, на основе строительного гипса, отходов упаковочного пенополистирола и тонкомолотых отходов тарного стеклобоя получен теплоизоляционный материал, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 16381-77, со следующими характеристиками: $R_{сж}$ – 0,72–1,26 МПа; плотность материала – 440–550 кг/м³ и коэффициент теплопроводности 0,1074 Вт/м·К.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ясин Ю.Д., Ясин В.Ю., Ли Л.В. Пенополистирол. Ресурс и старение материала. Долговечность конструкций // Строительные материалы. 2002. № 5. С. 33–35.
2. Клименко В.Г., Гасанов С.К. Гипсостеклянные композиты – эффективный путь утилизации стеклобоя // Современные строительные материалы, технологии и конструкции: Сб. докл. Юбилейной Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» – Грозный. В 2-х томах. Т.1. Грозный: ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий»». 2015. С. 253–260.
3. Клименко В.Г., Павленко В.И., Гасанов С.К. Отходы стеклобоя – как важный компонент композиционных материалов на основе гипсовых вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 6. С. 33–38.
4. Завадская Л.В., Бердов Г.И., Агалакова Я.С., Шишмакова Е.А. Изменение свойств гипсового камня при введении дисперсных техногенных добавок // Известия вузов. Строительство. 2013. № 9. С. 23–27.
5. Клименко В.Г., Павленко В.И., Гасанов С.К. Кислотно-основные взаимодействия в гипсостеклянных системах // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 77–81.

Klimenko V.G., Pavlenko V.I., Gasanov S.K., Mamin S.N.

GYPNUM-POLYSTYRENE COMPOSITES FOR BUILDING INDUSTRY

In this paper being showed results of investigations gypsum-polystyrene composites, milled cullet was used for modification of binder, polystyrene foam was used for getting heat-insulation structure. Thermal conductivity the materials was measured by method of stationary thermal stream.

Also being showed, that characteristic of materials depends on type of gypsum binder, quantity of cullet in the composite and size of polystyrene foam particles. Have been proved that the best quality have materials based on hemihydrate plaster (alabaster) and polystyrene foam with addition of milled cullet.

Keywords: gypsum, insoluble anhydrite, hemihydrate gypsum, cullet, polystyrene foam, thermal conductivity, heat-insulation materials.

Клименко Василий Григорьевич, 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: Klimenko3497@yandex.ru

Павленко Вячеслав Иванович, доктор технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

Гасанов Суфиомар Курбанович, аспирант кафедры теоретической и прикладной химии.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: sufiomar_bl@mail.ru

Мамин Сергей Николаевич, кандидат технических наук, кафедра общей химии.

Белгородский государственный университет.

Адрес: Россия, 308015, Белгород, ул. Победы дом 85

Пивинский Ю.Е., д-р техн. наук, проф.
 ООО «Научно-внедренческая фирма «Керамбет-Огнеупор»
 Онищук В.И., канд. техн. наук, доц.,
 Дороганов В.А., канд. техн. наук, доц.,
 Коробанова Е.В., аспирант,
 Гливу А.С., аспирант,
 Евтушенко Е.И., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ И СТЕКОЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ СУСПЕНЗИЙ СЛОЖНЫХ СОСТАВОВ ОТ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ

viktor_onishchuk@mail.ru

В теории и практике получения высоконцентрированных керамических суспензий (ВКВС) существует достаточно полные и подробные знания, обеспечивающие представления о влиянии на их технологические параметры химической природы твердой фазы. Однако большинство исследований проводилось при получении суспензий на основе кристаллических силикатных и не силикатных материалов, за редким исключением исследовались свойства суспензий монокомпонентного аморфного материала - кварцевого стекла и смешанных суспензий, полученных с его участием. В последнее десятилетие авторами статьи проводились систематические исследования свойств суспензий на основе силикатных стекол сложных составов, которые получили название стекольных вяжущих суспензий (СВС). Сведения о свойствах СВС, как отдельной группы, входящей в общую классификацию ВКВС, позволяют дополнить и расширить представления о структуре и свойствах этих уникальных материалов.

Ключевые слова: ионный потенциал твердой фазы, свойства ВКВС и СВС, технологические параметры суспензий.

В работе [1] на основе аналитического обобщения многочисленных данных по получению ВКВС широкого диапазона химических составов предложена их классификация, основанная на факторе химической природы твердой фазы. По мнению автора задача предложенной классификации состоит в том, чтобы на основе выяснения сложной взаимосвязи "исходный материал - оптимальная технология - структурно-свойства" разработать общие закономерности и количественные зависимости, позволяющие прогнозировать условия получения новых

ВКВС и улучшения уже существующих. В качестве критерия, характеризующего химическую природу твердой фазы ВКВС, принят показатель ионного потенциала (ИП), определяемый как отношение заряда иона z к ионному радиусу химического элемента r , т.е. $ИП = z/r$ [2].

Известно, что величина ИП независимо от других факторов определяет собой щелочные или кислотные свойства того или иного элемента, что следует из данных, приведенных на рис. 1 [1].

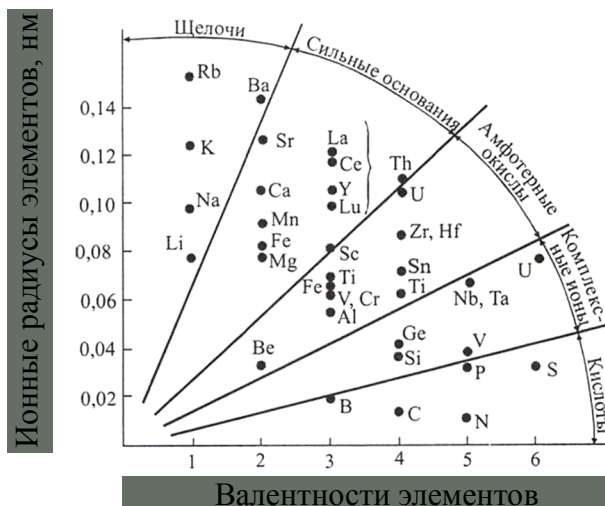


Рис. 1. Химический характер элементов в зависимости от отношения валентности к радиусу иона (по Гольшмидту с дополнениями В.В. Щербины)

В табл. 1 по обобщенным данным, приведенным в книге [1] охарактеризованы показатели ионных радиусов по данным разных ученых

и значения ИП по оксидообразующим элементам, важным в технологии керамики и огнеупоров.

Таблица 1

Величины ионных радиусов и ионных потенциалов химических элементов

Ион*	Ионные радиусы, нм					Значение ионного потенциала			
	Гольдшмитт, 1926 г	Полинг, 1927 г	Захариасен, 1931 г.	Белов, Бокий, 1949 г.	Арене, 1952 г.	по max значениям	по min значениям	среднее	по Картледжу
Li ⁺	<u>0,078</u>	<u>0,06</u>	0,068	0,068	0,068	12,8	16,7	14,75	12,0
Na ⁺	<u>0,098</u>	<u>0,095</u>	0,098	0,098	0,097	10,2	10,5	10,35	10,2
K ⁺	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	—	—	7,5	8,7
Be ²⁺	0,034	<u>0,031</u>	<u>0,039</u>	—	0,035	51,3	64,5	57,9	25,4
Mg ²⁺	<u>0,078</u>	<u>0,065</u>	0,071	0,074	0,066	25,6	30,8	28,2	17,6
Ca ²⁺	0,106	0,099	<u>0,098</u>	0,104	0,099	18,9	20,4	19,6	14,2
Sr ²⁺	<u>0,127</u>	0,113	0,115	0,120	<u>0,112</u>	15,7	17,8	16,7	13,3
Ba ²⁺	<u>0,143</u>	0,135	<u>0,131</u>	0,138	0,134	14,0	15,3	14,7	12,1
Cu ²⁺	—	<u>0,096</u>	—	0,080	<u>0,072</u>	20,8	25,0	22,9	10,2
Cd ²⁺	<u>0,103</u>	<u>0,097</u>	—	0,099	<u>0,097</u>	19,4	20,6	20,0	14,4
B ³⁺	—	<u>0,020</u>	<u>0,024</u>	0,020	0,023	125,0	150,0	137,5	38,7
Al ³⁺	<u>0,057</u>	<u>0,050</u>	0,055	0,057	0,051	52,6	60,0	56,3	24,5
La ³⁺	<u>0,122</u>	0,115	0,106	<u>0,104</u>	0,114	24,6	28,8	26,7	16,1
Gr ³⁺	<u>0,065</u>	—	—	0,064	<u>0,063</u>	46,1	47,6	46,8	—
Fe ³⁺	<u>0,067</u>	—	—	0,067	<u>0,064</u>	44,8	46,9	45,8	1,8
C ⁴⁺	<u>0,015</u>	0,015	0,019	<u>0,020</u>	0,016	20,0	26,6	23,3	51,6
Si ⁴⁺	<u>0,039</u>	0,041	<u>0,044</u>	0,039	0,042	90,0	100,4	96,2	31,3
Ti ⁴⁺	0,064	<u>0,068</u>	<u>0,062</u>	0,064	0,068	58,8	64,5	61,1	24,3
Zr ⁴⁺	<u>0,087</u>	<u>0,080</u>	<u>0,079</u>	0,082	0,079	46,0	50,6	48,3	22,4
Mn ⁴⁺	<u>0,052</u>	—	—	0,052	0,060	66,6	76,9	71,7	—
P ⁵⁺	—	—	<u>0,030</u>	<u>0,040</u>	—	166,7	125	145,85	—

* - приведены данные по оксидообразующим элементам, важным в технологии керамики и стекла

Впервые о попытках получения суспензий путем помола в жидкой фазе боя тарного и листового стекла, содержащих 68–72 мас. % SiO₂ и 14–16 мас. % R₂O было заявлено В.А. Бевзом [3] в 1991 г. Им было установлено, что уже на начальных стадиях измельчения значение pH поднимается выше 11, что приводило к сильнейшей тиксотропии и повышению влажности суспензий более 30 %. При этом пористость отливок превышала 30 %. Полученные суспензии использовали в качестве добавок (15–20 %) в суспензии кварцевого песка, которые применяли для изготовления посуды (кувшины, кружки и т.п.), которая спекалась при 800–1000 °С. Материал изделий характеризовался водопоглощением 3–10 % и обладал пределом прочности при изгибе 20–50 МПа [3].

В дальнейшем было установлено, что из суспензий с относительно большой объемной концентрацией твердой фазы C_v, полученных на основе стекла, содержащих менее 7–9 мас. % R₂O можно изготовить исходный полуфабрикат (отливку) с пористостью менее 20 %. Минимальная же пористость отливки была получена из суспензий на основе боросиликатных стекол, химический состав которых характеризуется весьма высоким значением ионного потенциала

(ИП), составляющим 88,62 и 90,78 соответственно.

В табл. 2 приведены не только показатели ИП для ионов тех оксидов, которые присутствуют в составе исходных материалов, но и относительная доля их ИП в общем (суммарном) его показателе. С учетом того, что различные авторы (Гольдшмитт, Полинг, Белов) приводят в литературе различные значения ионных радиусов (табл.1), то для расчета ИП анализируемых материалов в представленной работе использовались усредненные значения [1].

Свойства отливок из боросиликатных стекол в значительной степени были обусловлены высоким содержанием в них B₂O₃ (табл.2), поскольку значение ИП для бора (табл.1) имеет максимальное значение – 150.

Согласно классификации Ю.Е. Пивинского высококонцентрированные керамические вязущие суспензии (ВКВС), обладающие значением ИП 85–100, относятся к кислым [1, 4, 5] и характеризуются максимально возможной объемной концентрацией и минимальной пористостью полуфабриката. Исходя из этого, и для суспензий на основе боросиликатных стекол, характеризующихся «кислым» составом твердой фазы, следовало ожидать получение суспензий с повышенной концентрацией твердой фазы, что и

было экспериментально подтверждено в работе [3].

Таблица 2

Химические составы и расчетные значения ИП боросиликатных стекол

Оксид	Значение ИП оксида	Состав стекла, №			
		Состав №1 (окрашенное)		Состав №2 (бесцветное)	
		содержание, мас.%	доля ИП	содержание, мас.%	доля ИП
SiO ₂	96	64	61,44	74	71,04
Al ₂ O ₃	56	1	0,56	2	1,12
B ₂ O ₃	150	15	22,5	11	16,5
ZnO	24	13	3,12	5	1,12
CdO	20	1	0,20	1	0,20
Na ₂ O	10,3	5	0,51	7	0,72
Se	29	1	0,29	—	—
Значение ИП стекол			88,62		90,78

При изучении суспензий боросиликатных стекол была достигнута концентрация твердой фазы, C_v , равная 0,66. Пористость отливок составляла 13–16 %, предел прочности при изгибе, $\sigma_{изг}$, высушенных образцов составил 1,5–2, 5 МПа.

Полученные суспензии из боросиликатного стекла в смеси с ВКВС кварцевого песка использовали в качестве литейных систем при формировании посуды. После термообработки композиций с различным соотношением компонентов в системе «ВКВС кварцевого песка/суспензия боросиликатного стекла» было установлено, что оптимальные образцы, обладающие минимальной пористостью (< 1 %) и максимальным значением предела прочности при сжатии (80–100 МПа), получались при содержании в системе 25–26 % ВКВС кварцевого песка, а оптимальная температура обжига составила 850 °С [3]. Наряду с этим, отмечена эффективность совместного «мокрого» измельчения боросиликатного стекла и кварцевого песка при влажности системы в пределах 13,5–15%.

В рассматриваемом аспекте несомненный интерес представляют результаты исследований, касающиеся изучения влияния состава смешанных суспензий с различным химическим составом и, соответственно, значением ИП на характеристики полуфабрикатов и материалов на их основе. Речь идет об исходных суспензиях кварцевого и литийалюмосиликатного стекол [6], твердые частицы которых характеризуются значением ИП 96,2 и 80,1 соответственно. Вполне закономерно, что значение пористости отливок на их основе (из суспензии кварцевого стекла менее 12 %, из суспензии литийалюмосиликатного стекла в интервале 13,5–14 %) различаются пропорционально разнице в показателях ИП стекол в твердом состоянии. Аналогичным образом для этих суспензий отмечено и отличие в показателях C_v . При сопоставимых значениях их

вязкости суспензия кварцевого стекла характеризуется значением $C_v=0,74$, а литийалюмосиликатного стекла – 0,71.

Между тем, для определенных составов смешанных суспензий (30–40% кварцевого стекла и 60–70% литийалюмосиликатного) отмечены пониженные значения пористости отливки (около 11%) даже по сравнению с таковыми для суспензий кварцевого стекла. Такой эффект объясняется тем обстоятельством, что исходные суспензии характеризуются существенно отличающимся (повышенным примерно в 3 раза) содержанием сверхтонких (менее 1 мкм) частиц стекол. Если говорить о дисперсионном составе частиц бинарных (смешанных) суспензий, то можно отметить факт его оптимизации, т.е. достижения полифракционного состава, обеспечивающего более плотную «упаковку» твердых частиц в жидкой фазе, способствующую достижению пониженной пористости отливок.

Весьма значимыми являются исследования, направленные на реализацию принципов получения ВКВС, применительно к изготовлению высокодисперсных и достаточно концентрированных ($C_v=0,59$) стекольных суспензий [7, 8]. В качестве исходного материала использовался стекольный бой тарного и листовых стекол, содержащих, мас. %: 72 SiO₂; 14% R₂O; 11 RO; 3 Al₂O₃. Вследствие высокого содержания в составе стекол щелочных оксидов, суспензии на их основе имеют максимально возможное для сходных систем значение pH, равное 12–12,2. При этом следует отметить, что в процессе мокрого помола боросиликатного стекла [3] значение pH суспензии находилось в пределах 8–8,3. Столь существенная разница pH суспензий сопоставляемых стекол объясняется тем, что в составе последних содержание щелочных (R₂O) оксидов ниже, чем в составах листового стекла, а щелочноземельные (RO) отсутствуют вовсе (табл. 2), но в значительном количестве присут-

ствуется кислый оксид V_2O_5 . Различие в химическом составе обуславливает соответствующую разницу и в значениях ИП этих стекол (74,75 для тарного и 90,78 для бесцветного боросиликатного стекла). И если суспензии последнего по известной классификации ВКВС относятся к кислым (ИП > 85), то суспензии тарного стекла – к кислотно-амфотерным (ИП в пределах 60–85).

Отмеченная разница в значениях ИП твердой фазы суспензий сопоставляемых стекол определяет и возможные их технологические параметры – объемную концентрацию, пористость отвержденных заготовок и др. Так образцы отвержденных по механизму поликонденсации суспензий, полученных из листового стекла с объемной концентрацией твердой фазы (C_v), равной = 0,59 [7, 8], имеют значения кажущихся пористости и плотности $P_{\text{каж}} = 22,9 \%$ и $\rho_{\text{каж}} = 1,66 \text{ г/см}^3$, соответственно. Поскольку истинная плотность листового стекла ($\rho_{\text{ист}}$) составляет порядка $2,5 \text{ г/см}^3$, то относительная плотность образцов ($\rho_{\text{ист}}$) составляла около $0,665 \text{ г/см}^3$, т.е. их истинная пористость ($P_{\text{ист}}$) находилась в пределах 33 %, при этом закрытая пористость (P_3) составляла порядка 10 %, следовательно полученный материал гидратирован.

В отличие от рассмотренных суспензий на основе промышленных составов стекол в рассматриваемом аспекте определенный интерес представляет «природное» стекло вулканического происхождения – перлит [9, 10].

Проведенные в предшествующие годы исследования по получению ВКВС на основе перлита показали перспективность их применения для самых разнообразных направлений силикатного материаловедения. Практическая значимость исследований по получению ВКВС перлита и их применению в качестве компонента керамических масс состоит не только в возможности существенного понижения температуры

обжига изделий технической керамики, но и в эффективном применении для других сфер. Известно, например, что на основе перлита синтезированы промышленные стекла для производства низковольтных изоляторов энергосетей, получены стеклокристаллические материалы, обладающие высокой твердостью, большей, чем у стали [9].

Одной из интересных особенностей состава перлитов является содержания в их составе гидратированной воды, потери которой после прокаливания составляют порядка 4 %. Исходный перлит характеризуется определенной (обычно до 6%) открытой пористостью и меньшей ($2,35 \text{ г/см}^3$), чем у боя керамики ($2,65 \text{ г/см}^3$) плотностью.

Перлиты по своему составу близки к полевым шпатам, являющимся одним из трех базовых компонентов сырьевых смесей для производства электрофарфора. Полевые шпаты или пегматиты чаще всего содержат, мас. %: 65–75 SiO_2 , 10–20 Al_2O_3 , 10–18 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ [11]. Преимуществом перлита как компонента ВКВС для получения алюмосиликатной керамики состоит в его стеклообразной структуре, способствующей ускорению процесса мокрого измельчения и в возможности целенаправленного регулирования содержания в суспензиях ультрадисперсных частиц. Последние, как будет показано ниже, выполняют в ВКВС сложного химического состава роль стабилизатора, препятствующего седиментации твердых частиц. Кроме того перлиты в данном случае можно рассматривать и как плавление, способствующий значительному снижению температуры обжига материала [11]. В табл.3 [10] приведен химический состав исходных материалов (бой керамики, перлит) и ВКВС смешанного состава (80 % керамики и 20 % перлита).

Таблица 3

Химический состав и показатели ИП твердой фазы ВКВС исследованных составов

Оксид	Значение ИП	Керамика		Перлит		Смесь с 20% перлита	
		содержание, мас. %	доля ИП	содержание, мас. %	доля ИП	содержание, мас. %	доля ИП
SiO_2	96,2	67	64,45	76	73,1	68,8	66,2
Al_2O_3	56,3	22	12,38	13,9	7,83	20,4	11,5
CaO	19,6	4	0,78	0,87	0,17	3,4	0,67
MgO	28,2	2,1	0,59	0,32	0,09	1,75	0,49
Na_2O	10,35	0,7	0,07	4,6	0,48	1,48	0,15
K_2O	7,5	3,4	0,25	3,6	0,27	3,44	0,26
Fe_2O_3	45,8	0,8	0,36	0,72	0,33	0,78	0,36
Значение ИП:		керамики	78,9	перлита	82,3	смеси	79,6

С точки зрения получения ВКВС химический состав материалов (в особенности боя керамики) является весьма сложным, поскольку

наряду с кислым (SiO_2) и амфотерным (Al_2O_3) оксидами содержит как щелочные (Na_2O , K_2O), так и щелочноземельные (CaO , MgO) оксиды.

Каждая из групп перечисленных оксидов оказывает специфическое влияние на технологию получения ВКВС и их реотехнологические свойства.

Из табл. 1 следует, что перлит характеризуется суммарным содержанием SiO_2 и Al_2O_3 около 90 %, которые наряду с другими оксидами обладают максимальными индивидуальными показателями ИП, причем их суммарная доля в его значении для керамики и перлита составляет 97,3 и 98,3 % соответственно. Поэтому, несмотря на весьма сложный состав ВКВС на основе рассматриваемых материалов, согласно предложенной классификации [1, 4, 5] керамических вяжущих, они относятся к классу кислотно-амфотерных, которые определяется значением ИП преимущественно входящих в состав оксидов.

В представленных результатах исследований в качестве «затравочной» суспензии, получаемой на первом этапе, использовался ВКВС на основе перлита, характеризующейся содержанием частиц с размером > 63 мкм порядка 2 % и значением объемной концентрации твердой фазы (C_v) в интервале 0,65–0,67.

Процесс измельчения производился в течение 7 ч, среда характеризовалась щелочной ($\text{pH}=9,3$) реакцией. Реологическая характеристика «затравочной» ВКВС перлита представленная на рис. 2 свидетельствует о ее тиксотропно-дилатантном характере течения и весьма низком значении вязкости разрушенной тиксотропной структуры – при увеличении значения скорости $\dot{\epsilon}$ с 1 до 100 с^{-1} вязкость системы уменьшается примерно в 10 раз.

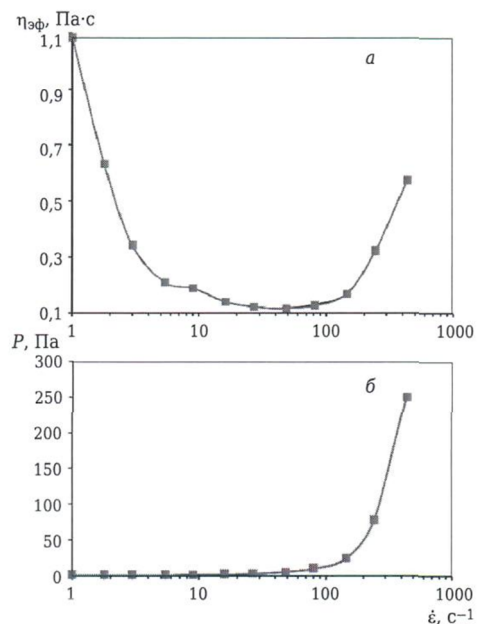


Рис. 2. Зависимость эффективной вязкости $\eta_{\text{эф}}$ (а) и напряжения сдвига P (б) от скорости сдвига $\dot{\epsilon}$ ВКВС на основе перлита ($C_v=0,66$)

При этом дилатантный характер течения проявляется незначительно – при увеличении значения $\dot{\epsilon}$ до 500 с^{-1} значение эффективной вязкости ($\eta_{\text{эф}}$) увеличивается примерно в 6 раз. Весьма низкие значения как эффективной вязкости, так и условной ($6,5^\circ\text{E}$) свидетельствуют о том, что на основе перлита можно получить ВКВС с $C_v = 0,72\text{--}0,75$. Значения пористости отливок ($P_{\text{отл}}$), полученных из перлита, находились в интервале 17–18 %. Столь высокие значения C_v и низкие – $P_{\text{отл}}$ вполне объяснимы с учетом того, что значение ИП перлита, как следует из табл. 3 составляет 82,3, т.е. находится в области значений на границе кислых и кислотно-амфотерных ВКВС.

Закономерности изменения технологических и реологических свойств рассматриваемых ВКВС в значительной степени могут быть объяснены и с позиций изменения в процессе помола их кислотно-основных свойств, характеризующихся показателем ионного потенциала [10]. Так, для ВКВС боксита, характеризующейся сложным составом твердой фазы, значения ИП, в зависимости от колебаний его химического состава, составило 60–63. Таким образом, значения ИП ВКВС боксита находятся на границе кислотно-амфотерной (60–85) и амфотерной (40–60) групп.

Весьма важным в представлении о структуре и свойств ВКВС является содержание в них коллоидной составляющей на основе высокодисперсного кварцевого стекла (ВДКС), введение или «наработка» в процессе помола которой коренным образом изменяет кислотно-основные свойства смешанных суспензий. Обусловлено это тем, что реакции кислотно-основного взаимодействия между твердой и жидкой фазами происходят на поверхности их раздела и поэтому определяющим в этом процессе являются не только объемное соотношение компонентов, но и величина межфазной поверхности. Дисперсность частиц ВДКС в смешанной суспензии существенно выше дисперсности частиц твердой фазы, поэтому их удельный вклад в общую удельную поверхность непропорционален их массовой или объемной доле. Последнее проанализировано на основании результатов, приведенных на рис. 3 [13], построенном из предположения, что удельная поверхность $S_{\text{уд}}$ частиц SiO_2 и боксита (в случае ВКВС сложного состава на основе кварцевого стекла и боксита) различаются в 10–20 раз по массовой характеристике $S_{\text{уд}}$ или 6–12 раз по объемной. Например, верхняя кривая области 1 или нижняя кривая области 2 (рис. 3), отвечают условию, что значение $S_{\text{уд}}$ ВДКС и боксита соответствуют 15 и $0,75 \text{ м}^2/\text{г}$ (или 33 и $2,77 \text{ м}^2/\text{см}^3$), соответственно.

Для нижней кривой области 1 или верхней кривой области 2, приняты соответствующие значения $S_{уд}$, равные 10 и 1 м² (или 22 и 3,7 м²/см³). В зависимости от дисперсности вводимого при помоле кварцевого стекла и условий процесса

«мокрого» помола соотношение дисперсности компонентов на конечной стадии предположительно находится в пределах, показанных на рис. 3.

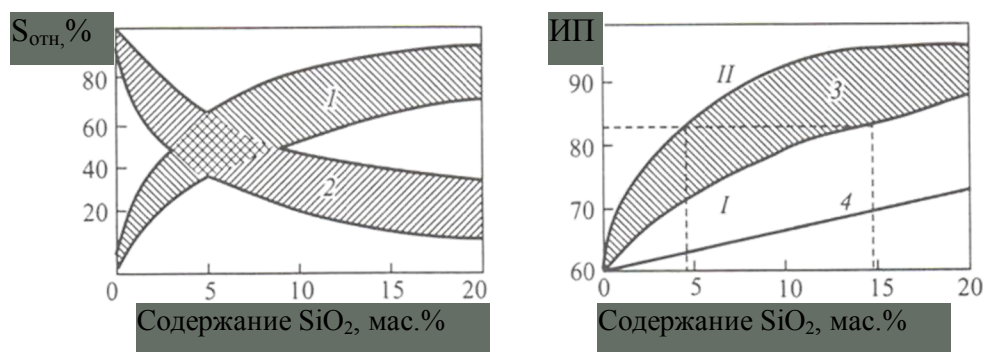


Рис. 3. Влияние массового содержания высокодисперсного кварцевого стекла (ВДКС)

В ВКВС боксита на область значений относительной доли удельной поверхности твердой фазы $S_{уд}$, соответствующей ВДКС (область 1) и боксита (область 2), значений ионного потенциала (ИП), рассчитанного с учетом $S_{уд}$ (область 3) и по объемному содержанию компонентов в смешанной суспензии (прямая 4)

Из всего рассмотренного очевидно, что наиболее объективная характеристика ИП как для данного, как и многих других случаев, должна учитывать фактор удельной поверхности компонентов смешанной суспензии [14]. С учетом этого рассчитана и приведена (рис. 3) область 3 значений ИП по удельному вкладу $S_{уд}$ компонентов ВКВС, которая наглядно показывает значительную разницу между значениями ИП области 3 и рассчитанными по объемному содержанию компонентов (рис. 3, прямая 4). Из указанной информации следует, что уже при содержании 5–15 мас.% или 8–25 об.% ВДКС (плотность ВДКС ниже плотности боксита) смешанные суспензии характеризуются ИП = 85, т.е. переходят в кислую группу ВКВС, по принятой классификации [1, 2, 4].

Немаловажен и вклад в динамику изменения в ходе помола таких характеристик материала, как его однородность, твердость и хрупкость, которые во многом определяют эффективность его диспергации при помоле. Так в связи с неоднородной структурой некоторых материалов, например боксита, скорость измельчения отдельно взятых фрагментов может различаться, поэтому при получении ВКВС боксита более тонкие, в сравнении с частицами Al_2O_3 , частицы, обогащенные Fe_2O_3 , MgO и CaO (глинистые минералы) характеризуются ИП, равным 45,27 и 19, и вносят определенный противоположный эффект – снижают общее значение ИП ВКВС. Но в силу их низкого содержания в составе ВКВС, их вклад в изменении ИП гораздо ниже, чем вклад ВДКС.

Весьма важной характерной особенностью процесса формирования структуры ВКВС явля-

ется значительное снижение их pH по мере увеличения удельной поверхности твердой фазы в результате помола, даже, несмотря на введение щелочных разжижающих добавок. Это тоже свидетельствует об изменении кислотно-основных характеристик смешанных суспензий по мере увеличения $S_{уд}$ частиц SiO_2 их твердой фазы.

Вполне вероятно, что в рассматриваемых суспензиях, как в процессе мокрого помола, так и при их стабилизации, протекает процесс гетеростабилизации [10]. Косвенным подтверждением этого эффекта являются результаты исследований, в которых были изучены как свойства водных суспензий Al_2O_3 , так и полученных в среде кремнезоля [15]. Для водных суспензий Al_2O_3 в области кислых значений pH ($\leq 6,0$) характерен положительный заряд ξ - потенциала ($\xi = 30-40$ мВ), для суспензий со средой кремнезоля в области значений pH = 4–10,5 характерен отрицательное значение ξ - потенциала, расположенное в интервале – 30–40 мВ.

Яркой противоположностью изменения pH, является «мокрый» помол многокомпонентных стекол, где в конечном итоге значение pH, как отмечалось выше, достигает значений 12–12,2 в зависимости от исходного состава стекла.

Выводы. При обобщении приведенных данных следует отметить, что технологические параметры суспензий различных вещественных составов во многом определяются не только химическим составом твердой фазы, но и его однородностью, а также твердостью и хрупкостью, определяющих эффективность помола и сопровождающейся при этом скоростями миграции

частиц твердой фазы в жидкую и массообменных процессов при гетеростабилизации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пивинский Ю.Е. Неформованные огнеупоры: Справочное издание в 2-х томах. Т.1. Книга 1. Общие вопросы технологии. 2-е изд. М.: Теплотехник, 2004. 448 с.
2. Слейбо У., Персонс Т. Общая химия. Пер. с англ. М.: Мир, 1979. 545 с.
3. Бевз В.А., Храновская В.М. Шликерные стеклокремнеземистые материалы //Стекло и керамика. 1991. №7. С. 2–4.
4. Пивинский Ю.Е. Высококонцентрированные керамические вяжущие суспензии. Исходные материалы, свойства, классификация // Огнеупоры. 1987. №4. С. 8–20.
5. Пивинский Ю.Е. Реология дисперсных систем. ВКВС и керамобетоны. Элементы нанотехнологий в силикатном материаловедении: Избранные труды: Том 3. СПб.: Политехника, 2012.
6. Суздальцев Е.И. Харитонов Д.В., Дмитриев А.В. Исследование процесса формования заготовок из смешанных суспензий на основе литийалюмосиликатного и кварцевого стекол //Новые огнеупоры, 2008, №8. С. 34–42.
7. Онищук В.И., Жерновая Н.Ф. Физико-химические аспекты формирования структуры ультрадисперсных стекольных суспензий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. №3. С. 104–108.
8. Онищук В.И., Месяц М.В., Евтушенко Е.И., Дороганов В.А. Особенности высококонцентрированных вяжущих суспензий на основе керамических материалов и силикатных стекол//Огнеупоры и техническая керамика. 2014. №10. С. 21–26.
9. Будников П.П., Рохваргер А.Е. Вулканические водосодержащие стекла. М.: Знание, 1969. 32 с.
10. Пивинский Ю.Е., Дякин П.В., Горбачев Д.В., Стрельцов С.А. Получение и некоторые свойства спеченной алюмосиликатной керамики на основе ВКВС. Часть 1//Новые огнеупоры. 2013. №2. С. 30–41.
11. Горбунов Г.И., Звездин Д.Ф. Керамическая плитка. Технология производства и новые предложения//Российский химический журнал. Т XLVII (2003) №4. Химия современных строительных материалов. С. 55–60.
12. Будников П.П., Балкевич В.Л., Бережной А.С. и др. Химическая технология керамики и огнеупоров. Под ред. П.П. Будникова и Д.П. Полубояринова. М.: Стройиздат, 1972. 552 с.
13. Пивинский Ю.Е. Керамические и огнеупорные материалы. Избранные труды. Т.2. СПб.: Стройиздат, 2003. С. 215–226.
14. Дороганов Е.А., Реотехнологические свойства ВКВС смешанного состава. Автореф. дис. канд. техн. наук. Белгород. 2001. 16 с.
15. Овчинников М.П., Круглицкий Н.Н., Михайлов Н.В. Реология тиксотропных систем. Киев.: «Наукова думка», 1972. 121 с.

Pivinsky Yu.E., Onishchuk V. I., Doroganov V.A., Korobanova E.V., Glivuk A.S., Yevtushenko E.I.
DEPENDENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS CERAMIC AND GLASS
THE KNITTING HIGH CONCENTRATION SUSPENSIONS OF DIFFICULT
STRUCTURES FROM THE CHEMICAL NATURE OF THE FIRM PHASE

In the theory and practice of receiving ceramic suspensions of high concentration (CSHC) exists rather full and detailed knowledge providing ideas of influence on their technological parameters of the chemical nature of a firm phase. However the majority of researches was conducted when receiving suspensions on the basis of crystal silicate and not silicate materials, properties of suspensions of the mono component amorphous material - the quartz glass and the mixed suspensions received with its participation were with rare exception investigated. In the last decade authors of article conducted systematic researches of properties of suspensions on the basis of silicate glasses of difficult structures which received the name of the glass knitting suspensions (GKS). Data on SVS properties as the separate group entering the general classification of VKVS allow adding and expanding ideas of structure and properties of these unique materials.

Key words: ionic potential of a firm phase, CSHC and GKS property, technological parameters of suspensions.

Пивинский Юрий Ефимович, доктор технических наук, профессор, научный руководитель ООО «Научно-внедренческой фирмы «Керамбет-Огнеупор».

Адрес: Россия, 191002, Санк-Петербург, а/я 10/2.

E-mail: pivinskiy@mail.ru

Онищук Виктор Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология стекла и керамики» Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: viktor_onishchuk@mail.ru

Дороганов Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология стекла и керамики»

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: dva_vadjik1975@mail.ru

Коробанова Елена Викторовна, аспирант кафедры «Технология стекла и керамики»

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: elvion@mail.ru

Гливук Андрей Сергеевич, аспирант кафедры «Технология стекла и керамики»

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: aglivuk@gmail.com

Евтушенко Евгений Иванович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Технология стекла и керамики»

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: naukaei@mail.ru

Ястребинский Р.Н., канд. физ.-мат. наук, доц.,
Павленко З.В., канд. техн. наук, доц.,
Ястребинская А.В., канд. техн. наук, доц.,
Денисова Л.В., канд. хим. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ТЕРМОСТОЙКИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НАНОПОЛНЕННЫХ ПОЛИАЛКАНИМИДОВ*

yrndo@mail.ru

В работе исследованы физико-химические и технологические особенности получения термостойких нейтронно-защитных композиционных материалов на основе высоконаполненных нанотрубчатыми волокнами полиалканимидов.

Композиционные материалы получали смешением порошкообразного полиалканимида и волокнистого борсодержащего хризотила с содержанием атомов бора 10,9% масс с последующей переработкой методом литья под давлением или горячего прессования. Способ переработки композиций определялся по показателю текучести расплава.

Проведены исследования физико-механических и термических характеристик ненаполненного и нанонаполненного образцов полиалканимида, а также параметров рекристаллизации и плавления.

Установлено, что надмолекулярная структура, сформированная в полученных литьем под давлением образцах нанонаполненного полиалканимида, является несовершенной, так как энтальпия процесса рекристаллизации составляет половину – одну треть энтальпии плавления кристаллической фазы. Нагревание материала при 170 и 250 °С приводит к формированию более однородной и совершенной кристаллической фазы. Такая рекристаллизация обусловлена полным «размораживанием» молекулярной и сегментальной подвижностей при 170 °С и достижением интервала температур кристаллизации полиалканимида при 250 °С.

Полученные данные позволяют рекомендовать проведение термообработки нанонаполненного полиалканимида при температурах 170 или 250 °С.

Ключевые слова: полиалканимид, нанотрубчатый хризотил, композиционный материал, структура, свойства, рекристаллизация.

Введение. Анализ разработок, осуществляемых в области создания конструкций с высокой температурой эксплуатации, показывает, что в качестве полимерной основы сочетающих высокую деформационную и химическую устойчивость в широком интервале температур огнестойких полимерных материалов могут быть эффективно использованы полигетероарилены. Предельная тепло и термостойкость характерна для полигетероариленов, цепи которых состоят из непрерывно чередующихся ароматических и гетероциклов.

Полиимиды – это полигетероарилены, содержащие в основной цепи молекулы циклическую имидную группу. Практическое значение получили ароматические линейные полиимиды благодаря ценным физико-химическим свойствам, не изменяющимся длительное время в широком интервале температур [1–3].

Наиболее широко известными и применяемыми являются полипиромеллитимиды – полиимиды, в получении которых участвует диангидрид пиромеллитовой кислоты [4]. Они содержат шарнирные атомы и группы в диаминоном фрагменте молекулы. Полипиромеллитимиды – прочные и эластичные, у них отсутствует

выраженный температурный интервал размягчения.

Чисто ароматические полиимиды, имеющие наибольшую термостойкость (температура начала разложения выше 400 °С) и высокую теплостойкость, обеспечивают длительную работоспособность изделий на их основе при температурах до 260–300 °С. Но именно высокая теплостойкость, т.е. неспособность размягчаться, не позволяет осуществлять переработку полиимидов из расплава [4, 5], поэтому применение ароматических полиимидов ограничено изготовлением пленок и покрытий.

Своеобразный компромисс между термическими характеристиками и возможностью технологической переработки обеспечивают жирноароматические полиимиды, обычно называемые полиалканимидами, которые получают поликонденсацией диангидридов ароматических тетракарбоновых кислот с алифатическими диаминами. Полиалканимиды как конструкционные материалы занимают промежуточное положение между ароматическими полисульфонами и наиболее термостабильными, но дорогостоящими полиамидоимидами, полиэфиримидами и полиэфиркетонами [6, 7].

В работе исследованы физико-химические и технологические особенности получения термостойких нейтронно-защитных композиционных материалов на основе высоконаполненных нанотрубчатými волокнами полиалканамидов.

Методика. Композиционные материалы получали смешением порошкообразного полиалканамида и волокнистого борсодержащего хризотила состава $MgO : SiO_2 : B_2O_3 = 1,5 : 0,1 : 0,9$ (содержание атомов бора 10,9% масс) с последующей переработкой методом литья под давлением или горячего прессования. Способ переработки композиций определялся по показателю текучести расплава (ПТР).

Основная часть. При введении в полиалканамид (ПАИ) волокнистого борсодержащего хризотила (ВБХ) наблюдается снижение ПТР (рис. 1), что объясняется повышением вязкости системы.

Показатель текучести расплава наполненного полимера имеет достаточную для переработки литьем под давлением величину и с повышением температуры возрастает.

С увеличением содержания наполнителя механическая прочность композиций возрастает при содержании наполнителя до 30 % мас. (переработка композиций методом литья под давлением) (рис. 2).

Наполнение термопласта ВБХ вызывает резкое снижение его деформируемости, особенно при небольших массовых долях наполнителя (рис. 3). Так, при 10 %-ном наполнении ПАИ относительное удлинение при разрыве ϵ_r уменьшается в 2,7 раз, а при дальнейшем увеличении степени наполнения снижение относительного удлинения при разрыве замедляется. Данный факт вызван повышением жесткости полимера.

Введение в ПАИ матрицу наполнителя повышает стойкость полимерной композиции к процессам термоокислительной деструкции (рис. 4).

Исходя из результатов термогравиметрического анализа (ТГА) ПАИ на воздухе, можно заключить что наполненный и ненаполненный ПАИ являются термостойкими полимерами. Их термостойкость, оцениваемая по 5 % потери массы составляет 418 и 416 °С, соответственно. При этом разложение ПАИ начинается при 335-345 °С., и при 400 °С потеря массы ненаполненного и наполненного образцов составляет, соответственно, 2,5 и 3,5 %. Полное разложение наступает при 580 и 570 °С. Несколько более быстрое разложение нанонаполненного ПАИ обусловлено, вероятнее всего, протеканием процесса деструкции полимера в объеме пробы, вызванного ее быстрым и равномерным прогрева-

нием благодаря более высокой теплопроводности наполнителя в условиях динамического анализа.

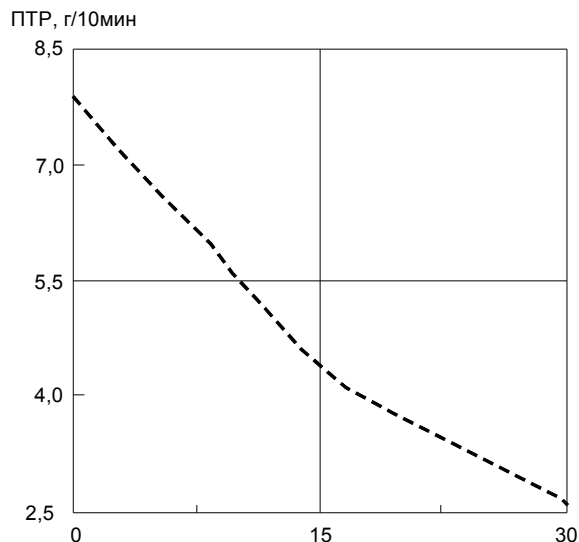


Рис. 1. Зависимость показателя текучести расплава ПАИ от массовой доли ВБХ

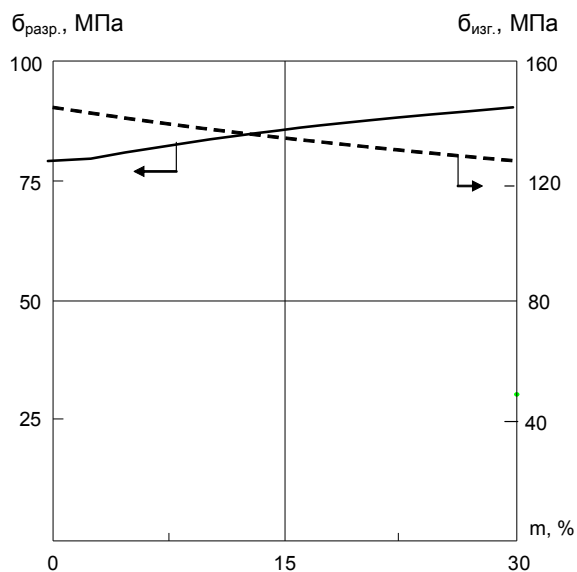


Рис. 2. Зависимость прочности при разрыве и изгибе от содержания наполнителя

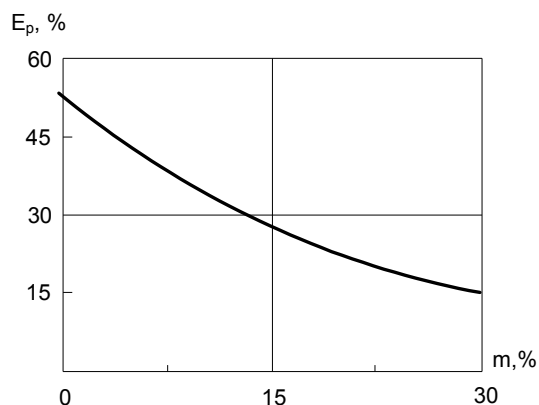


Рис. 3. Зависимость относительного удлинения композита от содержания в нём наполнителя ВБХ

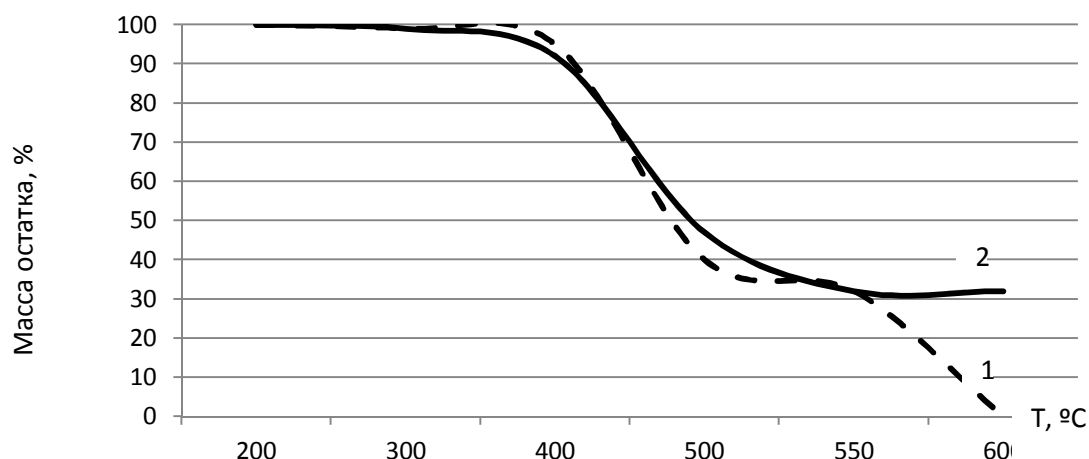


Рис. 4. Термогравиметрические кривые ненаполненного (1) и нанонаполненного (2) полиалканимидного композита

Примерно при 60 % разложения на ТГА наблюдается перегиб, что связано с образованием более стабильной структуры по сравнению с исходной.

Термические характеристики нанонаполненного ПАИ представлены в таблице 1.

Таблица 1

Термические характеристики ПАИ

Показатели	Ненаполненный образец	Нанонаполненный образец
Потеря массы при нагревании до 400 °С	2,5	3,5
Температура деструкции, °С: начала окончания	396 580	400 575
Температура максимума разложения*, °С	474, 532	477, 516
Энергия активации, кДж/моль	245	370

*Для первой и для второй стадии разложения полимера.

Полиалканимид – кристаллический полимер с высокой степенью кристалличности, которая сохраняется даже в условиях резкого охлаждения расплава полимера, например при охлаждении в воде. По различным данным степень кристалличности полиалканимида составляет от 40 до 80%.

Исследовано релаксационное поведение полиалканимида в изотермических условиях в интервале температур 20–250 °С. Релаксация напряжений в ненаполненном образце увеличивается с повышением температуры. При этом наиболее резкая релаксация напряжений наблюдается при температурах испытаний 50 и 140 °С. Повышение температуры испытаний до 110 и 230 °С приводит лишь к незначительному снижению релаксирующих напряжений.

В случае нанонаполненного полиалканимида наблюдаются аномалии в ходе релаксации напряжения в зависимости от температуры. С повышением температуры до 80 °С релаксация

напряжения резко ускоряется. Далее, при повышении температуры до 110 °С релаксационный процесс практически не ускоряется. Более того, дальнейшее повышение температуры испытаний до 140 и 170 °С приводит к тому, что кривые релаксации напряжения при этих температурах оказываются расположенными выше аналогичных кривых, полученных при температуре 80 и 110 °С. При температуре 200 °С релаксация напряжения снова усиливается, но в области 230–250 °С интенсивность релаксационного процесса снижается. Существование двух областей достаточно быстрой релаксации напряжения в полиалканимиде объясняется наличием у него двух релаксационных переходов в области 90–100 и 150 °С, обусловленных «размораживанием» молекулярной подвижности (переход через температуру стеклования) в первом случае и сегментальной подвижности в дефектах кристаллической фазы – во втором. Для объяснения не совсем обычного характера изотермической

релаксации нанонаполненного полиалканимида был проведен анализ с помощью высокотемпературной дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) как исходного образца, так и образцов, прошедших релаксационные исследования.

Из данных таблиц 2 и 3 можно заключить, что надмолекулярная структура, сформированная в полученных литьем под давлением образцах нанонаполненного полиалканимида, является несовершенной, так как энтальпия процесса рекристаллизации составляет половину – одну треть энтальпии плавления кристаллической фазы. Изотермическая выдержка образцов нанонаполненного полимера при 50–110 °С приводит к снижению температур эндо- и экзотермических пиков, повышению энтальпии плавления при практической неизменности кинетических параметров этих процессов.

Отмеченные изменения свидетельствуют о протекании структурных перестроек в полимере, приводящих к увеличению содержания кристаллической фазы при одновременном снижении совершенства ее структуры, о чем однозначно свидетельствует понижение температуры плавления. Поскольку начало плавления (T_n) связывают с плавлением наименее совершенных кристаллических образований, а окончание ($T_{ок}$) – наиболее совершенных участков, то интервал плавления $\Delta T = T_{ок} - T_n$ может служить критерием структурной однородности кристаллической фазы. Таким образом, нагревание нанонаполненного полиалканимида при 50–110 °С не вызывает изменения общей однородности кристаллической фазы, но снижает однородность наиболее совершенных кристаллитов.

Таблица 2

Результаты ДСК-исследований параметров рекристаллизации нанонаполненного полиалканимида

Т испытаний, °С	Параметры рекристаллизации				
	ΔH , Дж/г	$T_{пика}$, °С	Порядок реакции n	Энергия активации, кДж/моль	$\ln K_0^*$
20	7,80	285,0	1,21+0,17	766,9	162,5
50	8,80	284,6	1,83	866,9	183,9
80	6,60	283,9	1,34	780,7	165,7
110	7,40	282,9	1,06	720,7	152,9
170	4,95	285,9	0,92	665,5	140,3
200	7,40	285,6	0,91	725,1	153,7
250	7,10	288,1	0,75	705,7	148,2

* Логарифм предэкспоненты.

Таблица 3

Результаты ДСК-исследований параметров плавления нанонаполненного полиалканимида

Т испытаний, °С	Параметры плавления					
	ΔH , Дж/г	$T_{пл}$, °С	$\Delta T = T_{ок} - T_n$, °С	Порядок реакции n	Энергия активации, кДж/моль	$\ln K_0$
20	14,66	299,9	22,0	1,51	763,2	156,8
50	14,24	299,6	21,0	1,78	892,5	184,1
80	16,08	299,6	22,0	1,89	916,5	189,3
110	18,75	298,3	21,0	–	–	–
170	15,42	301,4	20,0	1,67	777,3	159,5
200	18,62	298,6	21,0	–	–	–
250	11,24	303,2	20,0	–	–	–

Нагревание нанонаполненного материала при 170 и 250 °С приводит к формированию более однородной и совершенной кристаллической фазы, о чем свидетельствует повышение температуры плавления полимера и снижение ΔT . Такая рекристаллизация, вероятно, обусловлена полным «размораживанием» молекулярной

и сегментальной подвижностей при 170 °С и достижением интервала температур кристаллизации полиалканимида при 250 °С [8].

Полученные данные, объясняющие не совсем обычный характер изотермических релаксационных кривых, позволяют рекомендовать проведение термообработки нанонаполненного

полиалканимида при температурах 170 или 250 °С. Поскольку в первом случае имеет место уменьшение энтальпии процесса рекристаллизации при сохранении величины энтальпии плавления, то этот режим термообработки следует признать более предпочтительным.

Выводы. Установлено, что надмолекулярная структура, сформированная в полученных литьем под давлением образцах нанонаполненного полиалканимида, является несовершенной, так как энтальпия процесса рекристаллизации составляет половину – одну треть энтальпии плавления кристаллической фазы. Нагревание материала при 170 и 250 °С приводит к формированию более однородной и совершенной кристаллической фазы. Такая рекристаллизация обусловлена полным «размораживанием» молекулярной и сегментальной подвижностей при 170 °С и достижением интервала температур кристаллизации полиалканимида при 250 °С.

Полученные данные позволяют рекомендовать проведение термообработки нанонаполненного полиалканимида при температурах 170 или 250 °С.

**Работа выполнена при поддержке проектной части Государственного задания Минобрнауки РФ, проект №11.2034.2014/К.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адлова Н.А., Бессонов М.И., Лайус Л.А., Рудаков А.П. Полиимиды – новый класс термостойких полимеров. Л.: Наука, 1968. 211 с.

2. Михайлин Ю.А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы. СПб.: Профессия, 2006. 624 с.

3. Светличный В.М., Жукова Т.И., Кудрявцева В.В. Ароматические полиэфиримиды – перспективные плавкие пленочные связующие / Теплостойкие полимерные материалы и особенности производства изделий на их основе.- М.: МДНТП им. Дзержинского, 1991. С. 143 – 151.

4. Котон М.М., В.В. Кудрявцев Развитие исследований в области высокотермостойких полимеров – ароматических полиимидов / Синтез, структура и свойства полимеров // ИВС АН СССР. Л.: Наука, 1989. С. 7 – 15.

5. О развитии исследований по ароматическим полиимидам и их применению в технике в Институте высокомолекулярных соединений АН СССР // Вести. АН СССР. 1985, №1. С. 3–8.

6. Kalugina E.V., Gumargalieva K.Z., Zaikov G.E. Thermal Stability of Engineering Heterochain Thermoresistant Polymers / New Concepts in Polymer Science. Boston: Utrecht, 2004. 280 p.

7. Калугина Е.В., Блюменфельд А.Б., Анненкова Н.Г., Аршава Б.М., Котов Ю.И., Савина М.Е., Плешкова А.П. Пластические массы / 1991, № 7. С. 36–38.

8. Баранов, В.В. Реология и оптимизация процессов переработки полимерных материалов / Тез. докл. 1-й всесоюзной конф. Устинов. 1986. С. 114.

Yastrebinsky R.N., Pavlenko Z.V., Yastrebinskaya A.V., Denisova L.V. HEAT-RESISTANT POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS ON THE BASIS OF NANOFILLED POLIALKANIMIDS

In work physical and chemical and technological features of receiving heat-resistant neutron and protective composite materials on the basis of the polialkanimid high-filled with nanotubular fibers are investigated. Composite materials received mixture of a powdery polialkanimid and fibrous boron-containing chrysotile with the content of atoms of pine forest of 10,9% of masses with the subsequent processing by a casting method under pressure or hot pressing. The way of processing of compositions was determined by a fusion fluidity indicator.

Researches of physical-mechanical and thermal characteristics of the unfilled and nanofilled samples of a polialkanimid, and also parameters of recrystallization and melting are conducted.

It is established that the supramolecular structure created in the samples of the nanofilled polialkanimid received by casting under pressure is imperfect as the enthalpy of process of recrystallization makes a half – one third of an enthalpy of melting of a crystal phase. Heating of material at 170 and 250 °C leads to formation of more uniform and perfect crystal phase. Such recrystallization is caused by full "defrosting" of molecular and segmental mobility at 170 °C and achievement of an interval of temperatures of crystallization of a polialkanimid at 250 °C.

The obtained data allow to recommend carrying out heat treatment of the nanofilled polialkanimid at temperatures of 170 or 250 °C.

Key words: полиалканимид, nanotubular chrysotile, composite material, structure, properties, recrystallization.

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

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

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

Матюхин П.В., канд. техн. наук, доц.,
Ястребинский Р.Н., канд. физ-мат. наук, доц.,
Широков А.В., магистрант.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНЕТИТА, ПОДВЕРГНУТОГО ВОЗДЕЙСТВИЮ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ ПРЕССОВАНИЯ*

mpvbgtu@mail.ru

В данной статье приведены основные физико-механические характеристики магнетита, подвергнутого воздействию высоких давлений прессования; приведены методики с помощью которых проводились научные исследования. Приведены данные влияния времени помола магнетита на изменение среднего показателя диаметра частиц и их средней удельной поверхности. Приведены данные изучения воздействия высоких давлений прессования на плотность и на основные прочностные характеристики исследуемого материала. Данный материал может являться наполнителем при разработке новых видов радиационно-защитных материалов строительного назначения.

Ключевые слова: магнетит, дисперсная частица, свойства, физико-механика, воздействие, дисперсность, прочность на сжатие, плотность, давление.

Введение. Развитие атомной энергетики и атомно-строительной индустрии, широкое внедрение ядерно-энергетических объектов во многие отрасли жизнедеятельности человека выдвигает на первый план проблему выполнения наиболее из важнейших требований – обеспечения норм радиационной безопасности. Это может быть достигнуто в том случае, если подвергающиеся воздействию ионизирующих излучений строительные конструкции объектов будут изготовлены с применением материалов, обладающих высокими физико-механическими характеристиками, технологичностью, экологичностью и в тоже время высокими показателями радиационно-защитных свойств. Одним из перспективных направлений является использование экологически чистого и широко распространённого в природе наполнителя для радиационно-защитных материалов строительного назначения, такого как

модифицированный магнетитовый железорудный концентрат [1–18].

Методология. Помол материала осуществлялся в шаровой мельнице. Фракционный состав частиц магнетитового железорудного концентрата исследован методом лазерного рассеивания на лазерном анализаторе размеров частиц "ANALYSETTE 22 NanoTecplus", а также методом ситового анализа с помощью стандартного набора сит. Образцы подвергнутые физико-механическим испытаниям, изучения основных физико-механических характеристик материала выполнены в соответствии с установленными нормативными документами (ГОСТы, СНиПы, ТУ).

Основная часть. Для исследований был выбран высокодисперсный обогащенный железорудный концентрат с плотностью 4900-5200 кг/м³ Лебединского месторождения КМА со следующим химическим и минеральным составом представленных в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1

Химический состав железорудного концентрата
Лебединского месторождения КМА (мас.%)

Fe ₃ O ₄	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
67,7	27,1	4,25	0,26	0,13	0,36	0,09	0,11

Таблица 2

Минеральный состав железорудного концентрата
Лебединского месторождения КМА (мас.%)

Магнетит	Гематит	Силикаты	Кварц	Карбонаты
94,1	2,9	0,4	2,4	0,2

Минеральный состав высокодисперсного магнетитового железорудного концентрата в результате химической обработки и очистки на 99,7–99,9 % представлен магнетитом (Fe_3O_4).

Магнетитовый железорудный концентрат после проведения мероприятий по очистке и химической обработки, проходил процесс модифицирования, и в работе использовался модифицированный наполнитель с пленкой на его поверхности из оксида алюминия.

Перед процессом формования образцов материала и дальнейшего исследования их основ-

ных физико-механических характеристик представлялся интерес в определении зависимости влияния времени помола исходного материала на дисперсность его частиц.

На рисунках 1–3 приведены результаты исследований, дисперсности частиц магнетита в зависимости от времени помола.

На рисунке 1 представлены результаты исследования фракционного состава помола магнетита в течение 30 минут.

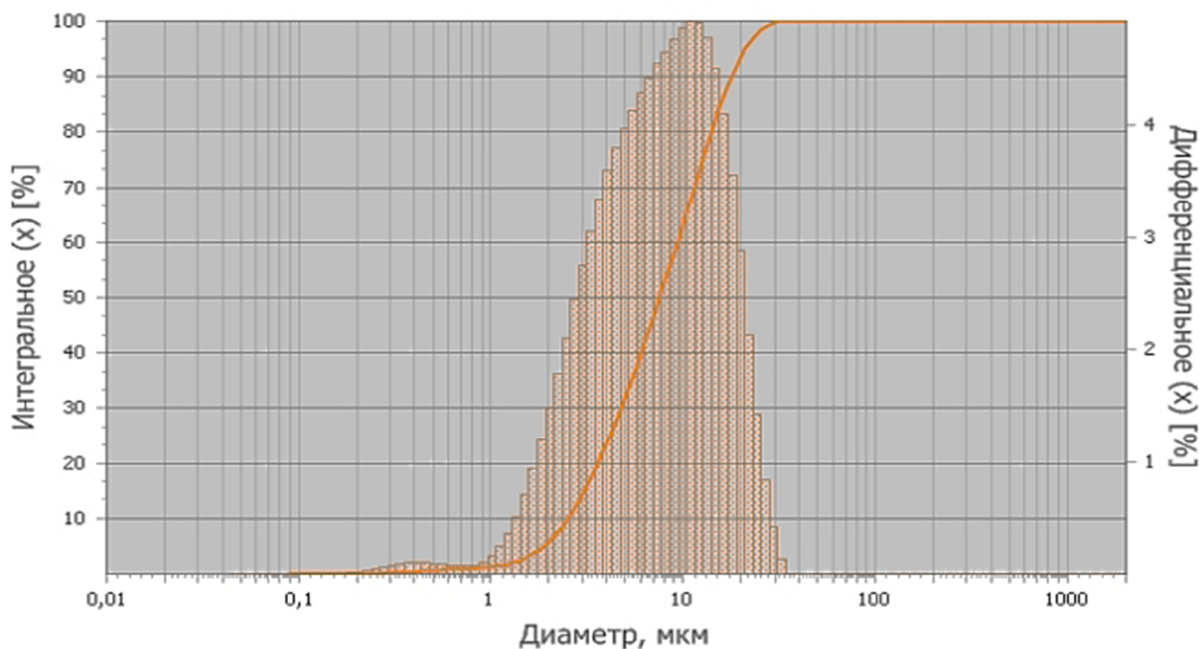


Рис. 1. Фракционный состав магнетита с помолем в течение 30 минут

На рисунке 1 видно, что модальный диаметр частиц исходного материала составляет 11,36 мкм, а средняя удельная поверхность частиц составляет $12383 \text{ см}^2/\text{см}^3$. Размер фракционного состава частиц составляет: 0,2 мкм – 1 мкм = 1,29 %, 1 мкм – 5 мкм = 31,17 %, 5 мкм – 10 мкм = 33,3 %, 10 мкм – 35 мкм = 34,23 %. На рисунке 2 представлены результаты исследования фракционного состава магнетита с помолем в течении 60 минут.

Из рисунка 2 следует, что модальный диаметр частиц материала составляет 8,76 мкм, а средняя удельная поверхность частиц составляет $14424 \text{ см}^2/\text{см}^3$. Размер фракционного состава частиц составляет: 0,2 мкм – 1 мкм = 1,81 %, 1 мкм – 5 мкм = 37,09 %, 5 мкм – 10 мкм = 32,78 %, 10 мкм – 35 мкм = 28,32 %.

На рисунке 3 представлены результаты исследования фракционного состава третьего помола в течение 90 минут.

Из рисунка 3 следует, что модальный диаметр частиц материала составляет 5,21

мкм, а средняя удельная поверхность частиц составляет $16326 \text{ см}^2/\text{см}^3$. Размер фракционного состава частиц составляет: 0,15 мкм – 1 мкм = 2,34 %, 1 мкм – 5 мкм = 44,2 %, 5 мкм – 10 мкм = 31,52 %, 10 мкм – 32 мкм = 21,94 %.

На рисунке 4 представлены результаты исследования фракционного состава четвертого помола в течение 120 минут.

Из рисунка 4 следует, что модальный диаметр частиц материала составляет 5,11 мкм, а средняя удельная поверхность частиц составляет $16351 \text{ см}^2/\text{см}^3$. Размер фракционного состава частиц составляет: 0,15 мкм – 1 мкм = 2,35 %, 1 мкм – 5 мкм = 44,7 %, 5 мкм – 10 мкм = 31,48 %, 10 мкм – 32 мкм = 21,47 %.

Из полученных данных видно, что с увеличением времени помола магнетита с 30 минут до 60 минут происходит уменьшение среднего показателя диаметра и одновременно увеличение средней удельной поверхности частиц магнетита (в 1,164 раза). С дальнейшим увеличением времени помола исходного мате-

риала до 90 минут средние показатели диаметра частиц значительно уменьшаются (в 2,18 раза), а удельной поверхности увеличиваются в (1,32 раза). Объем фракции от 0,2 мкм до 1

мкм увеличился в 1,81 раза, от 1 мкм до 5 мкм увеличился в 1,41 раза, от 5 мкм до 10 мкм уменьшился в 1,06 раза, от 10 мкм до 35 мкм уменьшился в 1,56 раза.

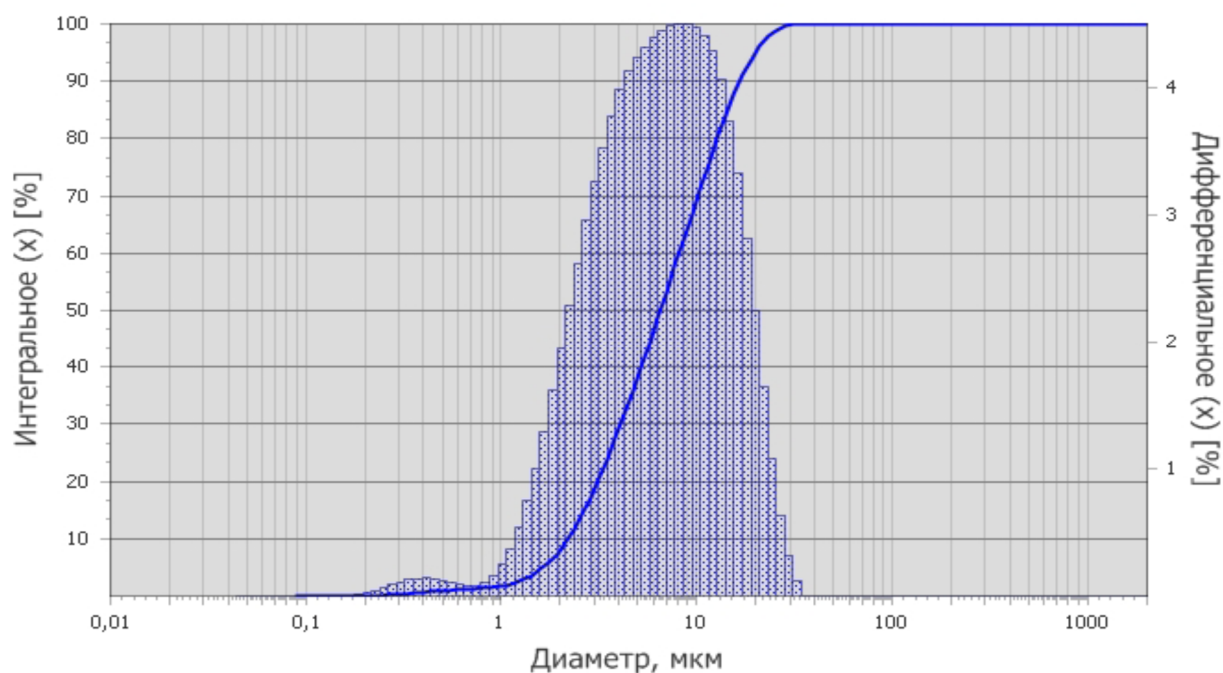


Рис. 2. Фракционный состав магнетита с помолом в течение 60 минут

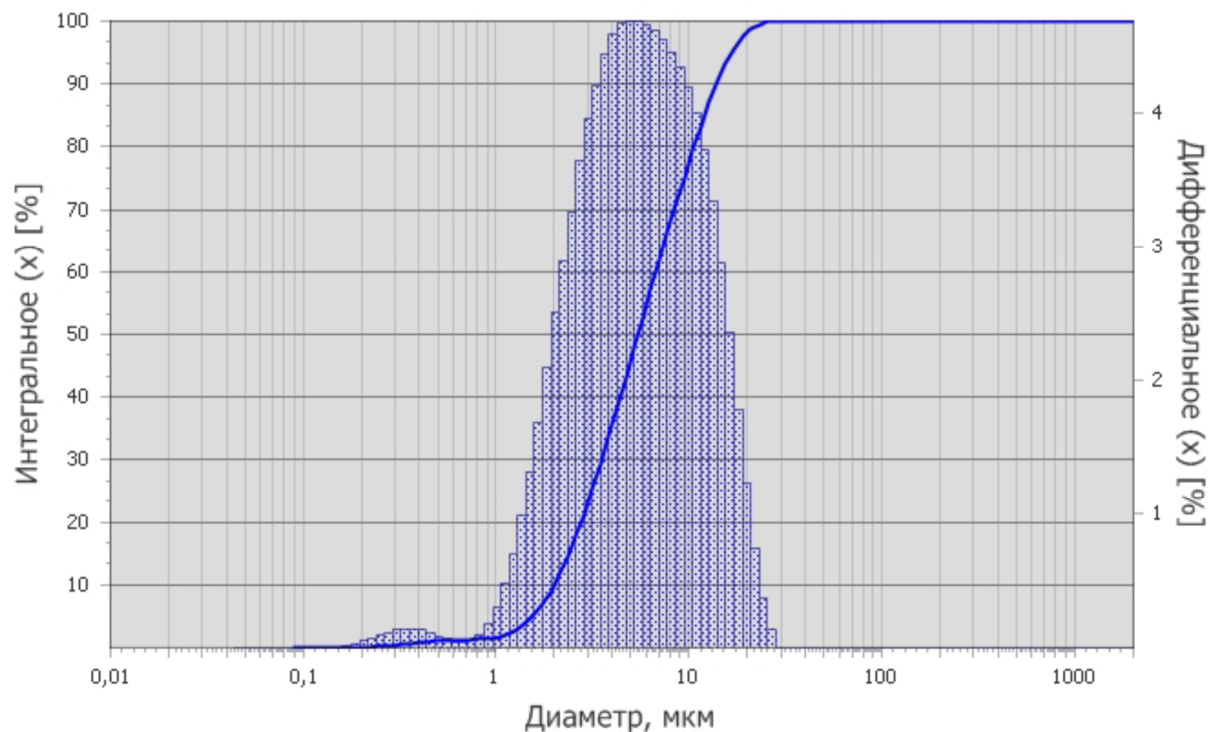


Рис. 3. Фракционный состав магнетита с помолом в течение 90 минут

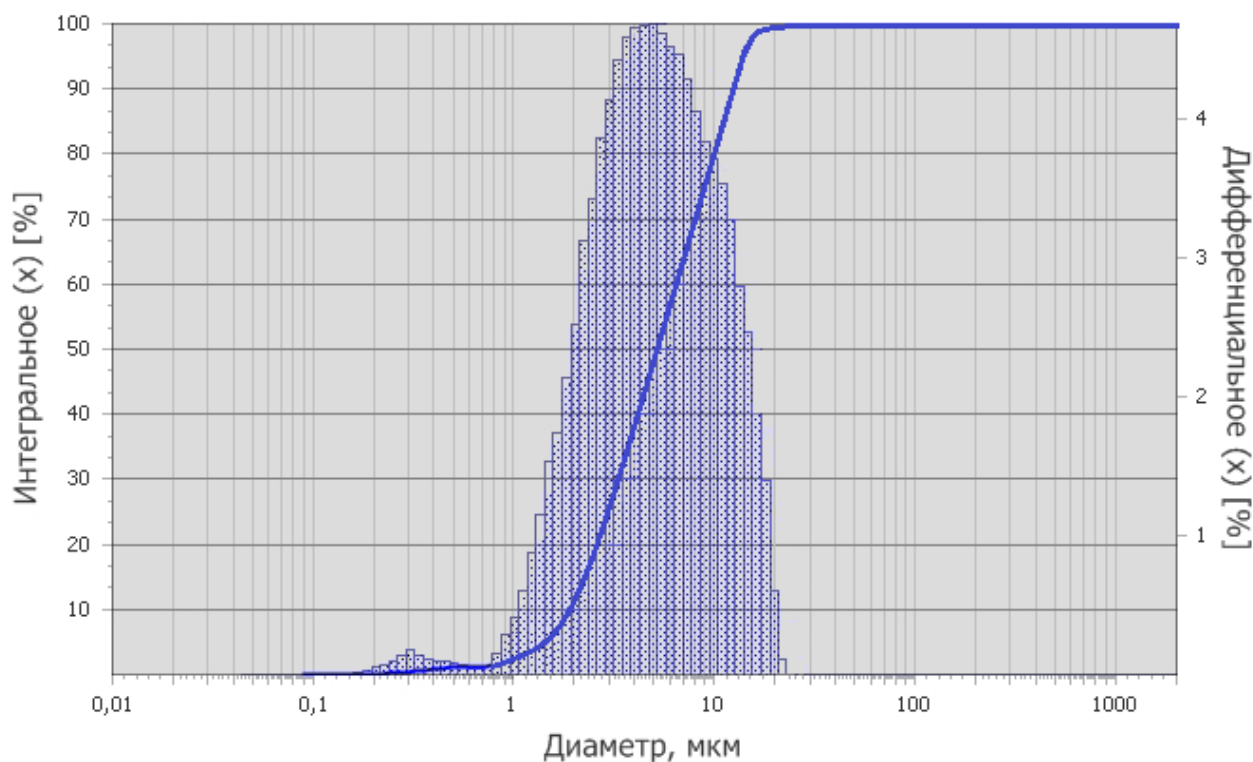


Рис. 4. Фракционный состав магнетита с помолом в течение 120 минут

При дальнейшем увеличении времени помола исходного материала до 120 минут, средние показатели диаметра частиц и удельной поверхности изменяются незначительно (в пределах погрешности измерения прибора). В связи с этим было принято решение о целесообразности использования в дальнейшей работе магнетитового железорудного концентрата Лебединского месторождения КМА, подвергнутого помолу 90 минут.

Дальнейшим этапом исследований было изучение зависимости различных давлений прессования на плотность образцов магнетита и их прочностные характеристики на сжатие. Формования образцов магнетитового железорудного концентрата осуществлялись со следующими значениями давления прессования: 50000 кгс/см², 100000 кгс/см², 150000 кгс/см², 200000 кгс/см². Магнетитовый железорудный концентрат после технологической стадии его помола подвергался процессу модифицирования с целью нанесения на его поверхность микро-слоя алюминиевой оболочки. Модифицированный магнетит является одним из наполнителей при разработке новых видов радиационно-защитных материалов на основе алюминиевой матрицы [1–7, 10, 12, 13, 18].

На рисунке 5 представлены данные результатов зависимости плотности образцов магнетита от давления их прессования.

В результате воздействия давления прессования на магнетит 50000 кгс/см² плотность ис-

ходного материала составляет 4131 кг/м³, в 100000 кгс/см² плотность составляет 4148 кг/м³, в 150000 кгс/см² плотность составляет 4192 кг/м³, в 200000 кгс/см² плотность составляет 4277 кг/м³.

Из приведённых данных исследований представленных на рисунке 5 видно что при увеличении давления прессования с 50000 кгс/см² до 200000 кгс/см² плотность образца железорудного концентрата возросла в 1,035 раза; то есть наблюдается тенденция роста плотности магнетитового железорудного концентрата при повышении давления прессования на него. В дальнейшем была изучена зависимость прочности на сжатие образцов гематита от давления их прессования.

На рисунке 6 представлены данные исследований зависимости прочности на сжатие образцов гематита от давления их прессования.

Анализируя полученные данные, приведённые на рисунке 6 можно сделать вывод, что при увеличении давления прессования образцов магнетитового концентрата растут показатели их прочностных характеристик. Например можно наблюдать значительное увеличение прочности на сжатие (в 3,5 раза) образца полученного при давлении 200000 кгс/см², по сравнению с образцом полученным при давлении 50000 кгс/см²; но при рассмотрении значений прочностей на сжатие образцов полученных при более высоких давлениях, таких как образец № 3,4 (полученные при давлениях прессования 150000

кгс/см² и 200000 кгс/см²) наблюдается уже незначительное увеличение значений прочности на сжатие в 1,5 раза, что говорит о повышении плотности упаковки структуры образцов магнетита.

титового железорудного концентрата, то есть происходит более плотное «компактирование» частиц магнетита внутри образца.

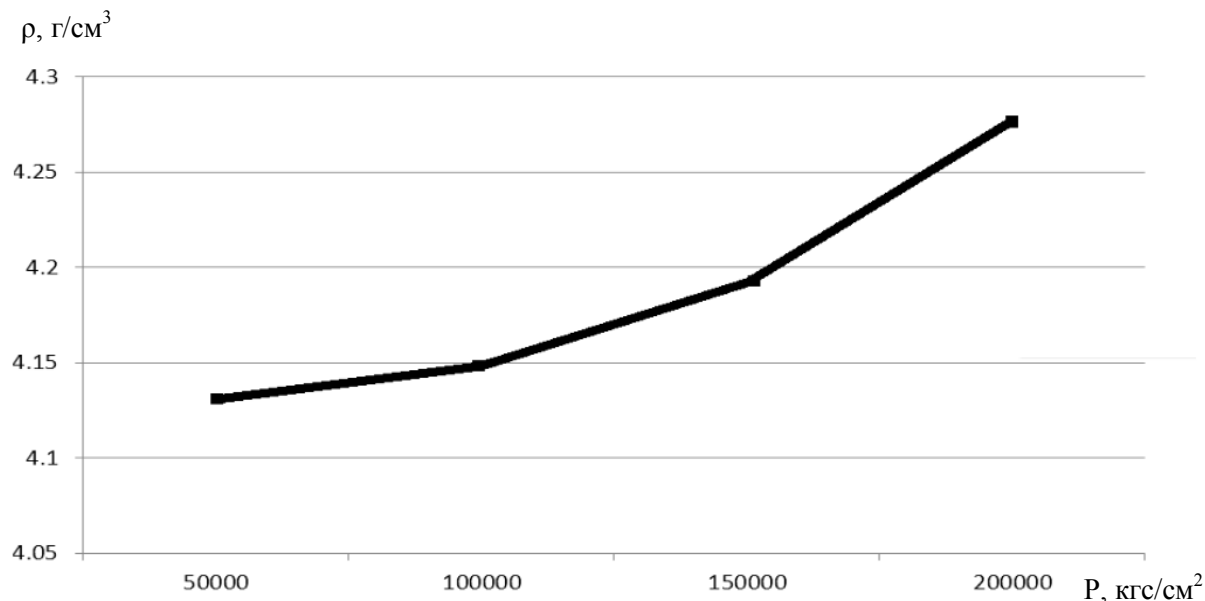


Рис. 5. Результаты зависимости плотности образцов магнетита от давления их прессования

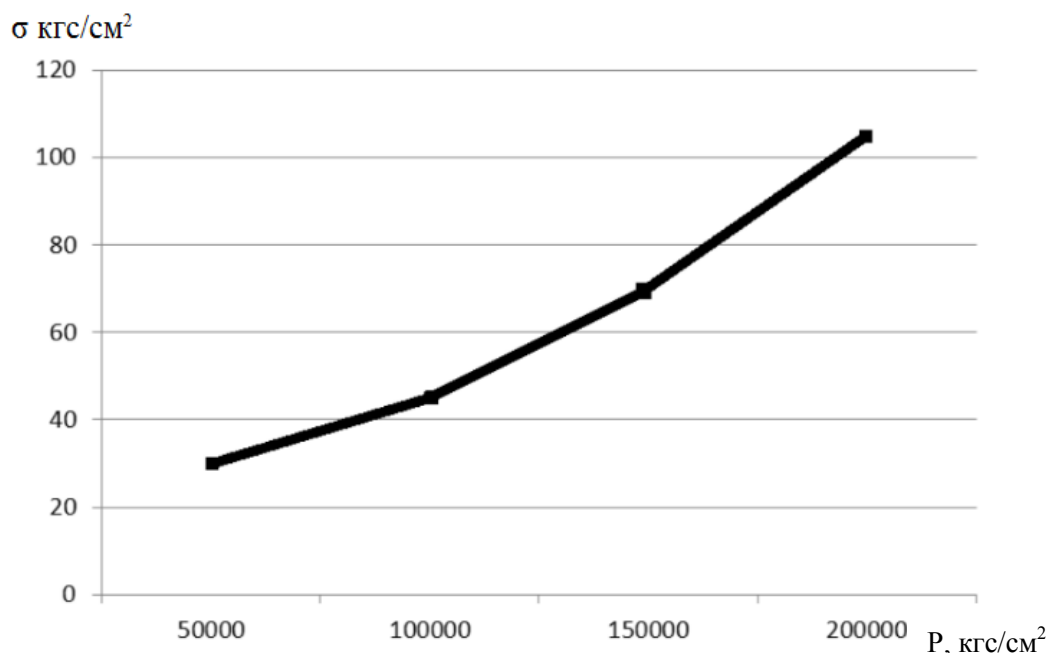


Рис. 6. Зависимость прочности образцов магнетита на сжатие от давления его прессования

Выводы. Проведенные исследования влияния времени помола на изменения фракционного состава частиц магнетита говорит о целесообразности его проведения в течение не более 90 минут. При повышении давления прессования на образцы магнетита до 200000 кгс/см² наблюдается тенденция роста его плотности

прочности на сжатие, что говорит о более компактной упаковке структуры образцов гематита.

**Работа выполнена в рамках базовой части Государственного задания Министерства образования и науки РФ №130.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Потапов Ю.Б., Эффективные строительные композиты и конструкции на их основе с комплексом заданных свойств. Промышленное и гражданское строительство. 2010. №9. С. 9–11.
3. Лаптев Г.А., Потапов Ю.Б., Ерофеев В.Т. Разработка технологии изготовления металлобетон // Строительство и реконструкция. 2015. № 1 (57). С. 123–129.
4. 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.Г. Шухова. 2015. С. 491–499.
5. Болдырев А.М., Орлов А.С., Рубцова Е.Г. Ресурсосберегающие технологии получения металлобетонных строительных композитов // Известия вузов. Строительство. 2002. №4. С. 38–43.
6. Королев Е.В. Серные композиционные материалы специального назначения // Строительные материалы. 2008. № 3. С. 99–106.
7. Баженов Ю.М., Королев Е.В., Самошин А.П., Королева О.В. Выбор заполнителя для радиационно-защитных бетонов вариативно-каркасной структуры // Региональная архитектура и строительство. 2009. № 1. С. 9–13.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. Павленко В.И., Матюхин П.В. Основные аспекты разработки современных радиационно-защитных конструкционных металлокомпозиционных материалов // Современные наукоемкие технологии. 2005. №10. С. 85–86.
13. Матюхин П.В. Неорганический радиационно-защитный металлокомпозиционный материал строительного назначения // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. №9. С. 35–39.
14. Kasagi T., Suenaga S., Tsutaoka T., Hatakeyama K. High frequency permeability of ferromagnetic metal composite materials. Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2007. T. 310. №2 SUPPL. PART 3.P. 2566–2568.
15. Belomytsev M.Yu., Kozlov D.A. Stability of composite materials nail-refractory metal with cellular structure. MetalScienceandHeatTreatment. 2006. T. 48. № 5–6. P. 255–260.
16. 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. T. 654–656. P. 1852–1855.
17. Матюхин П.В. Радиационно-защитный конструкционный композиционный материал // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. №9 (28). С. 40–41.
18. 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.

Matyuhin P.V., Yastrebinsky R.N., Shirokov A.V.**BASIC PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS
OF MAGNETITE SUBJECTED TO HIGH COMPRESSION PRESSURE**

This article describes the basic physical and mechanical properties of magnetite subjected to high compression pressures; Techniques by which carried out the research. The data time magnetite grinding effect on the average variation of the particle diameter and the average specific surface area. The data of the study of the impact of high compression pressures on the density and on the basic strength properties of the material. This material may be filled in the development of new types of radiation-shielding materials for construction application.

Key words: magnetite, particle dispersion, the properties of physico-mechanical, impact dispersion, compressive strength, density, 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: mpvbgtn@mail.ru

Ястребинский Роман Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент теоретической и прикладной химии. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

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

E-mail: mpvbgtn@mail.ru

Широков Алексей Владиславович, магистрант кафедры теоретической и прикладной химии. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

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

E-mail: led777007@gmail.com

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абдуллаева С.С.-Б., магистрант,
Раджабова Д.А., канд. экон. наук, ст. препод.
Дагестанский государственный технический университет

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ НЕДВИЖИМОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

ass-b@mail.ru

Статья посвящена особенностям управления объектами недвижимости промышленного предприятия в современных условиях. Были рассмотрены этапы работ, относящихся к управлению недвижимостью промышленных предприятий, а также методы повышения качества управления. Учитывая различные виды объектов недвижимости, производимую ими продукцию, рынок сбыта, а также региональные особенности, можно сделать вывод о том, что на промышленных предприятиях нет системного подхода к эксплуатации и управлению объектами недвижимости. Подбором наиболее подходящих методов управления и их внедрением в структуру предприятия, должен заниматься квалифицированный специалист. Именно от его оперативных решений, зависит эффективность эксплуатации объекта недвижимости.

Ключевые слова: объект недвижимости, промышленное предприятие, рынок, эффективность, эксплуатация, квалифицированный специалист, методы управления.

Введение. В наше время, большое внимание уделяется вопросу эффективного управления недвижимостью, учитывая масштаб внедрения российских производственных предприятий на мировой рынок. За последние несколько лет на российском рынке недвижимости обосновалось достаточное количество компаний, предоставляющих услуги профессионального управления недвижимостью, на основании хозяйственного и гражданского законодательства. Следует отметить, что управление недвижимостью, представляет собой род деятельности, осуществляемой на риск собственника и направленный на получение максимальной прибыли. В связи с чем, создание системы управления недвижимостью является вполне обоснованным.

Основная часть. Все виды работ, относящиеся к управлению недвижимостью промышленных предприятий, достаточно трудоемкие и включают в себя следующие этапы:

1. Главную роль в управлении объектом, играют отношения с собственниками объектов, так как от сложившихся отношений в целом будет зависеть результат. Действия управляющего по отношению к собственнику должны быть ясными, а их взаимоотношения законодательно оформлены. Правоотношения между управляющим и собственником прописаны только в ГК РФ, где отражены общие положения. Управляющий не имеет права распоряжаться доверенным ему имуществом, за исключением случаев, прописанных в договоре [1].

2. Постановка цели и стратегии коммерческой эксплуатации объекта недвижимости. Целью является перепродажа объекта недвижимости, либо получение стабильной прибыли. Зачастую в качестве основных целей выступают: увеличение доходов, уменьшение расходов и повышение ликвидности [1].

3. Мониторинг ситуации, планирование и отчетность. Начиная работу управляющего объектом недвижимости промышленного предприятия, специалисту необходимо привлечь к процессу управления объектом, заинтересованный персонал, различными методами: от объяснения персоналу целей и задач управления объектом недвижимости, до использования систем денежного вознаграждения. Обычно, управляющий сталкивается с низким уровнем финансового анализа, нарушениями в бухгалтерском учёте, неэффективным документооборотом, и т.д. Как показывает практика совершенствования объектов недвижимости, на первом этапе коммерческой эксплуатации вся прибыль должна инвестироваться в сами объекты, на втором – доходы распределяются между собственником и инвестициями в объект недвижимости, и лишь на третьем этапе, вся прибыль может перейти в распоряжение собственника [1].

4. Содержание объекта недвижимости промышленного предприятия. Самой важной управленческой задачей, является обеспечение достойных и безопасных условий жизнедеятельности, включающих в себя эксплуатацию, ремонт и благоустройство зданий и прилегающих территорий [1].

Управление промышленным предприятием может быть как внешним, так и внутренним. Внешнее управление – это участие государства в процессах предприятий, с помощью нормативной базы, а также контроль за их исполнением. Внутреннее управление – это деятельность самого предприятия, упорядоченная собственными нормативными документами.

Повышение качества управления недвижимостью предприятия осуществляется посредством различных методов. Они могут подразделяться на административные, экономические, организационные, законодательные и нормативно-правовые.

Каждому объекту недвижимости необходим комплекс оперативных мероприятий, обеспечивающих его инвестиционную и коммерческую привлекательность, независимо от типа его назначения. На предприятии может быть создан функциональный центр управления недвижимостью, в работу которого входит осуществление мероприятий сервейинга, выполняющего такие задачи как:

- маркетинговые исследования;
- управление;
- консалтинг;
- юридическое сопровождение;
- оценку и т.д.

Сервейинг дает возможность осуществления стратегического системного подхода ко всем процессам, связанным с эксплуатацией и управлением промышленной недвижимостью. Созданный на предприятии функциональный центр управления недвижимостью позволяет рационально использовать все профильные и непрофильные объекты недвижимости, с целью получения дополнительного дохода от их эксплуатации. Благодаря организации центра у предприятия появляется немало конкурентных преимуществ.

Управление объектами недвижимости непосредственно промышленного предприятия должно включать в себя несколько задач:

- инвентаризация объектов недвижимости, проверка юридической чистоты каждого объекта;
- классификация объектов недвижимости в соответствии с принятой на предприятии системой отбора;
- идентификация возможных вариантов использования объектов недвижимости [2].

Итоговым результатом инвентаризации объектов недвижимого имущества предприятия должны стать сведения: о качественных и количественных параметрах недвижимости и их оценка; о затратах на эксплуатацию каждого объекта недвижимости предприятия; о рыночной стоимости недвижимого имущества.

Классификация объектов недвижимости предприятия может быть проведена по степени вовлечения в производственный процесс. Все объекты недвижимости промышленного предприятия подразделяются на три группы:

1. Недвижимость производственного назначения – объекты, которые принимают непосредственное участие в производственном процессе [3].

2. Недвижимость непроизводственного назначения (вспомогательная) – объекты, не принимающие непосредственного участия в производственном процессе, но наличие их необходимо для полноценной и эффективной работы всего предприятия (склады, АБК, столовая, подъездные пути, прочие здания и сооружения) [3].

3. Непрофильная недвижимость – объекты, в силу различных причин не участвующие ни в основной, ни во вспомогательной деятельности предприятия, к которой относятся:

- физически и морально устаревшие объекты,
- объекты, высвободившиеся из-за отсутствия фронта работ,
- объекты незавершенного строительства [3].

Общеизвестно, что главными задачами любого предприятия, являются минимизация расходов по владению и использованию объекта недвижимости и получение высокого и стабильного дохода. Следовательно, рациональный и грамотный подход к управлению объектами недвижимости предприятия – это залог повышения эффективности и качества эксплуатации.

Выводы. Учитывая различные виды объектов недвижимости, производимую ими продукцию, рынок сбыта, а также региональные особенности, мы можем сделать вывод о том, что на промышленных предприятиях нет системного подхода к эксплуатации и управлению объектами недвижимости, что приводит к снижению эффективности их использования и повышению эксплуатационных расходов. Подбором наиболее подходящих методов и их внедрением в структуру предприятия, с учетом вышеперечисленных особенностей, должен заниматься квалифицированный специалист, обладающий управленческими навыками, способный осуществлять постоянный мониторинг современного рынка недвижимости. Именно от его оперативных решений, зависит эффективность эксплуатации объекта недвижимости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Асаул А.Н., Карасев А.В., Экономика недвижимости, Учебное пособие. М.: МИКХиС, 2001.
2. Асаул А.Н., Абаев Х.С., Молчанов Ю.А. Управление, эксплуатация и развитие имущественных комплексов. СПб.: Гуманистика, 2007.
3. Кудрявцева Е.В. Недвижимость как актив предприятия: воздействие на производственную деятельность. Вестник Томского государственного университета. Томск 2010. № 335.

Abdullaeva S.S-B., Radjabova D.A.**FEATURES OF MANAGEMENT OF REAL ESTATE OBJECTS OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE IN MODERN CONDITIONS.**

The article is devoted to features of management of real estate objects of the industrial enterprise in modern conditions. Stages of the works relating to management of real estate of the industrial enterprises and also methods of improvement of quality of management have been considered. Considering different types of real estate objects, production made by them, a sales market, and also regional features, it is possible to draw a conclusion that at the industrial enterprises there is no system approach to operation and management of real estate objects. The qualified specialist has to be engaged in selection of the most suitable methods of management and their introduction in structure of the enterprise. The efficiency of operation of a real estate object depends from his operational decisions.

Key words: *real estate object, industrial enterprise, market, efficiency, operation, qualified specialist, methods of management.*

Абдуллаева Саида Сажид-Баталовна, магистрант кафедры экономического развития, маркетинга и бизнеса. Дагестанский государственный технический университет.
Адрес: Россия, 367000, Махачкала, ул. Шамиля, д.70.
E-mail: ass-b@mail.ru

Раджабова Дженнет Абуталибовна, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры экономического развития, маркетинга и бизнеса
Дагестанский государственный технический университет
Адрес: Россия, 367000, Махачкала, ул. Шамиля, д.70
E-mail: dgenn13@yandex.ru

Старикова М.С., канд. экон. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОЦЕНКА И НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТРАСЛЕЙ РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ*

s_ms@bk.ru

Необходимость и значимость оценки конкурентоспособности отраслей промышленности обусловлена их ролью в формировании устойчивого экономического роста страны. Следует констатировать, что при наличии разнообразных рекомендаций и качественных подходов к измерению, универсальной методики оценки отраслевой конкурентоспособности на данный момент не существует. Помимо общепринятых направлений оценки, основанных на ресурсном подходе, позволяющих измерить производственный, кадровый, финансовый, рыночный потенциал предприятий отрасли, в настоящее время в силу появления новых вызовов глобальной экономики, более остро встает необходимость измерения уровня развития инноваций, информационно-коммуникационных технологий, степени прогрессивности основных фондов как составляющих отраслевой конкурентоспособности. В статье представлена методика, основанная на консолидации данных отраслевой статистики и определяющая направления оценки, в рамках которых сопоставляются признаки результата и ресурсов. Представлены расчетные формулы определения отраслевой производительности, инновационности, экологичности, эффективности инвестиций, уровня использования ИКТ, прогрессивности основных фондов. Проведено сравнение уровня отраслевой конкурентоспособности за 2010–2014 гг. и выявлены отрасли с прогрессивным и регрессивным уровнем развития.

Ключевые слова: конкурентоспособность, отраслевая конкурентоспособность, экономические ресурсы, экономические результаты.

Введение. Управление отраслевой конкурентоспособностью как важная составляющая государственной промышленной политики строится как на международных, так и на внутренних сравнениях. Согласно М. Портера отрасль считается конкурентоспособной, если может выдержать конкуренцию с зарубежными производителями [1], то есть когда позиции предприятий сильны на внутреннем рынке и, одновременно, в структуре их продаж большую долю занимает экспорт. По мнению российских авторов, конкурентоспособность отрасли характеризует ее способность функционировать и развиваться в данном регионе, удовлетворяя существующий спрос на свою продукцию и способствуя росту экономики [2]. Исходя из данного определения критерием оценки конкурентоспособности отрасли становится соответствие выпускаемых товаров существующему спросу, а также уровень присутствия отечественных предприятий на рынках сбыта. Рудычев А.А. и Зеленский А.А. считают, что отраслевая конкурентоспособность определяется новизной основных фондов, инвестиционной привлекательностью, полноценностью маркетинговой деятельности, эффективностью управления инновациями, оптимальностью логистики, уровнем концентрации предприятий [3]. Часто рост конкурентоспособности российской промышленности связывается с ростом ее энергоэффективности [4], с инвестированием в человеческий капи-

тал [5], с внедрением технологических новаций [6] и распространением партнерских соглашений в инновационной сфере [7], с совершенствованием рыночного позиционирования выпускаемой продукции [8], со снижением коррупционных рисков [9], с увеличением уровня использования производственных мощностей [10], с реализацией стратегии импортозамещения [11], с оптимизацией отраслевых и межотраслевых логистических цепей [12], с ростом производительности труда [13]. Несмотря на важность развития указанных направлений, мы поддерживаем точку зрения авторов, настаивающих на необходимости многокритериальной оценки [14]. Существующие попытки оценить отраслевую конкурентоспособность основаны на сравнительном анализе подотраслей внутри индустрии [15] либо на динамическом комплексном анализе отдельных показателей развития ведущих предприятий отрасли [16]. Зачастую в качестве инструментария оценки развития отраслей используются методы стратегического планирования (SWOT-анализ, матрица БКГ и пр.), которые дают качественные, а не количественные оценки. Универсальной методики не создано, а используемые в различных исследованиях подходы основаны на точечных исследованиях, не позволяющих оценить изменение роли различных отраслей в формировании конкурентоспособности национальной экономики.

1 ЭТАП. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТРАСЛЕВОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ:

- оценка удельного объема отгруженных товаров i -той отрасли (Vu_i) производится по формуле:

$$Vu_i = \frac{V_i}{N_i} \quad (1)$$

где V_i – приходящийся на i -тую отрасль объем отгруженных товаров собственного производства, работ и услуг собственными силами; N_i – число предприятий, входящих в i -тую отрасль;

- измерение индекса удельного объема отгруженных товаров, работ и услуг i -той отрасли:

$$J_{Vu_i} = \frac{Vu_i}{Vu_{max}} \quad (2)$$

где Vu_{max} – максимальный показатель удельного объема отгруженных товаров среди рассматриваемых отраслей;

- оценка годового объема средств, выделяемых на оплату труда в i -той отрасли:

$$Vs_i = \frac{W_i \cdot 12 \cdot P_i}{N_i} \quad (3)$$

где W_i – среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций i -той отрасли; P_i – среднегодовая численность работников организаций i -той отрасли;

- измерение индекса удельного размера средств, выделяемых на заработную плату в организациях i -той отрасли:

$$J_{Su_i} = \frac{Vs_i}{Vs_{max}} \quad (4)$$

где Vs_{max} – максимальный показатель удельного размера средств, выделяемых на заработную плату среди рассматриваемых отраслей;

- оценка коэффициента отраслевой производительности:

$$K1_i = \frac{J_{Vu_i}}{J_{Su_i}} \quad (5)$$

При сравнении отраслей по коэффициенту отраслевой производительности наиболее конкурентоспособной считается та, для которой $K1 \rightarrow \infty$.

**2 ЭТАП. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОТРАСЛИ:**

- измерение индекса использования Интернет для коммуникаций с контрагентами в i -той отрасли:

$$J_{I_i} = \frac{I_i}{I_{max}} \quad (6)$$

где I_i – доля предприятий использующих Интернет в коммерческой деятельности в i -той отрасли, %; I_{max} – максимальный показатель доли использующих Интернет предприятий среди обследуемых отраслей;

- оценка удельных затрат на информационно-коммуникационные технологии в i -той отрасли:

$$Cu_i = \frac{C_i}{N_i} \quad (7)$$

где C_i – затраты организаций i -той отрасли на информационные и коммуникационные технологии;

- измерение индекса удельных затрат, выделяемых на ИКТ в организациях i -той отрасли:

$$J_{Cu_i} = \frac{Cu_i}{Cu_{max}} \quad (8)$$

где Cu_{max} – максимальный показатель удельного размера средств, выделяемых на ИКТ среди рассматриваемых отраслей;

- оценка коэффициента отраслевого уровня использования ИКТ:

$$K2_i = \frac{J_{I_i}}{J_{Cu_i}} \quad (9)$$

При сравнении отраслей по коэффициенту использования ИКТ наиболее конкурентоспособной считается та, для которой $K2 \rightarrow \infty$.

**3 ЭТАП. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ В ОТРАСЛИ:**

- оценка удельного объема инновационных товаров i -той отрасли (IPu_i) производится по формуле:

$$IPu_i = \frac{IP_i}{N_i} \quad (10)$$

где IP_i – приходящийся на i -тую отрасль объем инновационных товаров; N_i – число предприятий, входящих в i -тую отрасль;

- измерение индекса удельного объема инновационных товаров, работ и услуг i -той отрасли:

$$J_{IPu_i} = \frac{IPu_i}{IPu_{max}} \quad (11)$$

где IPu_{max} – максимальный показатель удельного объема инновационных товаров среди рассматриваемых отраслей;

- оценка удельных затрат на технологические инновации в i -той отрасли:

$$V_{IC_i} = \frac{IC_i}{N_i} \quad (12)$$

где IC_i – затраты организаций i -той отрасли на технологические инновации;

- измерение индекса удельных затрат на технологические инновации в организациях i -той отрасли:

$$J_{V_{IC_i}} = \frac{V_{IC_i}}{V_{IC_{max}}} \quad (13)$$

где $V_{IC_{max}}$ – максимальный показатель удельных затрат на технологические инновации среди рассматриваемых отраслей;

- оценка коэффициента инновационного развития отрасли:

$$K3_i = \frac{J_{IPu_i}}{J_{V_{IC_i}}} \quad (14)$$

При сравнении отраслей по коэффициенту инновационного развития наиболее конкурентоспособной считается та, для которой $K3 \rightarrow \infty$.

**4 ЭТАП. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ОТРАСЛЕВОЙ ЭКОЛОГИЧНОСТИ:**

- оценка удельного объема выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников (ASu_i), производится по формуле:

$$ASu_i = \frac{AS_i}{N_i} \quad (15)$$

где AS_i – приходящийся на i -тую отрасль объем выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников; N_i – число предприятий, входящих в i -тую отрасль;

- оценка удельного объема сброса сточных вод в поверхностные водоемы (WSu_i), производится по формуле:

$$WSu_i = \frac{WS_i}{N_i} \quad (16)$$

где WS_i – приходящийся на i -тую отрасль объем сброса сточных вод в поверхностные водоемы;

Рис. 1. Методика оценки отраслевой конкурентоспособности (начало)

- измерение индекса удельного объема выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников в i -той отрасли:

$$J_{ASu_i} = \frac{ASu_i}{ASu_{max}} \quad (17)$$

где ASu_{max} – максимальный показатель удельного объема выбросов в атмосферу загрязняющих веществ среди рассматриваемых отраслей;

- измерение индекса удельного объема сброса сточных вод в поверхностные водоемы в i -той отрасли:

$$J_{WSu_i} = \frac{WSu_i}{WSu_{max}} \quad (18)$$

где WSu_{max} – максимальный показатель удельного объема выбросов в атмосферу загрязняющих веществ среди рассматриваемых отраслей;

- оценка среднего индекса загрязнения окружающей среды для i -той отрасли:

$$J_{Su_i} = \frac{J_{ASu_i} + J_{WSu_i}}{2} \quad (19)$$

- оценка удельных затрат на экологические инновации в i -той отрасли:

$$V_{EC_i} = \frac{EC_i}{N_i} \quad (20)$$

где EC_i – затраты организаций i -той отрасли на экологические инновации;

- измерение индекса удельных затрат на экологические инновации в организациях i -той отрасли:

$$J_{V_{EC_i}} = \frac{V_{EC_i}}{V_{EC_{max}}} \quad (21)$$

где $V_{EC_{max}}$ – максимальный показатель удельных затрат на экологические инновации среди рассматриваемых отраслей;

- оценка коэффициента инновационного развития отрасли:

$$K4_i = \frac{J_{Su_i}}{J_{V_{EC_i}}} \quad (22)$$

При сравнении отраслей по коэффициенту экологичности наиболее конкурентоспособной считается та, для которой $K4 \rightarrow 0$. Связано это с тем, что показатель в числителе является не прямым, как ранее рассматриваемые в методике, а обратным.



5 ЭТАП. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГРЕССИВНОСТИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ В ОТРАСЛИ:

- измерение индекса износа основных фондов i -той отрасли:

$$J_{WT_i} = \frac{WT_i}{WT_{max}} \quad (23)$$

где WT_{max} – максимальный показатель износа основных фондов среди рассматриваемых отраслей; WT_i – уровень износа, регистрируемый в i -той отрасли;

- оценка удельной стоимости ввода в действие основных фондов организациями (Au_i) производится по формуле:

$$Au_i = \frac{A_i}{N_i} \quad (24)$$

где A_i – приходящийся на i -тую отрасль стоимость введенных в действие основных фондов организациями;

- измерение индекса удельной стоимости ввода в действие основных фондов организациями i -той отрасли:

$$J_{Au_i} = \frac{Au_i}{Au_{max}} \quad (25)$$

где Au_{max} – максимальный показатель удельной стоимости ввода в действие основных фондов среди рассматриваемых отраслей;

- оценка коэффициента прогрессивности основных фондов отрасли:

$$K5_i = \frac{J_{WT_i}}{J_{Au_i}} \quad (26)$$

При сравнении отраслей по коэффициенту прогрессивности основных фондов наиболее конкурентоспособной считается та, для которой $K5 \rightarrow 0$.



6 ЭТАП. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТРАСЛЕВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ:

- измерение индекса удельного веса убыточных организаций в i -той отрасли:

$$J_{Li} = \frac{L_i}{L_{max}} \quad (27)$$

где L_{max} – максимальный показатель удельного веса убыточных организаций среди рассматриваемых отраслей; L_i – удельный вес убыточных организаций в i -той отрасли;

- оценка удельных инвестиций в основной капитал (IAu_i) производится по формуле:

$$IAu_i = \frac{IA_i}{N_i} \quad (28)$$

где IA_i – приходящийся на i -тую отрасль размер инвестиций в основной капитал;

- измерение индекса удельных инвестиций в основной капитал в i -той отрасли:

$$J_{IAu_i} = \frac{IAu_i}{IAu_{max}} \quad (29)$$

где IAu_{max} – максимальный показатель удельных инвестиций в основной капитал среди рассматриваемых отраслей;

- оценка коэффициента отраслевой эффективности инвестиций:

$$K6_i = \frac{J_{Li}}{J_{IAu_i}} \quad (30)$$

При сравнении отраслей по коэффициенту эффективности инвестиций наиболее конкурентоспособной считается та, для которой $K6 \rightarrow 0$.



7 ЭТАП. ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТРАСЛИ:

$$K_i = \frac{K1_i + K2_i + K3_i}{K4_i + K5_i + K6_i} = \frac{\overline{Kpos}_i}{\overline{Kneg}_i} \quad (31)$$

где \overline{Kpos}_i – усредненный показатель всех коэффициентов, рассчитанных по прямым показателям; \overline{Kneg}_i – усредненный показатель всех коэффициентов, рассчитанных по обратным показателям.

Чем больше значение \overline{Kpos}_i , тем более конкурентоспособна отрасль по факторам производительности, инновационности и использования ИКТ. Чем выше \overline{Kneg}_i , тем слабее отрасль по факторам инвестирования, прогрессивности фондов и экологичности.

Рис. 2. Методика оценки отраслевой конкурентоспособности (окончание)

Методика. В основу методики предлагается заложить принцип оценки, существующий в ме-

тодиках оценки конкурентоспособности более простых, чем отрасль, объектов, предполагаю-

ций сравнение результативных признаков с признаками ресурсными (затратными). Конкретизация направлений оценки зависит от наличия сопоставимой отраслевой информации в открытых источниках.

Наиболее объективная база данных представлена в сборниках Росстата, которые обеспечивают полноту сбора сведений по анализируемым отраслям. Анализ имеющихся в них сведений позволил выявить следующие возможные направления оценки:

1. Оценка отраслевой производительности на основе расчета удельного объема отгрузки и средств, в среднем ежегодно направляемых организацией отрасли на заработную плату.

2. Оценка степени использования информационно-коммуникационных технологий, производимая на основе сравнения уровня использования сети Интернет и удельных затрат на информационно-коммуникационные технологии.

3. Оценка уровня инновационного развития отрасли, вычисляемого, исходя из среднего объема произведенной одним предприятием отрасли инновационной продукции и удельных затрат на технологические инновации.

4. Оценка экологичности отрасли (эффективности экологической политики), которая определяется путем сравнения удельного за-

грязнения окружающей среды и среднего размера затрат на экологические инновации, приходящиеся на одно предприятие.

5. Оценка прогрессивности основных фондов, рассчитываемая на путем сопоставления процента изношенных основных фондов с удельным показателем введенных основных фондов.

6. Оценка эффективности инвестиций в основной капитал, определяемая по показателям удельного веса убыточных предприятий в отрасли и удельных инвестиций в основной капитал

Обобщенная схема оценки приведена на рис. 1, 2.

Методология исследования конкурентоспособности основана на сравнении результативности работы среднестатистического предприятия отрасли. Поэтому в расчетах используются удельные показатели. Поскольку в расчетах показателей, интегрируемых из множества других, возникает проблема несопоставимости единиц измерения, предлагается на определенных этапах расчета переходить на индексные величины, используя технику «бенчмаркинга».

Основная часть. В результате апробации методики были получены шесть базовых коэффициентов отраслевой конкурентоспособности (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициенты, характеризующие конкурентоспособность отраслей российской промышленности

Виды экономической деятельности	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	0,278	0,295	2,183	1,11	1,663	1,109
Добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических	0,095	0,039	0,458	209,35	12,835	15,105
Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	0,199	0,023	2,705	4,51	80,277	43,581
Текстильное и швейное производство	0,079	0,003	2,276	0	512,073	192,008
Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви	0,081	0,003	4,222	0	270,83	19,91
Обработка древесины и производство изделий из дерева	0,114	0,002	0,963	4,67	128,829	148,752
Целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность	0,115	0,006	1,954	2,46	256,621	169,038
Производство кокса и нефтепродуктов	1	1	1	0,45	0,829	0,578
Химическое производство	0,187	0,04	1,013	1,82	22,091	9,526
Производство резиновых и пластмассовых изделий	0,153	0,007	4,087	0	87,476	101,313
Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	0,104	0,039	1,726	21,69	35,186	49,054
Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	0,193	0,021	2,375	2,12	37,14	42,205
Производство машин и оборудования	0,074	0,012	1,133	0	133,077	83,276
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	0,086	0,025	1,041	0	85,841	60,709
Производство транспортных средств и оборудования	0,116	0,102	3,395	0,1	14,599	10,284
Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды	1	0,051	0,14	28,24	11,646	14,615

Итоговые коэффициенты конкурентоспособности отраслей промышленности сведены в табл. 2.

Таблица 2

Итоговые коэффициенты конкурентоспособности отраслей промышленности

Виды экономической деятельности	2010	2011	2012	2013	2014
Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	1,091	3,016	0,839	0,643	1,215
Добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических	0,278	0,326	0,025	0,105	0,067
Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	0,570	0,458	0,305	0,238	0,267
Текстильное и швейное производство	0,404	0,192	0,206	0,302	0,378
Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви	0,574	0,261	0,609	0,333	0,774
Обработка древесины и производство изделий из дерева	0,530	0,569	0,377	0,502	1,133
Целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность	0,194	0,127	0,185	0,167	0,243
Производство кокса и нефтепродуктов	1,193	1,320	1,394	1,726	1,514
Химическое производство	0,746	0,789	0,267	0,544	0,715
Производство резиновых и пластмассовых изделий	0,381	0,371	0,285	0,414	0,674
Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	0,472	0,621	0,382	0,443	0,197
Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	0,640	0,434	0,225	0,284	0,508
Производство машин и оборудования	0,233	0,213	0,288	0,136	0,344
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	0,069	0,189	0,245	0,196	0,284
Производство транспортных средств и оборудования	0,427	0,592	0,439	0,369	0,448
Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды	0,151	0,090	0,092	0,070	0,252

Как показал анализ, наиболее производительными являются производство кокса и нефтепродуктов, производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды, добыча топливно-энергетических полезных ископаемых, металлургическое производство и производство готовых металлических изделий. Наиболее конкурентоспособными по уровню использования ИКТ являются производство кокса и нефтепродуктов, добыча топливно-энергетических полезных ископаемых, производство транспортных средств и оборудования. По уровню инновационного развития лидерами являются производство резиновых и пластмассовых изделий, производство кожи, изделий из кожи и производство обуви, производство транспортных средств и оборудования, производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака, металлургическое производство и производство готовых металлических изделий. Относительно высокий объем загрязнения характерен для добычи топливно-энергетических полезных ископаемых, для производства, передача и распределения электроэнергии, газа, пара и горячей воды, для производства кокса и нефтепродуктов. По уровню экологичности наименее конкурентоспособными являются добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических, производство, передача и рас-

пределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды, производство прочих неметаллических минеральных продуктов. По уровню прогрессивности основных фондов наименее конкурентоспособными являются текстильное и швейное производство, производство кожи, изделий из кожи и производство обуви, целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность, производство машин и оборудования, обработка древесины и производство изделий из дерева, производство резиновых и пластмассовых изделий. Наименее конкурентоспособными по результативности инвестирования в хозяйственную деятельность являются текстильное и швейное производство, целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность, обработка древесины и производство изделий из дерева, производство резиновых и пластмассовых изделий. Как свидетельствует динамика изменения показателей, наибольший рывок в наращивании конкурентоспособности за последние 5 лет совершили производство кокса и нефтепродуктов, добыча топливно-энергетических полезных ископаемых, производство кожи, изделий из кожи и производство обуви, целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность, производство резиновых и пластмассовых изделий, производство транспортных

средств и оборудования, производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды. Для остальных отраслей характерна стагнация, либо значительное ухудшение конкурентных позиций в российской экономике.

Выводы. Методика позволила сравнить отрасли промышленности в рамках единой системы показателей. Вместе с тем, в силу различия в масштабах деятельности, существования специфических отраслевых условий в ряде случаев измерения приводили к явному перевесу в пользу лидирующих по вкладу в ВВП направлений экономической деятельности. Существующие ограничения в разнообразии представляемых в статистических сборниках данных накладывали определенные требования к выбору показателей в предложенной методике оценки отраслевой конкурентоспособности. Остальные не менее важные направления оценки конкурентоспособности отрасли, как например, определение финансового и кадрового потенциала, невозможно на основе данных Росстата либо из-за невозможности интеграции показателей на уровне отрасли, либо по причине неполного представления данных. Выявлено, что наиболее сложно обеспечить объективность выводов сравнительного анализа таких направлений, как экологичность производств, степень внедрения и использования ИКТ. Ряд отраслей промышленности, представленных малым и средним бизнесом (например, мебельное производство) учитывается в статистических сборниках в прочих производствах, что делает невозможным получение отраслевых оценок. В целом, учитывая указанные лимитирующие факторы, методику можно использовать для большинства индустриальных направлений российской экономики.

**Статья подготовлена в рамках госбюджетной НИР №1623 базовой части государственного задания Минобрнауки России.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Портер М. Конкуренция: пер. с англ. М.: Вильямс, 2005. 608 с.
2. Гаврилова С.Н. Орлова Е.А. Конкурентоспособность отраслевого комплекса региональной системы // Экономика региона. 2007. № 4. С. 249–254.
3. Рудычев А.А., Зеленский А.А. Повышение конкурентоспособности предприятий промышленности строительных материалов // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. 2006. № 3. С. 19–21.
4. Куприянов С.В. Стратегические задачи макроэкономики и концепция энергоэффективности // Белгородский экономический вестник. 2013. № 2 (70). С. 3–5.
5. Дорошенко Ю.А., Бобова К.Н. Актуальные проблемы повышения инвестиционной привлекательности России // Белгородский экономический вестник. 2012. № 2 (66). С. 20–23.
6. Doroshenko Y.A., Somina I.V., Rijova A.S. Technological innovations in economic development: conceptual bases and practices of introduction into modern conditions // Middle East Journal of Scientific Research. 2013. Т. 17. № 9. С. 1337–1342.
7. Щетинина Е.Д. Концепция инновационного партнерства как способ повышения конкурентоспособности экономических систем // Белгородский экономический вестник. 2012. № 2 (66). С. 44–47.
8. Shchetinina E., Starikova M., Ponomareva T., Tumanov S. Peculiarity of market positioning of the food industry in Russia // Middle East Journal of Scientific Research. 2013. Т. 17. № 8. С. 1138–1148.
9. Каменский Е.Г. Коррупционные риски в структуре деструктивных факторов модернизации // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. № 4 (4). С. 55–61.
10. Дадалова М.В. Проблемы расширения производственных возможностей промышленных предприятий // Белгородский экономический вестник. 2015. № 4 (80). С. 167–171.
11. Миронова Д.Д., Лобунец В.С. Возможности реализации стратегии импортозамещения как приоритетного направления инновационного развития угольной промышленности Ростовской области // Успехи современной науки и образования. 2015. № 1. С. 40–43.
12. Быковский В.В. Причины и условия интегрирования микро-, мета- и мезологистических систем в макрологистические инфрасистемы // Успехи современной науки и образования. 2015. № 1. С. 20–22.
13. Старых С.А. Анализ динамики производительности труда в российской экономике // Успехи современной науки. 2016. Т. 2. № 2. С. 34–36.
14. Rudychev A.A., Nikitina E.A., Levchenko A.S. To the question about basic directions of enterprise competitiveness increase at the branch level // World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 24. № 12. С. 1707–1710.
15. Синявец Т.Д., Родина Л.А. Конкурентоспособность швейной промышленности на основе создания отраслевого кластера // Экономика региона. 2016. Т. 12. Вып. 1. С. 226–239.
16. Рудычев А.А., Никитина Е.А. Основные направления повышения конкурентоспособности предприятия на отраслевом уровне // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2013. № 7 (113). С. 37–40.

Starikova M.S.**EVALUATION AND IMPROVING COMPETITIVENESS OF RUSSIAN INDUSTRIES**

The need for and the importance of assessing the competitiveness of industries are determined by their role in shaping the sustainable economic growth of the country. It should be stated that in spite of existing a lot of recommendations and qualitative approaches to measurement in the latest researches the universal methodology for assessing the competitiveness of the industry at the moment does not exist. Common areas of assessment are based on the resource-based approach and allow to measure production, personnel, financial, market potential of the industry. But new challenges of the global economy more acutely raise the need to measure the level of innovation, information and communication technologies, the progressivity fixed assets as a component of industrial competitiveness. The paper presents a methodology based on industry statistics data consolidation and evaluation that compare results and resources. Presented formulas determining industry performance, innovation, sustainability, efficiency of investments, level of ICT use, progressiveness of fixed assets. A comparison of the level of competitiveness of the industry for the 2010-2014 allows identifying the industries with progressive and regressive level of development.

Key words: *competitiveness, industrial competitiveness and economic resources, economic results.*

Старикова Мария Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент.

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

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

E-mail: s_ms@bk.ru

*Щербакова М.И., магистрант,
Наумов А.Е., канд. техн. наук, доц.*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ НА КОММЕРЧЕСКУЮ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ИЖС

m.shcherbakova-94@mail.ru

В работе представлен методический подход к построению аналитической зависимости стоимости земельных участков, предназначенных для индивидуального жилищного строительства, от одного из ключевых показателей инфраструктурного развития территории – транспортной доступности жилищных массивов. Статистическая оценка факторов транспортной доступности производится методом корреляционно-регрессионного анализа на основе параметров маятниковой миграции. Представленное в работе аналитическое выражение позволяет усовершенствовать существующую практику управления рыночной стоимостью земельных участков ИЖС через анализ и изменение параметров их транспортной доступности. Рассмотренный показатель транспортной доступности входит в группу показателей инфраструктурной полноты территории, исчерпывающе и оперативно отражающую изменяющееся качество их развития. Положенный в основу экономического анализа влияния инфраструктурного насыщения территории на ее коммерческую привлекательность, предлагаемый методический подход позволяет осуществлять эффективное и рациональное землепользование и субурбанизацию современных российских городов.

Ключевые слова: индивидуальное жилищное строительство, транспортная доступность, маятниковая миграция, корреляционно-регрессионный анализ, экономическая эффективность инвестиционно-строительного проекта.

Введение. В настоящее время приоритетным направлением на рынке жилья становится формирование жилого сектора экономического класса, доступного основной части населения со средними доходами и отвечающего современным требованиям по качественным показателям [1, 2, 3, 4, 30]. Именно на нем предполагается сфокусировать поддержку спроса, финансирование ипотечных кредитов с помощью государства, кредитование строительства и насыщение рынка земельными участками.

Реализация проектов по развитию индивидуального жилищного строительства (ИЖС) требует крупных капиталовложений на долгосрочной основе, что обуславливает проблему обеспечения достаточности денежных средств и рационального их использования для достижения максимальной эффективности реализации проекта [5, 6, 7, 29, 41].

Для анализа эффективности финансирования инвестиционного проекта необходимо количественно оценить степень воздействия различных факторов, влияющих на уровень коммерческой привлекательности земельных участков, предназначенных для ИЖС. Такую оценку возможно провести методом корреляционно-регрессионного анализа, позволяющего рассмотреть и выявить связи между коммерческой привлекательностью ИЖС и одним из важнейших показателей инфраструктурного развития территории – транспортной доступностью жилых микрорайонов [8, 9, 10, 33, 34].

Методология. Коммерческая привлекательность инвестиционных вложений в индивидуальное жилищное строительство обуславливается количественными показателями, позволяющими выявить приоритетный объект инвестиций и определить общую экономическую эффективность инвестиционно-строительного проекта [11, 12, 13, 31, 39]. Важнейшей задачей количественной оценки является применение показателей качественного описания параметров развития жилищного строительства как функции множества переменных факторов, оцениваемых количественно [14, 15, 16, 35, 38, 40].

В работе предлагается рассмотреть полученное методом корреляционно-регрессионного анализа уравнение зависимости стоимости земельных участков под ИЖС от факторов их транспортной доступности. В свою очередь, изменение параметров транспортной доступности конкретных жилых микрорайонов позволит управлять ценой и спросом на земельные участки и повысить эффективность финансирования инвестиционно-строительных проектов [17, 18, 19, 36].

Основная часть. Для малоэтажного жилищного строительства основными факторами, обуславливающими транспортную доступность, являются параметры маятниковой миграции, которые вызывают значительные колебания стоимости пригородных земельных участков. В большей степени маятниковая миграция развивается в городских агломерациях, пригородных

зонах крупных городов и мегаполисах, являясь основным механизмом стремительного роста территории города и субурбанизации. Эффекты влияния маятниковой миграции на развитие города зависят от её интенсивности, а она, в свою очередь, от экономического потенциала города и развития транспорта [20, 21, 32, 37].

Рассмотрим параметры маятниковой миграции в пределах Белгородской агломерации, где процессы развития индивидуального жилищного строительства и субурбанизации идут наиболее активно.

На основе исследований транспортной инфраструктуры города Белгорода, проведенного Научно-проектным институтом «БелНИИПградостроительства», были получены данные, показывающие активность использования населением определенных транспортных связей между городом и ближайшими населенными пунктами. Таким образом, удалось выявить зону активного тяготения, определенную с помощью изохронограмм транспортной доступности по нормативным затратам времени (40 минут) на центростремительные поездки населения к городу [22].

Наибольшие потоки личного, пассажирского и грузового транспорта складываются на направлениях: г. Харькова (п. Майский, с. Репное), г. Шебекино (п. Разумное, п. Маслова Пристань), г. Корочи (п. Новосадовый, с. Ближняя и Дальняя Игуменка), г. Строитель (п. Северный), в Никольском (п. Дубовое, п. Таврово, с. Никольское) и Томаровском направлении (с. Стрелецкое) [23, 24].

Согласно материалам исследований, отправляются в Белгород и выезжают из Белгоро-

да на личном транспорте около 52 тыс. человек в сутки, в то же время маршрутным пассажирским транспортом около 41 тыс. человек (всего около 93 тыс. человек) [25, 26]. Данные показатели позволяют сделать вывод о высокой степени маятниковой трудовой, деловой, культурной миграции населения из пригородной зоны в город Белгород и обратно. Процент маятниковой миграции к численности населения города в настоящее время составляет около 25% [27].

В ходе исследования среди основных параметров маятниковой миграции для Белгородской агломерации, принятых в качестве факторных признаков, были выделены следующие: средняя скорость основных автомобильных потоков (км/ч), загруженность трасс (%) и уровень пробок на дорогах (баллы). Перечисленные данные были получены на основе статистической информации о состоянии дорожного движения в пригородной зоне г. Белгорода на момент наиболее интенсивных миграционных потоков – времени возвращения жителей из города в близлежащие поселки.

Также для главных направлений маятниковой миграции было проведено исследование предложений на рынке индивидуального жилищного строительства, где выборку составили земельные участки площадью 1500 кв. м. Таким образом, была определена средняя цена продажи участков под ИЖС для 6 пригородных населенных пунктов, которая является функцией от полученных независимых переменных.

Результаты статистической обработки данных представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Параметры транспортной доступности районов ИЖС в пределах
Белгородской агломерации**

Районы ИЖС	y	x_1	x_2	x_3
	Стоимость земельных участков, тыс. руб.	Средняя скорость движения, км/ч	Загруженность трасс, %	Пробки, баллы
Дубовое	2033	31	67	7
Майский	1275	42,5	80	6
Новосадовый	1425	37,5	80	5
Разумное	850	45	90	4
Северный	867	42,5	85	6
Стрелецкое	998	57,5	90	3

Аналитическая зависимость строилась на основе уравнения множественной линейной регрессии вида:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 \quad (1)$$

со статистическим обоснованием значимости полученной зависимости и обоснованности ис-

пользования каждой из независимых переменных $x_1 - x_3$.

Согласно полученным значениям парной корреляции, существует высокая степень зависимости результирующего фактора y от переменных $x_1 - x_3$. Причем наблюдается обратная зависимость стоимости земельных участков от средней скорости движения на дорогах. Значи-

тельный уровень пробок характерен для «дорогих» и наиболее востребованных жилищных массивов.

Предлагаемое уравнение множественной линейной регрессии с коэффициентами a_0 – a_3 :

$$y = 8135,40 - 0,83x_1 - 73,15x_2 - 166,45x_3 \quad (2)$$

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,997$ подтверждает высокий уровень корреляции выбранных факторов, задаваемой уравнением (2). Значимость $F = 0,00165$ для построенного урав-

нения меньше уровня значимости 0,05, что подтверждает допустимость уравнения (2). Р-значения коэффициентов a_i меньше 0,05 позволяют считать зависимость (2) статистически значимой.

Используя полученное уравнение (2), определим прогнозную цену на земельные участки в микрорайоне Юго-Западный 2.1, расположенном в 10 км от центра г. Белгорода, при уровне надежности 0,95 (табл. 2).

Таблица 2

Параметры транспортной доступности микрорайона Юго-Западный 2.1

x_1	x_2	x_3	y
Средняя скорость движения, км/ч	Загруженность трасс, %	Пробки, баллы	Стоимость земельных участков, тыс. руб.
45	76	7	1373,5

Прогнозная стоимость земельных участков составит 1 373 500 руб. Анализ рынка земельных участков для ИЖС в Юго-Западном 2.1 показал, что в среднем цена предложения колеблется около 1 350 000 руб. за 1500 кв. м [28]. Таким образом, зависимость (2) с приемлемой точностью отражает влияние параметров транспортной доступности земельных участков Белгородской агломерации, предоставляемых для ИЖС, на их стоимость.

Выводы. Согласно полученным данным, на коммерческую привлекательность районов ИЖС существенно влияет такой фактор транспортной доступности, как загруженность автодорог, ведущих в пригородные жилые массивы. Проверка полученного уравнения регрессии показала, что построенная модель с приемлемой точностью отражает исследуемый процесс, и возможно ее практическое применение для формирования эффективной системы финансирования проектов индивидуального жилищного строительства, в частности вложений в инфраструктурное развитие территории. Представленное в работе аналитическое выражение позволяет усовершенствовать существующую практику управления рыночной стоимостью земельных участков ИЖС через анализ и изменение параметров их транспортной доступности. Положенный в основу экономического анализа влияния инфраструктурного насыщения территории на ее коммерческую привлекательность, предлагаемый методический подход позволяет осуществлять рациональное землепользование и субурбанизацию современных российских городов с оптимальным расходованием средств государственного бюджета.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авилова И.П., Рыкова М.А., Шарапова А.В. К вопросу о повышении достоверности экономической оценки эффективности инвестиционно-строительного проекта // В сборнике: Перспективы развития науки и образования сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Тамбов, 2014. С. 8–10.
2. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. К вопросу об учете рисков при анализе эффективности инвестиционно-строительных проектов // В сборнике: Образование и наука современное состояние и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Тамбов, 2015. С. 180–183.
3. Мамзина Т.Ю., Наумов А.Е., Авилова И.П. Анализ и выбор наиболее привлекательного инвестиционно-строительного проекта с помощью расчета показателей экономической эффективности // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 23. № 2. С. 65–68.
4. Рыкова М.А. К вопросу об оптимизации денежных потоков инвестиционных проектов в недвижимость // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. 2009. Т. 29. № 2. С. 382–384.
5. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. К вопросу об учете рисков при анализе эффективности инвестиционно-строительных проектов // В сборнике: Образование и наука современное состояние и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Тамбов, 2015. С. 180–183.

6. Михайлюкова Я.Ю., Наумов А.Е. Инфраструктурная полнота как фактор повышения эффективности инвестиций в мультимедийные поселки // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 24. № 2. С. 80–84.
7. Щербакова М.И., Наумов А.Е. Оптимизация расходов на инфраструктурное насыщение территорий под индивидуальное жилищное строительство // В сборнике: Тенденции развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы международной научно-практической конференции. Саратов, 2016. С. 310–314.
8. Авилова И.П., Щенятская М.А. Управление эффективностью инвестиционно-строительных проектов через качественное состояние недвижимости // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. № 4. С. 141–145.
9. Ралко О.Г., Наумов А.Е., Голдобин А.Н. К вопросу о выборе эффективности метода управления объектом недвижимости // В сборнике: Наука и образование в жизни современного общества сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 18 частях. 2013. С. 136–138.
10. Наумов А.Е., Щенятская М.А., Товстий В.П. Качественные показатели объекта недвижимости как фактор экономической оптимизации организационно-технологических решений инвестиционно-строительного проекта // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2016. № 5. С. 202–206.
11. Рыкова М.А., Авилова И.П., Байдина О.В. Практические аспекты количественного учёта рисков при определении экономической эффективности инвестиционно-строительных проектов // Экономика и предпринимательство, 2014. №12 (ч. 4). С. 594–596.
12. Рыкова М.А., Авилова И.П., Байдина О.В. К вопросу о совершенствовании понятийно-методологического аппарата инвестиционной деятельности в недвижимости // Экономика и предпринимательство. 2014. №12 (ч. 4). С. 588–590.
13. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е., Товстий В.П. Инфраструктурная полнота застройки как фактор эффективности реализации инвестиционно-строительного проекта // Мир науки и инноваций. 2016. Т. 7. № 1 (3). С. 46–49.
14. Авилова И.П. Повышение экономической эффективности инвестиционно-строительных проектов через управление технологическими рисками подрядчиков // Экономические науки. 2007. № 35. С. 177–180.
15. Авилова И.П., Рыкова М.А. Использование внутренней нормы доходности в качестве критерия экономической эффективности инвестиционных проектов // Строительные материалы. 2007. № 8. С. 77.
16. Щербакова М. И., Наумов А. Е. Методика оценки сложности инфраструктурного освоения территорий для развития ИЖС // Современные тенденции развития науки и технологий. Белгород, 2015. № 8, часть I. С. 86–91.
17. Шершнева О.М., Наумов А.Е. Обеспечение доступным и комфортным жильем жителей Белгородской области на 2014–2020 годы // Экономика и социум. 2015. № 2-5 (15). С. 111–114.
18. Клименко Д.И., Щенятская М.А. Минимально необходимая инфраструктура для строительства жилого микрорайона в чистом поле // Вестник научных конференций. 2016. № 3-1(7). Наука и образование в жизни современного общества: по материалам международной научно-практической конференции 31 марта 2016 г. Часть 1. С. 69–73.
19. Щенятская М.А., Товстий В.П., Сысоева М.А., Мишина О.О. Методические аспекты разрешения конфликта критериев экономической оценки эффективности инвестиционно-строительных проектов // Вестник научных конференций. 2016. № 5-4(9). Вопросы образования и науки: по материалам международной научно-практической конференции 31 мая 2016 г. Часть 4. С. 328–332.
20. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. Содержательный аспект понятий жилой и коммерческой недвижимости // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). Наука и образование в XXI веке: по материалам международной научно-практической конференции 29 января 2016 г. Часть 5. С. 213–216.
21. Галай О.А., Авилова И.П. Государственная поддержка индивидуального жилищного строительства в Белгородской области // Наука и образование в жизни современного общества: сб. научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 декабря 2014 г.: в 12 частях. Часть 4. Тамбов, 2015. С. 21–24.
22. Горожанкина Г.В., Королёв А.С. Анализ основных и обеспечивающих факторов развития Белгородской агломерации // Управление городом: теория и практика. 2014. № 1 (12). С. 21–24.
23. Шершнева О.М., Авилова И.П. Формирование портфеля социального арендного жилья Белгородской области // Современные

подходы к трансформации концепций государственного регулирования и управления в социально-экономических системах: сборник научных трудов 4-й Международной научно-практической конференции 18-19 февраля 2015 года / Отв. редактор Горохов А.А. Курск, 2015. С. 469–472.

24.Щербакова М.И., Наумов А.Е. Оценка эффективности государственного участия в проектах освоения новых территорий при ИЖС // В сборнике: VII Международный молодежный форум «Образование, наука, производство» БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2015. С. 4424–4429.

25.Шевчук Я.А., Авилова И.П. Социальная эффективность инвестиционных проектов в недвижимости // Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 июня 2015 г. Том 4. Тамбов, 2015. С. 153–155.

26.Галай О.А., Авилова И.П., Капустина Е.О. Сравнительная оценка ликвидности жилой недвижимости на примере г. Белгорода // Научные исследования и разработки молодых ученых. 2015. № 5. С. 205–208.

27.Соколова Н.Ю., Щенятская М.А. Инвестиционная привлекательность недвижимости как фактор активизации инвестиционной деятельности // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова. Белгород, 2015. С. 4076–4080.

28.Капустина Е.О., Щенятская М.А. Эффективные инструменты продажи недвижимости на незавершенном этапе строительства // Вестник научных конференций. 2016. № 3-1(7). Наука и образование в жизни современного общества: по материалам международной научно-практической конференции 31 марта 2016 г. Часть 1. С. 67–69.

29.Сергеева О.А., Щетинина Е.Д., Щенятская М.А. К вопросу о трактовке понятия инвестиционного климата // Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 апреля 2015 г.: в 14 томах. Том 4. Тамбов, 2015. С. 125–128.

30.Погорелова Ю.В., Авилова И.П. Экспертиза обоснованности тарифов управляющих и сбытовых компаний // Современные подходы к трансформации концепций государственного регулирования и управления в социально-экономических системах: сборник научных трудов 4-й

Международной научно-практической конференции 18-19 февраля 2015 года / Отв. редактор Горохов А.А. Курск, 2015. С. 297–301.

31.Линкова А.П., Щенятская М.А. Направления повышения рентабельности физкультурно-оздоровительных комплексов в России // В сборнике: VII Международный молодежный форум «Образование, наука, производство» БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2015. С. 3896–3900.

32.Грабовый П.Г., Авилова И.П., Барин В.Н., Верстина Н.Г., Рыкова М.А., Борисов А.Н., Грызлов В.С., Кириллова А.Н. и др. Сервейинг: организация, экспертиза, управление / учебник : в 3-х частях // Москва, 2015. Том 3. Управленческий модуль системы сервейинга. 552 с.

33.Щенятская М. А. Анализ экономической эффективности инвестиционно-строительных проектов с учетом индивидуального рисков окружения: учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 108 с.

34.Авилова И.П., Никитина Е.А., Рыкова М.А. Основы управления недвижимостью: учебное пособие / ред. П. Г. Грабовый / М-во образования и науки Российской Федерации, Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. Белгород, 2012. 138 с.

35.Рыкова М.А. Качественное состояние объектов недвижимости в оценке экономической эффективности инвестиционно-строительных проектов. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. — 126 с.

36.Рыкова М.А. Эндогенный подход к квалиметрии рисков инвестиций в недвижимость // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. 2009. № 1 (29). С. 335–338.

37.Байдина О.В., Дорошенко Ю.А., Авилова И.П. Стратегическое обеспечение инвестиционной привлекательности региональной экономики. Белгород, 2010. 125 с.

38.Авилова И.П., Дорошенко Ю.А., Бухонова С.М. Инвестиционное обеспечение субъектов малого бизнеса / ред. А.В. Серебрянский. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. 184 с.

39.Дорошенко Ю.А., Авилова И.П. К вопросу о назначении ставки дисконтирования при оценке эффективности инвестиционных проектов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика, 2007. Т. 4. № 8. С. 169–172.

40.Gusakova E. A., Rykova M. A., Doroshenko Ju. A., Solovjova I. A. Organizational and Economic Models of Low-Rise Building in the Region

Sustainable Development Strategy // International Business Management. 2015. Vol. 9 (4). P. 613–619.

41. Abakumov R.G., Avilova I.P., Ursu I.V., Kapustina E.O. Methodical Toolkit of Managing

Reproduction of the Fixed Assets of an Organization // The Social Sciences. 2015. Vol. 10 (6). P. 1449–1455.

Shcherbakova M.I., Naumov A.E.

IMPACT OF FACTORS OF TRANSPORT ACCESSIBILITY OF INDIVIDUAL HOUSING AREAS ON THEIR COMMERCIAL ATTRACTIVENESS

This paper presents a methodical approach to the construction of analytical dependence of cost land designated for private housing areas and their transport accessibility. Statistical Evaluation of transport accessibility factors produced by regression analysis on the basis of commuting options. Presented in the paper analytical expression allows to improve the existing management practices of the private housing land market through the analysis and operating of parameters of transport accessibility. Considered indicators of transport accessibility is part of a group of indicators of the completeness of the infrastructure area, comprehensively and promptly reflect the current state of quality of their development. Formed the basis of economic analysis of commercial attractiveness of suburban areas on the base of their infrastructure, the proposed methodological approach allows efficient and rational use of land and the suburbanization of modern Russian cities.

Key words: individual housing construction, transport accessibility, commuting, correlation and regression analysis, cost-effectiveness of investment and construction project.

Наумов Андрей Евгеньевич, кандидат технических наук, заведующий кафедрой экспертизы и управления недвижимостью.

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

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

E-mail: andrena@mail.ru

Щербакowa Марина Игоревна, магистрант кафедры экспертизы и управления недвижимостью.

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

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

E-mail: m.shcherbakova-94@mail.ru

Атуева Э.Б., канд. экон. наук, доц.,
Абдулгамидов М.А., магистрант
Дагестанский государственный технический университет

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ИПОТЕЧНЫХ ПРОГРАММ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ ПАЕВОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН

enara555@yandex.ru

Отсутствие законодательного регулирования в области строительства жилья способствовало тому, что многие строительные компании начинали строительство домов, имея лишь 10 % необходимых средств. Все зависело от продаж квартир будущим жильцам или получения кредитов. Первые покупатели сильно рисковали и могли достаточно долго ждать, пока будет продано достаточно прав на квартиры для достройки всего дома. Имело место отсутствие контроля целевого финансирования. Образование организационно-экономического механизма, включающего в себя ипотечное кредитование и паевое инвестирование, – сегодня актуальная тема для исследования в современных условиях российского рынка строительства жилья.

Ключевые слова: жилищное строительство, ипотека, паевое инвестирование, закрытые паевые инвестиционные фонды, ипотечные программы, Республика Дагестан.

Еще совсем недавно до 80 % строительства нового жилья финансировалось конечным потребителем, непосредственно лицами, которые должны были жить в квартирах новостроек.

Отсутствие законодательного регулирования на практике в данной области способствовало тому, что многие строительные компании начинали строительство домов, имея лишь 10 % необходимых средств, которых было достаточно только на установление ограждения и земельные работы.

На следующем этапе все зависело от продаж квартир будущим жильцам или получения кредитов. Получался некий принцип жилищных кооперативов: продали права на несколько квартир – построили этаж – далее стройка возобновлялась, когда поступали новые вложения от продажи еще не построенных этажей. В такой ситуации, первые покупатели сильно рисковали и могли достаточно долго ждать, пока будет продано достаточно прав на квартиры для достройки всего дома.

Следующей неприятностью было отсутствие контроля целевого финансирования. В результате деньги, собранные от продажи прав на квартиры в доме А, застройщики направляли на покупку новой площадки под дома Б и В, планируя потом с дальнейших продаж, достроить все дома. Естественно, что такая ситуация на строительном рынке не могла не закончиться чередой громких скандалов с обманутыми дольщиками.

После принятия Федерального закона № 214-ФЗ "Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федера-

ции" государство вело политику перемещения потребительского капитала на более поздние этапы. Идеальной ситуацией стало бы приобретение физическими лицами квартир уже на вторичном рынке, когда деньги меняются на готовый товар, а не на обещание построить квартиру.

Позднее альтернативой потребителю стали кредитные (в основном банки) и инвестиционные (в основном ЗПИФ недвижимости) средства.

Образование организационно-экономического механизма, включающего в себя ипотечное кредитование и паевое инвестирование, – сегодня актуальная тема для исследования в современных условиях российского рынка строительства жилья.

Также все больше отечественных и зарубежных специалистов обращают внимание на возможности использования паевых инвестиций в рамках ипотечных жилищных программ. Тем не менее многообразие реализуемых социальных программ по развитию жилищного строительства и полученные результаты не соответствуют заданным направлениям социально-экономической политики органов власти России. Такая ситуация является следствием того, что на сегодняшний день скудно разработан экономический инструментарий повышения доступности ипотечных программ жилищного строительства на основе паевого инвестирования.

Следовательно, задачей настоящего исследования выступает поиск эффективных механизмов реализации национальных ипотечных программ жилищного строительства [2] на основе паевого инвестирования.

Определение механизма интеграция ипотечного кредитования и паевого инвестирования осуществлено в рамках Концепции развития унифицированной системы рефинансирования ипотечных жилищных кредитов в России, утвержденной Правительством РФ. [1] Использование закрытых паевых инвестиционных фондов дает возможность привлечь средства пенсионных фондов и страховых компаний на рынок жилищного строительства. Тем более, необходимость практического разрешения проблемы повышения эффективности развития первичного рынка жилья на основе закрытых паевых инвестиционных фондов назрела остро как никогда.

Интеграция закрытых паевых инвестиционных фондов в ипотечные программы жилищного строительства способствует значительно уменьшить инвестиционные риски на рынке недвижимого имущества. Функционирование такого механизма может явиться каркасом в формировании муниципальных программ строительства жилья и стимулом в организации участия в них населения в качестве инвесторов.

Таким образом, совершенствование проведения муниципальной политики жилищного строительства является структурированным подходом к планированию инвестициями. Такая цель может быть решена только посредством использования закрытых паевых инвестиционных фондов (ЗПИФ) в ипотечных программах.

Крупные инвесторы строительного рынка могут внедрить ЗПИФ в свои бизнес-планы для формирования эффективного управления строительными проектами и распределения денежных средств для финансирования различных строительных объектов. Место и роль ЗПИФа в финансовых цепочках могут быть разными, их можно определить на стадии переговоров с управляющей компанией в зависимости от организации бизнеса, потребностей и поставленных целей [3].

Примером может послужить следующая организация бизнеса с использованием фонда. Основная (материнская) компания учреждает ЗПИФ недвижимости и становится 100 %-ным пайщиком фонда. Направления и объемы использования средств фонда как на фондовом рынке, так и при финансировании строительства, определяются инвестиционной декларацией. Объем фонда формируется учредителем в зависимости от размера инвестиций, необходимых для финансирования проектов.

На следующем этапе сумма финансирования фонда достигается за счет увеличения дополнительного размещения паев. Основная компания создает/приобретает отдельные компании (ЗАО, ООО) под конкретный проект (проекты).

Такие компании готовят проектную документацию, получают право на строительство и права на землю. После выполнения надлежащих предпроектных и проектных работ ЗПИФ заключает инвестиционный договор или договор долевого участия с данной компанией и приступает к финансированию строительства жилья. При временном отсутствии потребности в финансировании проектов свободная часть средств фонда может инвестироваться в активы, разрешенные инвестиционной декларацией фонда. Окончив строительство, управляющая компания реализует объекты из фонда. Доход от продажи объектов из ЗПИФа налогом не облагается. По согласованию с пайщиком часть прибыли фонда может быть выплачена в виде инвестиционного дохода, например, для покрытия расходов на создание и финансирование проектных компаний. Оставшиеся средства реинвестируются в другие проекты.

Именно данная технология работы с ЗПИФом позволит избежать построения холдинговой структуры с сохранением контроля и управления, так как основные финансовые потоки, обслуживающие строительство, проходят через ЗПИФ, а "материнская" компания является 100 %-ным пайщиком фонда. При этом отсутствует аффилированность бенефициаров с проектами, финансируемыми фондом. ЗПИФ разрешает устанавливать периоды и объем прибыли от реализации проектов, направляемой в основную компанию, в зависимости от ее целей и потребностей. При долгосрочном функционировании ЗПИФа прибыль увеличивается за счет реинвестирования сэкономленной прибыли от реализации проектов и инвестирования на фондовом рынке.

Также возможно использование фондов для формирования и реализации корпоративных или муниципальных жилищных программ. Здесь фонд недвижимости может быть инструментом аккумулирования средств и инвестирования строительства жилья под конкретную аудиторию, определенную учредителем жилищной программы.

В данном механизме интеграции выполнение строительства и контроль осуществляет управляющая компания ЗПИФа, а выбор объекта инвестирования и определение параметров объектов недвижимости - управляющая компания совместно с представителями учредителя программы. При приобретении участником программы квартиры у ЗПИФа ему предоставляется скидка от рыночной цены в зависимости от кадровой политики учредителя программы. В этом случае может использоваться ипотечное кредитование. При этом выданные в рамках програм-

мы кредиты могут рефинансироваться через другой ЗПИФ (относящийся к категории ипотечных). Учредитель программы предоставляет сотруднику льготы в случае получения ипотечного кредита (оплата части первоначального взноса, части процентов и т. д.).

Перечень, размер и условия предоставления учредителем социальной поддержки работников разрабатываются и утверждаются учредителем программы. Квартиры, не выкупленные участниками, могут реализовываться сторонним покупателям по рыночной цене, что снижает финансовую нагрузку на учредителя программы.

Исследуя возможности интеграции паевых инвестиционных фондов недвижимости в реализации национальных инвестиционных жилищных проектов в настоящее время, мы пришли к выводу, что сегодня существует большое количество паевых инвестиционных фондов, отличающихся друг от друга как объектами инвестиционной деятельности, так и схемой взаимодействия между участниками инвестиционного процесса. Тем не менее в целом такая система позволяет формировать систему эффективной реализации программ жилищного строительства. Кроме того, ипотечный фонд привлекателен для инвесторов, заинтересованных в долгосрочных инвестициях, - в первую очередь для негосударственных пенсионных фондов. Инвестиции в ипотечные фонды при определенной, прозрачно рассчитываемой доходности имеют минимальные риски, сравнимые с рисками государственных бумаг. В ипотечном фонде важной особенностью является возможность переложения риска дефолта заемщика на банк, который выдал ему кредит, а значит, для инвестора этот риск сводится к нулю.

Важно отметить, что ипотечные фонды, аккумулирующие долгосрочные инвестиции, будут способствовать широкому распространению ипотечных ценных бумаг, а главное, ускорят появление рынка вторичных залогов. Схема работы ипотечного ПИФа следующая: физическое лицо - заемщик получает ипотечный кредит в банке, который, в свою очередь, оформляет залоговую и продает ее по номиналу ипотечному ПИФу. Следовательно ежемесячные проценты, которые уплачивает заемщик, становятся доходом пайщиков фонда.

Теперь обозначим основные виды достигаемых целей при использовании ЗПИФов для разных субъектов инвестиционных отношений:

- стоимостные цели - ожидаемые в будущем финансовые результаты (прибыль, ценность капитала, доходность, поток денежных поступлений и др.);

- потребительские цели - достижение определенных материальных целей посредством реализации производственных задач (жилищное строительство, реконструкция зданий и сооружений, коммерческая недвижимость и др.); социальные цели - социальная ответственность субъекта предпринимательской деятельности перед обществом (разработка проекта и его реализация в соответствии с социальной и исторической установкой общества, задачи по защите окружающей среды, ландшафтно-композиционные особенности территории и др.).

Как мы убедились, деятельность анализируемых фондов содействует реализации интересов всех участников инвестиционного процесса. Однако специфические особенности фондов могут как способствовать повышению эффекта от их деятельности, так и в ряде случаев снижать вероятность достижения поставленных задач.

Применение функционирования ЗПИФов обосновано к тому же тем, что ликвидирование паев делается лишь по окончании срока выполнения обязательств, что содействует стабилизации численности вкладывательных сбережений и средств, пребывающих в доверительном управлении, и позволяет воплотить и сбыть долгие проектные замыслы на рынке первичного жилья.

Главной изюминкой такого механизма интеграции является то, что в ипотечных программах используются паевые инвестиционные фонды двух категорий: закрытые паевые инвестиционные фонды недвижимости и закрытые ипотечные паевые инвестиционные фонды. ЗПИФы имеют право заключать любые сделки на рынке недвижимости, и в данном случае основной доход фонда складывается из прибыли, получаемой за счет эксплуатации и строительства объектов недвижимости. Инвестиции в недвижимость дает получать высокие доходы. Однако следует понимать, что в данном случае возможны риски, которые могут негативно сказаться на конечном результате инвестиционного процесса. Однако, когда речь идет об инвесторах, заинтересованных в долгосрочных инвестициях, возможны минимальные риски, сравнимые с рисками государственных ценных бумаг, так как основная деятельность связана с выкупом залогов у банка на объекты недвижимости и получением процентов на стоимость кредита в качестве дохода в процессе функционирования фонда. При ликвидации фонда банк выкупает залоговые у фонда на заранее оговоренных условиях.

Сегодня имеет практика применения комбинирования закрытых паевых инвестиционных фондов. Это позволяет управляющей компании

принимать управленческие, организационные и экономические решения в рамках одного объекта инвестирования, что дает возможность эффективно управлять инвестиционным процессом.

Так как жилищные программы сегодня непосредственно связаны с ипотечными государственными программами, следует остановиться на особенностях расчета ипотечной ставки.

Для формирования ипотечной ставки необходим расчет, взаимная увязка и оптимизация экономических параметров, по которым определяются ее размер и структура инвестиций.

Алгоритм расчета основных параметров ипотечного кредитования с учетом экономических показателей закрытых паевых инвестиционных фондов позволяет определить экономическую эффективность от совместного функционирования закрытого ипотечного паевого инвестиционного фонда и банка - участника ипотечной программы в рамках общего комплексного механизма интеграции ипотечного кредитования и паевого инвестирования.

Полученные количественные показатели основных параметров зависят от многих факторов, увязать которые в единую систему предлагается посредством разработки экономикоматематической модели формирования ставки ипотечного кредита.

Такая модель предполагает использовать следующие параметры ипотечной программы:

1 группа - неизменяемые параметры, значения которых устанавливаются субъектами ипотеки в виде констант. Эти значения определяются исходя из объема ресурсов субъекта, ценовой ситуации на рынках жилья или по статистическим данным;

2 группа - параметры, значения которых можно изменять только в сторону снижения, т.к. они отражают максимальный размер внутренних ресурсов субъекта (размер кредитных средств, объем строительства нового жилья);

3 группа - регулируемые параметры, которые могут изменяться в определенных пределах.

Что касается организационного механизма, основанного на совместном функционировании ипотечной программы и закрытых паевых инвестиционных фондов, возможно уменьшение значений следующих параметров: риск ликвидности; риск залога недвижимости, находящейся в стадии строительства; затраты на оценку объекта залога и надежности строительной компании.

Такие возможности обусловлены особенностями синхронизации работы закрытого паевого инвестиционного фонда недвижимости и закры-

того ипотечного паевого инвестиционного фонда, а также деятельности банка по выдаче ипотечных кредитов.

Банки и управляющие компании заинтересованы, чтобы дом был достроен в любом случае, потому что при неблагоприятной конъюнктуре рынка можно не получить прибыль, а при остановке строительства потерять все средства. Институциональные инвесторы способны профессионально проанализировать имеющиеся документы по стройке, финансовое состояние застройщика, следить за целевым использованием выделяемых средств, вовремя заметить возникающие проблемы и в крайнем случае профинансировать окончание строительства дома. [3] Следовательно, институциональные инвесторы должны стать некой гарантией окончания строительства дома, а конечный потребитель данного жилья по ипотечной программе банка реализует свои потребности в сфере недвижимости и улучшения жилищных условий. Банк, выдавая ипотечный кредит, получает возможность через короткий промежуток времени получить обратно выданные средства за счет выкупа закладной закрытым ипотечным паевым инвестиционным фондом.

Данный фонд получает доход в результате получения платежей по кредиту от покупателя жилья. Пайщики получают доходы в процентах от прибыли от деятельности управляющих компаний своих фондов.

Как мы видим, такой механизм интеграции отличается мобильностью и высокой степенью взаимодействия между всеми участниками инвестиционных процессов, а также является наиболее сложным с точки зрения координации их работы. Поэтому эффективность предлагаемой интеграции будет во многом зависеть от наличия рисков и неопределенностей при его реализации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Концепция развития унифицированной системы рефинансирования ипотечных жилищных кредитов в России (Доклад на заседании Правительства Российской Федерации 30 июня 2005 года).

2. Постановление от 22 декабря 2014 года №661 Об утверждении государственной программы Республики Дагестан "Развитие жилищного строительства в Республике Дагестан" (в редакции Постановлений Правительства Республики Дагестан от 18.12.2015 № 347, от 03.02.2016 №18).

3. Шемендюк Роман, Генеральный директор ООО "УК КапиталЪ ПИФ"

4. <http://www.rcb.ru/rcb/2007-07/8266/> Федеральный закон Российской Федерации от 29.11.2001 г. №156-ФЗ «Об инвестиционных фондах» (ред. от 03.12.2011 г.).

5. Порядок ведения реестра ПИФа установлен Постановлением ФКЦБ от 27 апреля 2002 г. № 14/пс "Об утверждении порядка ведения реестра паевых инвестиционных фондов" // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. М.: Юридическая литература, 2002. № 24. С. 104–107.

6. Постановление ФКЦБ от 27 апреля 2002 г. № 15/пс "О минимальной стоимости имущества, составляющего паевой инвестиционный фонд, по достижении которой паевой инвестиционный фонд является сформированным" // Там же. № 23. С. 122.

7. Постановление от 11 января 2000г. N 28 «О мерах по развитию системы ипотечного жилищного кредитования в Российской Федерации и Правительство Российской Федерации», (в ред. Постановлений Правительства РФ от 12.04.2001 N 291, от 08.05.2002 N 302).

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 04.07.2002 № 495 «Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по управлению инвестиционными фондами, паевыми инвестиционными фондами и негосударственными пенсионными фондами».

9. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.07.2002 № 564 «О типовых правилах доверительного управления закрытым паевым инвестиционным фондом».

10. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.10.2004 № 562 «Об утверждении типовых правил доверительного управления ипотечным покрытием».

11. Постановление ФКЦБ России от 27.04.2002 № 15/пс «О минимальной стоимости имущества, составляющего паевой инвестиционный фонд, по достижении которой паевой инвестиционный фонд является сформированным».

12. Постановление ФКЦБ России №40/пс от 09.10.2002 «О регулировании деятельности специализированных депозитариев акционерных инвестиционных фондов, паевых инвестиционных фондов и негосударственных пенсионных фондов».

13. Постановление ФКЦБ России от 18 февраля 2004 г. N 04-5/пс «О регулировании деятельности управляющих компаний акционерных инвестиционных фондов и паевых инвестиционных фондов»

14. О внесении изменений в Федеральный закон «Об инвестиционных фондах» и отдельные законодательные акты Российской Федерации от 06.12.2007 № 334-ФЗ (ред. от 01.01.2014) // Информационно-правовой портал Консультант Плюс www.consultant.ru

15. Абрамов А.Е. Инвестиционные фонды: доходность и риски, стратегии управления портфелем, объекты инвестирования в России. – М.: Альпина Паблишер, 2012. – 424 с.

16. Абрамов С.И. Управление инвестициями в основной капитал. М.: Издательство «Экзамен», 2012. 544 с.

Atueva E.B., Abdulgamidov M.A.

WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF IMPLEMENTATION OF THE NATIONAL PROGRAMS OF MORTGAGE HOUSING CONSTRUCTION ON THE BASIS OF THE SHARE OF INVESTMENT IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN

The lack of legal regulation in the area of housing contributed to the fact that many construction companies began building homes with only 10% of the necessary funds. Everything depended on the sales of apartments to prospective tenants or obtaining loans. The first customers took a big risk and could have long enough to wait for enough sold the rights to the apartment for the completion of the house. There was a lack of control of the target funding. The formation of the organizational-economic mechanism, which includes mortgage lending and equity investing, is today a relevant topic for research in modern conditions of the Russian market of housing construction.

Key words: residential construction, hypothec, mutual investment, closed mutual funds, mortgage programs, Republic of Dagestan

Атуева Энара Будурсултановна, кандидат экономических наук, доцент.

Дагестанский государственный технический университет.

Адрес: Россия, 367030, Махачкала, пр. И.Шамиля, 70.

E-mail: enara555@yandex.ru

Абдулгамидов Мурад Абдулганиевич, магистрант.

Дагестанский государственный технический университет.

Адрес: Россия, 367030, Махачкала, пр. И.Шамиля, 70.

E-mail: murad_768@mail.ru

**Рамазанова З.Т., магистрант,
Раджабова Д.А., канд. экон. наук
Дагестанский государственный технический университет**

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ИНВЕСТИРОВАНИЯ РЫНКА НЕДВИЖИМОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

zammmina@mail.ru

В своей новейшей истории Российская Федерация столкнулась с невероятно сложными испытаниями. Западные санкции, падение цен на нефть, высокие темпы инфляции, конфликт на Украине, присоединение Крыма, девальвация рубля и общий экономический спад – вот список того, с чем столкнулась Россия в 2014 году. Все эти события, как следствие, способствовали значительному подрыву доверия к экономике страны со стороны инвесторов и сокращению объемов инвестирования. К концу года объем инвестиций в Россию уменьшился более чем в два раза, значительно пострадал рынок жилой и коммерческой недвижимости. Анализ тенденция отражает резкое снижение уровня инвестиций во всех сегментах российского рынка недвижимости в 2014–2015 гг., в особенности иностранных. Наблюдается резкое снижение уровня инвестиций в регионы. Таким образом, в данной работе предложены меры по повышению уровня привлекательности российского рынка недвижимости для отечественных и зарубежных инвесторов.

Ключевые слова: экономика, инвестиции, рынок недвижимости, коммерческая и жилищная недвижимость, строительство.

Введение. Анализируя экономику России за последние 3–5 лет, можно констатировать тот факт, что рынок недвижимости определенно испытывает некоторые трудности, которые связаны, к примеру, со снижением уровня ВВП, низкими доходами населения, сокращением инвестиционной активности [1].

Постепенное восстановление экономики России после кризиса 2008–2009 гг. резко сменилось стагнацией 2014 года и дальнейшим падением в течение всего 2015 года из-за снижения цен на российский газ и нефть. Неустойчивая экономическая обстановка повлияла на снижение таких важных показателей как оборот розничной торговли, инвестиции в основной капитал, индекс промышленного производства.

Основная часть. Отток иностранных и отечественных инвестиций из России начался ещё в 2014 году, после введения санкций и ухода с отечественного рынка крупных зарубежных

компаний. В соответствии с данными государственной статистики объем инвестирования в Россию сократился с 69219 млрд. долл. в 2013 году до 22857 млрд. долл. в 2014 году (табл.1). Причем объем инвестиций за границу уменьшился с 86507 млрд. долл. в 2013 году до 56389 млрд. долл. в 2014 году. [2].

В 2015 году этот тренд только усилился, в условиях дальнейшего ухудшения международных отношений заметно поубавилось желающих вкладывать деньги в российскую экономику, в том числе и объекты недвижимости.

Наблюдается ощутимое снижение инвестиций в производственное строительство, а в особенности в производственно-техническую составляющую строительной отрасли, из-за чего происходит отставание всех сфер деятельности строительной отрасли, быстрое старение производственного аппарата и соответственно уменьшение его потенциала.

Таблица 1

Прямые инвестиции в Российскую Федерацию в динамике (млрд. долл.)

	2011	2012	2013	2014
Прямые инвестиции	11767	-1766	17288	33532
За границу	66851	48822	86507	56389
В Россию	55084	50588	69219	22857

Так в соответствии с данными Федеральной службы государственной статистики степень износа основных фондов в строительстве имеет склонность к возрастанию, тенденция отражает повышение величины износа с 44,2 % в 2012

году до 47,3 % в 2014 году. Удельный вес строительных машин с истекшим сроком службы превышает допустимый барьер и в 2014 г составлял по скреперам – 76,4 %, башенным кранам – 46,9 %, кранам на гусеничном ходу –

64,4 %. В сложившейся экономической обстановке объем инвестиций в Россию, величина которых сократилась более чем в 2 раза, для осуществления обновления фондов строительной отрасли является недостаточным [2].

Анализ тенденции рынка коммерческой недвижимости отражает падение спроса во всех регионах страны и значительную роль здесь имеет сворачивание инвестиций международных компаний. Однако в соответствие с особенностью российского рынка недвижимости падение спроса привело к увеличению предложения объектов недвижимости, а не к уменьшению ставок аренды.

По подсчетам специалистов аналитического агентства ColliersInternational четвертый квартал 2015 года показал, определенно, самый высокий объем сделок, величина которого составила более 906 млн. долл. В целом, величина инвестиций в недвижимость России в 2015 г. составила почти 3 млрд. долл., а это, в свою очередь, на 17 % меньше показателя 2014 г. Аналитики подчеркивают, что этот показатель является худшим результатом за последние 10 лет [3].

До 37 % повысилась величина сектора офисной недвижимости в совокупном объеме инвестиционных поступлений 2015 года в сравнении с 21 % 2014 года (рис. 1). Высококачественные активы офисного сегмента рынка недвижимости со стабильными арендаторами менее других подвержены изменчивости в кризисные моменты и, соответственно, более предсказуемы – это и дало толчок для успешного завершения инвестиционных вливаний в этом секторе. Ярким примером может выступать значимая сделка по купле-продаже бизнес-центра Mercedes-BenzPlaza отечественным инвестором.

27 % в 2015 г составила величина торгового сектора недвижимости в общей сумме инвестиций, а это практически в 2 раза превышает показатель 2014 г. Наибольший вес в сделках 2015 года имеют договора купли-продажи Торговой Галереи «Модный Сезон» и купля-продажа представленного группой торговых центров в разных районах столицы портфеля торговой недвижимости ИК «Платформа». Еще одним событием 2015 г стало. закрытие сделки по продаже из портфеля финской компании Sponda ТЦ «Солнечный П».

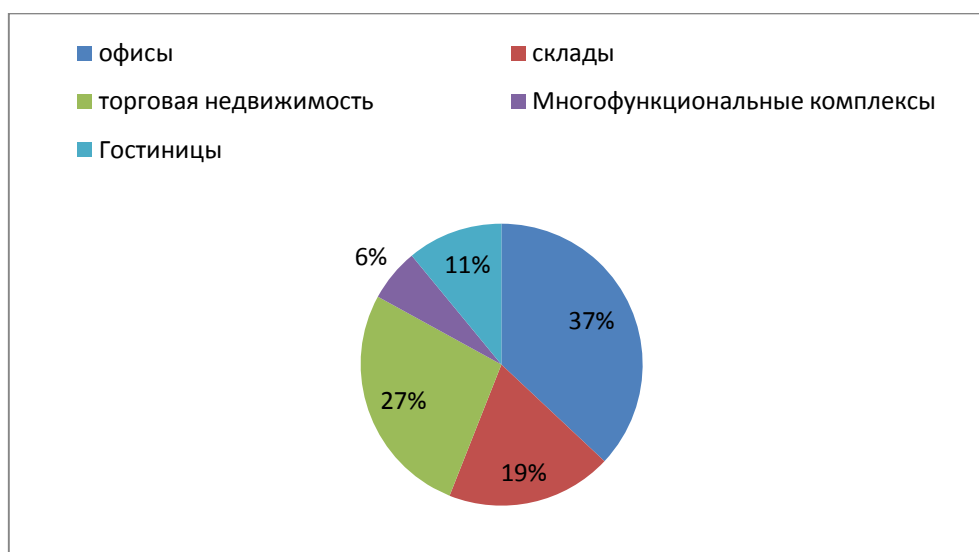


Рис. 1. Распределение инвестиций по типу недвижимости в 2015 году.

Доля гостиничного сегмента в 2015 году повысилась до 11 % благодаря продаже отеля FourSeasons, являющегося частью гостиницы «Москва», проданной российским инвестором в 2015 г.

Величина складского сектора, можно сказать, не изменилась, она составила 19 %. Причем почти половина вложений из них осуществилась в склады в целях покупки крупного логистического комплекса «РНК-Чехов I».

Тенденцией 2014 года стало снижение объема инвестиций в жилую недвижимость. Всего за 2014 г. введено в действие 297.8 тыс. зданий

общей площадью 138 млн. кв. м. (в 2013г. – 254,7 тыс. зданий с общей площадью 117,8 млн. кв. м.). Нужно отметить, что статистика строительства показывает ввод готовых площадей, но не дает оперативной информации о динамике незавершенного строительства. Так что, рост ввода зданий слабо отражает динамику отрасли [4].

Учитывая превалирующую долю жилищного строительства на рынке, важным фактором развития сектора является банковское финансирование физических лиц. Вследствие значительного снижения курса рубля и повышения Цен-

требанком ключевой ставки до 17 процентов годовых в целях сдерживания инфляции, в конце 2014 банки стали поднимать процентные ставки по ипотеке. Последствием этого стало снижение темпов роста рынка ипотечного кредитования в 2015 году. В 2013 году средний процент по ипотеке составлял 13 %, в 2014 – 15 %, а в 2015 году стоимость ипотечного кредитования взлетела до 20 %. Переплата по ипотеке при таких показателях будет очень большой и может достигать до 200 %, если заемщик оформит ссуду на 25–30 лет. По оценкам Минэкономразвития РФ, произведенным в период с марта 2014 по март 2015 гг. даже на самых выгодных условиях кредитования, лишь

10 % населения нашей страны могут позволить себе взять ипотеку.

Международное агентство по финансовым и корпоративным коммуникациям DetailCommunications провело опрос ведущих представителей инвестиционного сообщества об уровне инвестиционной привлекательности России в 2015 году. Так ими было определено, что сдерживающими критериями стимулирования рынка недвижимости России в 2015 году выступают политические риски, геополитическая напряженность, верховенство закона, экономические проблемы, санкции и др. (рис. 2).



Рис. 2. Сдерживающие критерии стимулирования рынка недвижимости России в 2015 году.

Политические риски и геополитическая напряженность являются наибольшими опасениями среди инвесторов по поводу инвестирования в Российскую экономику и недвижимость в том числе. Эти два направления оставили позади себя такие традиционные опасения инвесторов как коррупция и верховенство закона [5].

Выводы. Таким образом, при разработке стратегий развития России вышестоящему руководству страны, в первую очередь, необходимо принимать меры по повышению инвестиционной привлекательности страны и отдельных её регионов. К указанным мерам можно отнести:

- усиленный контроль за средствами государственного бюджета, вкладываемыми в банковский сектор и сектор реальной экономики;
- осуществление честной и прозрачной политики налогообложения: свертывание черных бухгалтерий организаций, применение прогрессивной ставки налогообложения;

– необходимо стимулировать привлечение крупных застройщиков в региональные проекты;

– осуществлять больше вливания денежных средств в реальный сектор экономики [6].

Мерой поддержания рынка недвижимости может стать ограничение доступа в профессиональные риэлторы через принятие закона о лицензировании риэлтерской деятельности. Это поможет сделать рынок более цивилизованным, повысит доверие к специалистам по недвижимости и соответственно увеличит приток капитала.

Следующей мерой повышения инвестиционной привлекательности может стать дополнительное снижение процентной ставки по ипотеке властями регионов страны. Например, региональное правительство может субсидировать процентную ставку еще на 1 % субсидий в дополнение к правительственной программе субсидирования.

Дополнительным вливанием в российский рынок недвижимости может стать создание ци-

визованного рынка арендного жилья. Многие жители нашей страны не могут в данный момент приобрести квартиру, но все равно желают жить в хороших условиях. Поэтому решить данную проблему можно путем создания компаний по управлению арендным жильем и социальной аренды. Сущность компании состоит в том, что она предполагает государственное субсидирование съема жилья для отдельных категорий: врачей, учителей и т.д. Со стороны региональных властей необходимо рассмотреть возможность строительства жилья нового формата.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что хотя российская экономика и находится в достаточно нестабильном положении, для нее не все потеряно и, что даже в определенных областях, несомненно, есть положительные сдвиги.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Панкратов Е.П., Панкратов О.Е. Об иностранных инвестициях, перспективных направ-

лениях использования в строительстве и причинах, сдерживающих их поступление // Экономика строительства. 2014. № 1. С. 3–5.

2. Инвестиции в России. 2015: Стат.сб./ Росстат. М., И58 2015. 190 с.

3. Обзор рынка инвестиций [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://www.colliers.com//media/files/emea/russia/research/2016/ru> (дата обращения 20.04.2016).

4. Бузырев В.В., Чекалин В.С. Экономика жилищной сферы: Учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2012. 256 с.

5. Опрос инвесторов: Россия в 2015 [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://detailcomms.com/wp-content/uploads/Detail-Communications-Investor-Survey-Russia-Outlook-2015-Rus.pdf> (дата обращения: 20.04.2016).

6. Максимов С.Н. Экономика недвижимости. СПб.: СПбГИЭУ, 2012. 169 с.

Ramazanov Z.T., Radjabov D.A.

ANALYSIS OF THE PROBLEMS OF INVESTING IN THE REAL ESTATE MARKET OF THE RUSSIAN FEDERATION AND WAYS OF THEIR OVERCOMING

In its recent history the Russian Federation has faced incredibly difficult challenges. Western sanctions, falling oil prices, high inflation, conflict in Ukraine, the annexation of Crimea, the devaluation of the ruble and the General economic downturn – here is the list of what Russia has faced in 2014. All of these events, as a consequence, contributed to a significant undermining of confidence in the economy from investors and a reduction of investments. By the end of the year the volume of investments in Russia decreased more than two times, greatly affected the market of residential and commercial properties. The analysis reflects a sharp decline in the level of investment in all segments of the Russian real estate market in 2014 and 2015, especially foreign. There has been a dramatic decrease in the level of investment in the regions. Thus, in this paper, we propose measures to increase the level of attractiveness of the Russian real estate market for domestic and foreign investors.

Key words: *economy, investments, the real estate market, commercial and residential real estate, construction.*

Рамазанова Замина Таджибовна, магистрант кафедры экономического развития, маркетинга и бизнеса.

Дагестанский государственный технический университет.

Адрес: Россия, 367000, Махачкала, ул. Шамиля, д.70.

E-mail: zammmina@mail.ru

Раджабова Дженнет Абуталибовна, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры экономического развития, маркетинга и бизнеса.

Дагестанский государственный технический университет.

Адрес: Россия, 367000, Махачкала, ул. Шамиля, д.70

E-mail: dgenn13@yandex.ru

*Данилкин И.А., канд. юр. наук, заместитель начальника
экспертно-криминалистического центра
Главного управления МВД России по г. Москве –
начальник отдела строительно-технических экспертиз,
Московский государственный строительный университет*

НЕКОТОРЫЕ НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛОЕМОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОЙИНДУСТРИИ И СОСТАВЛЯЮЩИХ ЕЕ ИНТЕГРАЦИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ РЫНОЧНОГО ТИПА

i-danilkin@mail.ru

При формировании и функционировании производственной системы необходимо исходить из количественных характеристик основных факторов производства, их взаимодействия и развития. К основным факторам производства относится, во-первых, рабочая сила как совокупность физических и умственных способностей человека, его способности к труду, во-вторых, предмет труда, на который направлен труд человека, и это составляет материальную основу будущего продукта, в-третьих, средства труда, которые человек помещает между собой и предметом труда и которые служат в качестве проводника воздействия человека на этот предмет (машины, управляющие устройства), и, в-четвертых, информация, которая позволяет принимать рациональные (оптимальные) производственные решения.

Ключевые слова: *потенциалоемкость, производственная система, интеграция показателей, характеристика продукции, параметры производства.*

Введение. Взаимодействие факторов производства предопределяется формированием системы, ее целостностью. Эффект сопряженности основных факторов производства связан с двумя аспектами: первый аспект взаимодействия факторов – это технология производства, приемы и методы, связанные с изменением механических, физических и химических свойств предмета труда и способами воздействия человека на них средствами труда; второй – это организация производства, обеспечивающая единство, слаженность функционирования всех его факторов, взаимодействие участвующих в нем людей.

С развитием производства меняется как содержание его факторов, так и характер их взаимодействия. При этом все возрастающее значение приобретают энергетическое, материальное обеспечение производства, создание социальной и производственной инфраструктуры [10, 13, 18].

Развитие факторов производства проявляется в динамике при функционировании систем. В процессе функционирования следует добиваться необходимого воздействия на факторы производства, с помощью которых достигается наибольший результат выполнения целевой функции с учетом состояний внешней и внутренней сред, то есть должно осуществляться управление системой при ее движении во времени.

Для обеспечения рационального функционирования системы необходимо решить две задачи: получить рациональный вид строения системы и обеспечить целенаправленное управление этой структурой, то есть в первом случае осуществить формирование, а во втором – управление при функционировании системы. Строеение системы – это ее внутренняя организация, обеспечивающая рациональную взаимосвязь между ее частями и целым. При этом следует отметить, что любая социально-производственная (экономическая) система распадается на части, на элементы производственного процесса, которые при системном подходе определенным образом взаимодействуют между собой. При характеристике соотношения в системе целого и ее частей надо исходить из того, что часть всегда соотнобразуется с целым [3, 14].

Основная часть. Исходя из степени использования основных факторов производства, их взаимодействия во времени и развития в динамике с учетом строения производственной системы достигается различный результат ее функционирования, как выходная потенциалоемкость или выгодная мощность. Уровень выходной потенциалоемкости зависит, в свою очередь, от свойств системы, включающей в себя следующие составляющие:

1) **интеграция показателей продукции**, характеризуется параметрами производства, возможностью транспортирования его элементов, условиями их монтажа, сборки и т.д. (рис. 1).

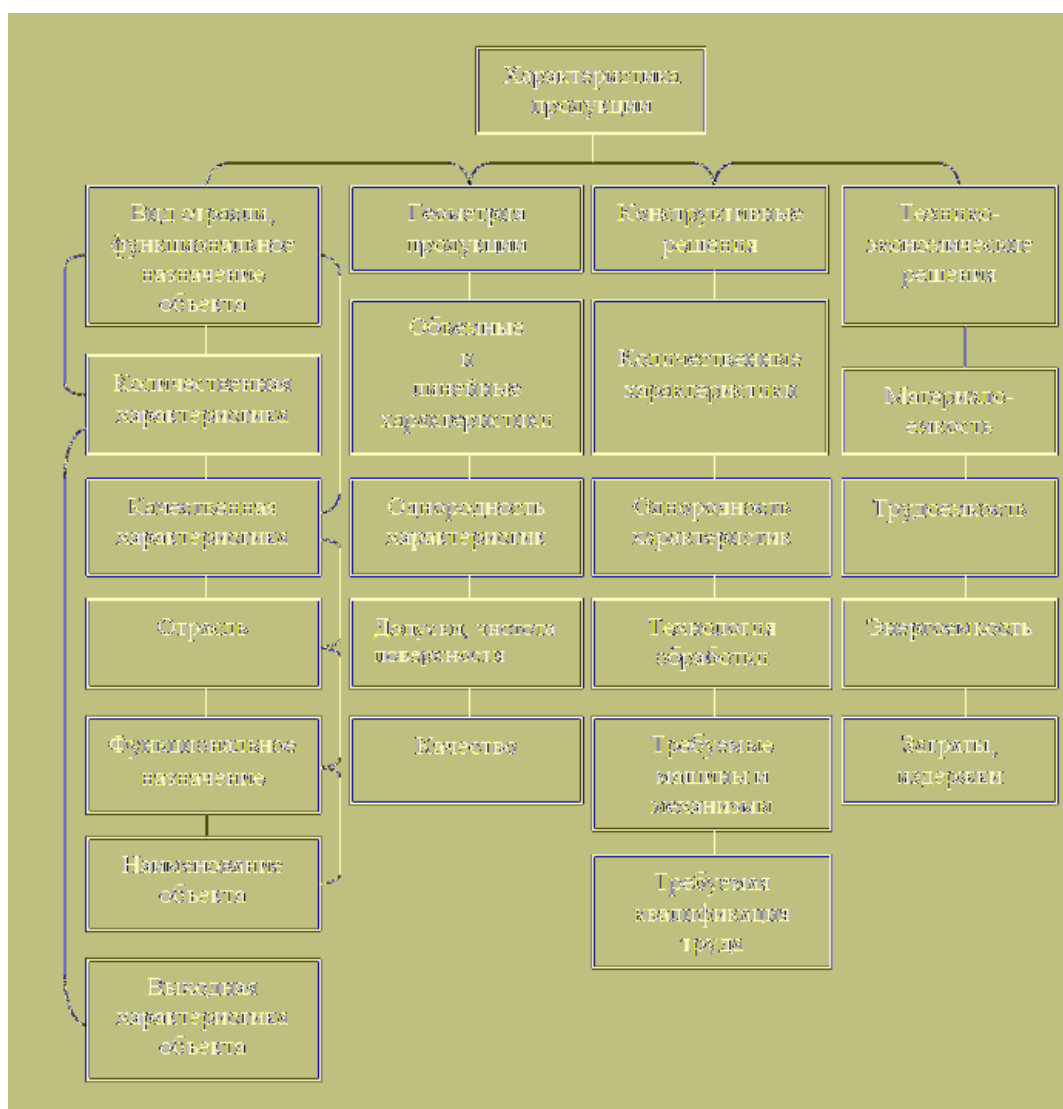


Рис. 1. Характеристика продукции

Для описания показателей продукции могут быть использованы основные показатели:

- отраслевое и функциональное назначение продукта (характеризуется количественно и качественно) [20];

- геометрия продукции (характеризуется объемными и линейными параметрами, а также их однородностью). К объемным и линейным параметрам можно отнести длину (протяженность объекта), ширину, высоту, объем. [8].

Однородность характеристик описывается разнотипностью продукции, концентрацией, неравенством параметров, количеством продукции, объемом продукции, высотой продукции.

Конструктивные решения включают такие параметры, как количество видов элементов в продукте K_k , количество укрупненных элементов $K_{об}$, общее количество сборных элементов $K_{см}$ и инженерного оборудования $K_{ин}$, общее количество монтируемых единиц $K_m = K_{см} + K_{ин}$, масса элемента $Q_{ст}$ и инженерного оборудования $Q_{ин}$, общая масса монтажа $Q_m = Q_{ст} + Q_{ин}$,

максимальная $Q_{ст.max}$, $Q_{ин.max}$ и минимальная $Q_{ст.min}$, $Q_{ин.min}$ масса элементов.

Однородность конструктивных элементов измеряется коэффициентами: разноресности элементов $K_{эл}$, их относительного количества $K_{от}$, разнотипности элементов K_p , их крупности $K_{кр}$, однотипности $K_{тип}$, преобладания $K_{пр}$, которые можно определить по формулам:

$$K_{эл.ст} = Q_{ст} / Q_{ст.max} \quad (1);$$

$$K_{эл.ин} = Q_{ин} / Q_{ин.max} \quad (2);$$

$$K_{к.ст} = K_{ст} / F \quad (3);$$

$$K_{к.ин} = 1 / K_{об} \quad (4);$$

$$K_{тип} = 1 - m_i / K_{ст} \quad (5);$$

$$K_{пр} = K_{ст.н} / K_{ст.т} \quad (6),$$

где m_i – количество однотипной продукции i -го типа; $K_{ст.н}$ – количество новых конструктивных элементов; $K_{ст.т}$ – количество традиционных конструктивных элементов.

Технико-экономические решения проекта характеризуются общими и удельными показателями материалоемкости, трудоемкости, смет-

ной стоимости, а также единицами основных материалов и др. [1, 5, 11, 12, 15, 25].

2) интеграция показателей техники, технологии и организации производства характеризует параметры производственных процессов.

Создание моделей технологических процессов с установлением рациональных параметров, а также формы организации их выполнения, то есть с развитием технологических процессов в пространстве и во времени, приводит к получению совокупности данных.

Любой технологический процесс состоит из процессов труда, сочетание которых соответствует технологическим операциям. Функционирование технологических циклов связано с совокупностью ряда однотипных физических и физико-химических процессов, характеризующих общими кинематическими закономерностями.

В зависимости от основных законов и закономерностей, определяющих характер и скорости этих процессов, их подразделяют на пять основных групп:

- гидромеханические процессы, связанные с получением и переработкой материалов в различном агрегатном состоянии (твердые частицы, жидкость и газ). Такие процессы в технологии производства происходят при разработке и транспортировании сыпучих материалов (гидромеханизация), смешении и транспортировании смесей и растворов (гидро- и пневмотранспортирование), укладке и уплотнении смесей (когда добиваются получения, осаждения и уплотнения твердых частиц в жидкой среде) и т.д. При этом определение технологических режимов связано с учетом законов гидродинамики;

- тепловые процессы, связанные с нагреванием и охлаждением материалов и конструкций при различной скорости подвода и отвода теплоты. Эти процессы используются для ускорения или замедления физико-химических процессов, например, ускорения твердения смесей или растворов, замедления сроков схватывания растворов и т.д. Скорость и закономерности тепловых процессов определяются законами теплопередачи;

- массообменные (диффузионные) процессы связаны с переходом вещества из одной фазы в другую, из области высокой концентрации в область более низкой. Такие процессы протекают, например, при сушке (снижение начальной влажности) и твердении (молекулярная диффузия). При определении технологических режимов пользуются законами массообмена;

- химические процессы связаны с протеканием соответствующих химических пре-

вращений и реакций. Это процессы твердения, например, цемента, полимеризации покрытий из красок и эмалей и других материалов;

- механические процессы связаны с измельчением и классификацией сыпучих материалов, смешением компонентов при приготовлении раствора, уплотнением грунта [2, 4].

При функционировании технологического процесса гидромеханические, тепловые, диффузионные, химические и механические элементарные процессы могут протекать отдельно, а также в совокупности.

Выполнение технологических приемов и методов, сопровождающихся упомянутыми процессами, требует умелого специализированного труда, использования комплекта машин, материалов, конструкций и деталей. Сочетание этих элементов производства меняется в зависимости от характеристик продукции, от форм организации производственных процессов.

При выполнении производственных процессов могут быть применены следующие формы последовательности сборки и монтажа конструкций, инженерных сетей и технологического оборудования:

- закрытая, при которой монтаж и сборка производятся по отдельным участкам;
- открытая, представляющая монтаж и сборку продукции на открытых площадках;
- смешанная при параллельном выполнении работ при сборке и монтаже продукции;
- комбинированная, предусматривающая комбинированный вариант закрытой, открытой и смешанной форм. [7].

Из моделей возведения объектов следует, что производство работ может осуществляться последовательно, параллельно и параллельно-последовательно, что значительно влияет на продолжительность технологических процессов. Кроме того, может быть принято одно из трех направлений развития процессов: горизонтальное, вертикальное и диагональное.

Установление оптимальной длительности процесса целесообразно осуществлять путем построения циклограммы (или схемы) развития технологических процессов по комплексу с учетом возможных методов обработки продукции и направлений развития процессов (рис. 2).

3) интеграция показателей региональных условий

К условиям функционирования производственной системы, описывающим данную группу характеристик, можно отнести:

- природные условия (состояние географической зоны в районе строительства, гидрологический режим (уровень грунтовых вод), сей-

смичность, наружная температура и ее колеблемость в течение года, влажность и давление воздуха, наличие метеорологических осадков и др.);

- состояние воздушной среды (скорость движения воздушной среды, загазованность, запыленность, разреженность и др.);

- освещенность (яркость предметов, солнечная радиация, освещенность рабочего места и рабочей зоны и др.);

- звуковую среду (шум, ультразвук, инфразвук, вибрация и др.);

- экономические условия (использование местных материальных ресурсов, местных энергетических ресурсов, наличие транспортных коммуникаций и т.п.) [16, 19, 21, 23, 24];

- социальные условия (режим труда и отдыха, наличие социальных объектов, удовлетворение интересов трудящихся и т.п.) [6, 22, 26].



Рис. 2. Схема организационно-технологических параметров производства

4) интеграция материальных ресурсов

характеризует потребность в необходимых видах материальных ресурсов, заготовок и сборных элементов, а также их распределение по производителям определяются на основе формирования технологических комплектов на плановый период производства.

Под технологическим комплектом изделий понимается совокупность конструкций со строго определенными пределами геометрического подобия, функционального, конструктивного и технологического тождества, имеющих подобные технологические базы. Изделия одного тех-

нологического комплекта создают предпосылки для использования однотипных технологических процессов при выполнении определенных видов работ.

Группировка изделий в технологические комплекты является предпосылкой для последующего выбора эффективных показателей технологических процессов изготовления, транспортирования и монтажа, а также для выбора рациональной взаимосвязи монтажа конструкций и их комплектного изготовления.

Под комплектностью поставки полуфабрикатов подразумевается совокупность изделий,

транспортируемых с завода-изготовителя на площадку сборки или доводки, обеспечивающих выполнение комплекса работ на определенную группу товаров. При этом объем комплектной поставки должен обеспечивать устойчивость производственного процесса, оптимальную технологическую последовательность работ, исключающую простои рабочих, машин и механизмов [9, 17].

Основной принцип построения технологических комплексов основывается на обеспечении совокупности изделий, объединяемых в конструктивно-технологическую группу, которая должна быть однородна по функциональным и конструктивным признакам. Рассмотрим образование комплекта на стадиях изготовления, транспортирования и сборки изделий.

При изготовлении, например, однородных изделий в один технологический комплект объединяются изделия одного вида, типа, вида материала, толщины, ширины, одинаковой конфигурации сторон. Изделия, входящие в технологический комплект, могут дополнительно дифференцироваться по массе элементов, длине, марке материала, количеству изделий в каждой марке и сложности изготовления.

Выводы. Таким образом, агрегирование изделий на стадии изготовления позволяет установить технологические свойства как отдельных конструкций, так и целых конструкторско-технологических групп, формировать заводские комплекты изделий в условиях головной комплексной базы, устанавливать оптимальный способ производства отдельных конструкций с последующим распределением их по заводским технологическим линиям таким образом, чтобы обеспечить порядок и время выпуска продукции, тем самым обеспечивая рост выходной потенциальности производственной системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грабовый П.Г., Авилова И.П., Барин В.Н., Верстина Н.Г., Рыкова М.А., Борисов А.Н., Грызлов В.С., Кириллова А.Н. и др. Сервейинг: организация, экспертиза, управление / учебник : в 3-х частях // Москва, 2015. Том 3 Управленческий модуль системы сервейинга. 552 с.
2. Баронин С.А., Бенуж А.А., Казейкин В.С., Кулаков К.Ю., Манухина Л.А., Янков А.Г., Луняков М.А., Мороз А.М., Подшиваленко Д.В. Управление строительством жилья эконом-класса на основе совокупной стоимостью затрат в контрактах жизненного цикла. Пенза, 2014. 132 с.
3. Грабовый П.Г., Манухина Л.А. Планирование развития земельно-имущественного комплекса города с учетом различных концептуаль-

ных задач // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сб. докладов Междун. научной конференции. 2013. С. 494–498.

4. Манухина Л.А. Рациональное планирование земельного комплекса городов // Недвижимость: экономика, управление. 2012. № 2. С. 64–67.

5. Манухина О.А., Короткова Е.М. Современные тенденции градостроительной политики в г. Москве // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 6 (19). С. 95–98.

6. Самосудова Н.В., Варская Т.В. Фундаментальные основы проектирования и управления жизненным циклом недвижимости: надежность, эффективность и безопасность // Недвижимость: экономика, управление. 2015. № 2. С. 71–75.

7. Трухина Н.И., Куракова О.А., Орлов А.К. Анализ отечественного и зарубежного опыта учета и оценки гудвилла // Недвижимость: экономика, управление. 2015. № 1. С. 78–81.

8. Манухина Л.А. Развитие муниципально-земельного девелопмента комплексной жилой застройки // Недвижимость: экономика, управление. 2013. №2. С. 56–58.

9. Щусь Е.Г., Нарежная Т.К. Современная инженерная инфраструктура как важная составляющая комфортной жизни // В сб.: Развитие научной школы теории управления недвижимостью. Сб. материалов Международного научно-практического семинара. 2015. С. 236–240.

10. Борисова Е.В., Наумов А.Е., Авилова И.П. К вопросу оценки коммерческого потенциала городских промышленных территорий // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 24. №2. С. 66–69.

11. Мамзина Т.Ю., Наумов А.Е. Обобщение показателей чистого дисконтированного дохода и срока окупаемости инвестиционных альтернатив // Сб. науч. тр. Sworld. 2014. Т. 23. № 2. С. 63–65.

12. Мамзина Т.Ю., Наумов А.Е., Авилова И.П. Анализ и выбор наиболее привлекательно-го инвестиционно-строительного проекта с помощью расчета показателей экономической эффективности // Сборник научных трудов Sworld. Т. 23. № 2. С. 65–68.

13. Михайлюкова Я.Ю., Наумов А.Е. Инфраструктурная полнота как фактор повышения эффективности инвестиций в мультимедийные поселки // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 24. № 2. С. 80–84.

14. Ралко О.Г., Наумов А.Е., Голдобин А.Н. К вопросу о выборе эффективности метода управления объектом недвижимости // В сб.:

Наука и образование в жизни современного общества. Тамбов, 2013. С. 136–138.

15. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А. Е. К вопросу об учете рисков при анализе эффективности инвестиционно-строительных проектов // В сб.: Образование и наука современное состояние и перспективы развития. Тамбов, 2015. С. 180–183.

16. Соколова Н.Ю., Наумов А.Е., Щенятская М.А. Качественное влияние инфраструктурного насыщения территории на риски реализации жилых объектов // В сб.: Наука и образование в жизни современного общества. Тамбов, 2015. С. 138–141.

17. Авилова И.П., Наумов А.Е., Щенятская М.А. Моделирование организационно-технологического риска строительной организации // Вестник научных конференций. 2016. № 1–5(5). С. 16–19.

18. Щенятская М. А., Авилова И. П., Наумов А. Е. Содержательный аспект понятий жилой и коммерческой недвижимости // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С. 213–216.

19. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е., Товстий В.П. Инфраструктурная полнота застройки как фактор эффективности реализации инвестиционно-строительного проекта / Мир науки и инноваций. 2016. Т. 7. № 1 (3). С. 46–49.

20. Авилова И.П., Наумов А.Е., Щенятская М.А. Инвестиционная мощимость как показатель эффективности инвестиционно-строительного проекта // Мир науки и инноваций. 2016. Т. 7. № 1 (3). С. 49–52.

21. Щербакова М.И., Наумов А.Е. Методика оценки сложности инфраструктурного освоения территорий для развития ИЖС // Современные тенденции развития науки и технологий. Белгород, 2015. № 8. Ч. I. С. 86–91.

22. Щербакова М. И., Наумов А. Е. Оценка эффективности государственного участия в проектах освоения новых территорий при ИЖС // В сборнике: VII Международный молодежный форум «Образование, наука, производство» БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2015. С. 4424–4429.

23. Тупикина О.Н., Наумов А.Е. Типовой жилой комплекс как потребитель энергии и коммунальных услуг с точки зрения инфраструктуры // В сб.: Наука и образование в жизни современного общества. Том 5. Тамбов, 2015. С. 139–141.

24. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. Оценка финансово-экономических рисков инвестиционно-строительного проекта при дефиците исходных данных // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №1. С. 185–189.

25. Коровина Т. А., Наумов А. Е. Основные принципы и методология управления рисками инвестиционно-строительных проектов // Образование и наука: современное состояние и перспективы развития. Том 1. Тамбов, 2015. С. 116–119.

26. Толстолуцкая А. А., Наумов А. Е. К вопросу об адаптации концепции «зеленого» строительства в российских условиях // Научный альманах. 2015. № 7 (9). С. 828–831.

Danilkin I.A.

SOME SCIENTIFIC ASPECTS OF MANAGEMENT OF A POTENTIAL CAPACITY OF A PRODUCTION SYSTEM OF THE ENTITIES OF BUILDING INDUSTRY AND THE INTEGRATION CONSTITUTING IT IN THE CONDITIONS OF THE ECONOMIC RELATIONS OF MARKET TYPE

When forming and functioning a production system it is necessary to proceed from quantity characteristics of major factors of production, their interaction and development. The labor power as set of physical and mental capacities of the person, his capability to work belongs to major factors of production, first, secondly, an object of the labor to which work of the person is directed, and it information which allows to make rational (optimum) production decisions constitutes a material basis of future product, thirdly, labor instruments which the person places among themselves and an object of the labor and which serve as the conductor of impact of the person on this subject (machines, actuation devices), and fourthly.

Key words: potential capacity, production system, integration of indicators, product characteristic, production parameters.

Данилкин Игорь Анатольевич, кандидат юридических наук, заместитель начальника экспертно-криминалистического центра Главного управления МВД России по г. Москве – начальник отдела строительно-технических экспертиз.

Московский государственный строительный университет.

Адрес: Россия, 143966, Московская обл., г. Реутов, ул. Лесная, д. 11.

E-mail: i-danilkin@mail.ru

¹Романович М.А., канд. экон. наук,²Мясников А.В., начальник отдела,¹Романович Л.Г., канд. экон. наук, доц.,¹Оспицев П.И., зам.начальника УНИР¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова²Администрация г. Белгорода

ИНЖИНИРИНГОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА БАЗЕ ВУЗОВ: БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРОБЛЕМЫ*

nich@intbel.ru

Развитие инжиниринговых центров на базе вузов представляется весьма актуальной задачей для российской инновационной системы и экономики в целом. Ввиду специфики своей деятельности инжиниринговые центры, с одной стороны, являются важным звеном технологической цепочки создания конкурентоспособной продукции в отдельных секторах, а с другой - выполняют функции непосредственных агентов модернизации, устраняя существующие инфраструктурные «провалы» в инновационном цикле. В работе авторами уделяется особое внимание рассмотрению вопросов базовым понятиям в сфере инжиниринга и проблем, связанных с отсутствием в российском федеральном законодательстве понятия инжиниринга, что сдерживает развитие инжиниринговой деятельности на базе вузов. Авторами проанализированы методические подходы к инжинирингу зарубежных государств и сформулированы рекомендации, направленные на совершенствование механизма стимулирования инжиниринговой деятельности на базе вузов. Рекомендации носят универсальный характер и могут быть так же использованы в сфере строительной индустрии.

Ключевые слова: инжиниринг, инжиниринговая деятельность, инжиниринговый центр на базе вузов.

Введение. Кризисные явления, характерные для экономики многих стран мира, оказали ощутимое влияние на процессы инновационного развития глобальной экономики. Энтузиазм и готовность компаний активно инвестировать средства в любой наукоемкий проект или новый вид продукции снизились. Бизнес стал более осторожным и расчетливым. Однако, ускоряющиеся темпы развития науки заставляют компании думать о том, что они смогут предложить своим потребителям завтра. Кроме того, любой инновационный продукт сулит большую норму прибыли, что заставляет бизнес идти на риск и вкладывать средства в новые технологии и разработки.

Россия пока находится в положении догоняющего, и чтобы приблизиться к мировым технологическим лидерам, необходимо как можно быстрее установить плотную взаимосвязь между наукой и бизнесом [1]. Для этого необходимо создать эффективную и реально действующую инновационную инфраструктуру, которая станет драйвером развития всех отраслей промышленности - и новых, и традиционных.

В развитых странах связь науки и производства обеспечивает инжиниринг. В России он находится в зачаточном состоянии — объем рынка промышленного инжиниринга в США в 21 раз больше российского. В тоже время в последние годы в стране активно начинают создаваться инжиниринговые центры, ориентированные на инновационные отрасли промышленно-

сти. В частности, Минпромторг России предлагает открывать их *при ведущих технических вузах страны и на базе промышленных производств*. Студентам, которые будут там работать или проходить практику, планируется выплачивать зарплату. Такие меры обеспечат симбиоз науки и технологии, а также помогут предприятиям в укомплектовании молодыми квалифицированными кадрами. Создавать центры предпочтительно как на базе ведущих технических вузов страны, так и самих предприятий, обладающих соответствующими конструкторскими и технологическими компетенциями. Выбирая профили инжиниринговых центров, необходимо учитывать реальные потребности промышленных предприятий, работающих в том или ином регионе [2]. Таким образом, в современных условиях тема исследования является особенно актуальной и имеет важную практическую значимость.

Деятельность инжиниринговых организаций, требующая высокой степени профессионализма в области проектирования, дизайна и управления проектами, является также катализатором спроса на подготовку инженерных кадров, востребованных российской промышленностью.

Основная часть.

В связи с падением объемов строительства крупных промышленных и энергетических объектов за последние двадцать в России был утрачен опыт проектирования и строительства по-

добных объектов, не внедрялась практика комплексного инжиниринга, что, в свою очередь, закономерно привело к снижению качества строительства, увеличению сроков и стоимости реализации инвестиционных проектов.

Если зарубежные игроки уже давно практикуют такой подход, как EPCM-контракты (Engineering Procurement and Construction Management - инжиниринг, поставки и управление строительством), в рамках которых подрядчик полностью концентрирует у себя процессы по проектированию, внедрению технологий и консалтингу, закупкам и подрядам, то российские компании еще только начинают его осваивать.

В тоже время, очевидно, что в современных условиях в экономически развитых странах сформировался высококонкурентный рынок инжиниринговых услуг на базе вузов [3, 4] и реального сектора экономики [5–7]. Так, только в США сегодня действует 142 тысячи компаний, при этом крупнейшие из них занимают не более 5 % рынка. В России же преобладает до ста крупных инжиниринговых компаний. А две из них (Стройгазконсалтинг и Стройгазмонтаж) консолидируют почти 40 % объемов рынка в денежном выражении. Это связано с тем, что на современном этапе большую часть спроса составляют масштабные капиталоемкие проекты государства и госкомпаний, которые могут выполнить только крупные инжиниринговые компании.

Понятие «инжиниринговые услуги» в нашей стране появилось сравнительно недавно, что связано с развитием рыночных отношений. И его вхождение в отечественный лексикон обусловлено активно развивающимися международными отношениями и предпринимательством.

Американский Совет инженеров по профессиональному развитию (англ. American Engineers' Council for Professional Development (ECPD)) дает следующее определение. «Инжиниринг» – это творческое применение научных принципов для проектирования или разработки структур, машин, аппаратуры, производственных процессов, или работа по использованию их отдельно или в комбинации; конструирование или управление тем же самым с полным знанием их дизайна; предсказание их поведения в определённых эксплуатационных режимах; все это в соответствии с ожидаемой функциональностью, экономичностью операций или безопасностью жизни и собственности [7].

Результаты анализа показали, что в настоящее время термин «инжиниринг» вошел в про-

фессиональный словарь российских специалистов и находится на стадии введения в нормативно-правовой оборот. Так, с точки зрения национальной палаты инженеров России: инжиниринг – фактически и есть проектирование. По проведенной предварительной оценке [8], инжиниринг на 80-90 % состоит из проектных работ: подготовка совместно с заказчиком технического задания, прединвестиционные исследования, разработка проектной документации, разработка рабочей документации. Оставшиеся 10-20 % — это функции проектировщика по реализации проекта: сбор исходных данных и обследования, авторский надзор, выбор оборудования, подготовка технологических регламентов, участие в пуско-наладочных работах, подготовка документации «как построено», ввод в эксплуатацию, обучение персонала заказчика.

В российском нормативно-правовом поле отсутствует однозначное определение инжиниринга. С одной стороны, это можно объяснить недостаточностью внимания законодателей к данному типу организаций, а с другой - сложностью стандартизации деятельности, неоднородность которой обусловлена различиями в практике ведения бизнеса в данном секторе экономики. В проекте Федерального Закона «Об инженерной (инжиниринговой) деятельности в Российской Федерации» под инжинирингом (инжиниринговыми услугами) предложено понимать вид деятельности профессиональных инженеров по выполнению инженерной (инжиниринговой) деятельности на коммерческой основе [9].

Анализ публикаций свидетельствует об организации современной международной нормативной и методической базы в сфере инжиниринга. Ведущие позиции занимают фирмы США, Франции, Англии, Японии, Германии, которые имеют соответствующее законодательство в сфере инжиниринга. Так, Европейская экономическая комиссия ООН разработала «Руководство по составлению международных договоров инжиниринга», «Руководство по составлению международных договоров консорциума» и др. Руководства и регламенты в области инжиниринга разрабатывались также национальными ассоциациями инженеров, в частности американской и английской.

Существуют различные классификации форм инжиниринга. Классификация инжиниринга, данная Европейской экономической комиссией ООН [10] и принятая инженерным бизнес-сообществом, выделяется его 5 видов (табл.1).

Таблица 1

Классификация форм инженерной деятельности по версии Европейской экономической комиссии ООН

Инжиниринг	Содержание
Консультационный	Проектирование, авторский надзор, планирование и подготовка строительства (ППР, сетевые графики), контроль за проведением строительно-монтажных работ (технический заказчик), испытания, экспертиза, консультации
Технологический	Предоставление технологий для строительства и эксплуатации объектов, передача лицензий, производственного опыта
Строительный и/или общий	Проектирование, поставки оборудования и его монтаж
Комплексный	Проектирование, поставки оборудования, руководство СМР и сдача объекта «под ключ»
Техническое содействие	Услуга или ряд услуг, оказываемых в ходе реализации проекта и (или) после его окончания для освоения переданных технологий, оборудования, осуществления авторского надзора и обучения кадров

Наиболее распространенные - консультационный, строительный, технологический и комплексный инжиниринг, который включает в себя многие функции из перечисленных выше видов: проектирование, поставки оборудования, руководство строительно-монтажными работами (СМР) и сдача промышленного объекта «под ключ». В западной практике при комплексном инжиниринге компания нередко оказывает услуги по организации финансирования (привлечение дополнительных инвестиций), управления поставками материально-технических ресурсов и выполнения строительно-монтажных работ, а также пуска построенного объекта в эксплуатацию.

Если исходить из классификации инжиниринга, данной Европейской экономической комиссией ООН - для российской практики наиболее характерным является консультационный инжиниринг (*consulting engineering*), связанный с предпроектными исследованиями, проектированием объектов строительства и осуществлением авторского надзора [10]. В то же время относительно мало освоен *технологический инжиниринг (process engineering)*, состоящий из предоставления заказчику технологий (включая передачу технологий, патентов, производственного опыта и знаний, а также обучение персонала и надзор за использованием технологий). Не получил широкого распространения строительный, или общий, инжиниринг (*general engineering*), охватывающий не только проектирование и авторский надзор, но поставку оборудования и его монтаж. Ряд авторов в своих работах [11,12,13] выделяют финансовый инжиниринг, характеризуя его как «самую молодую и пока недостаточно изученную область, изменяющую главным образом качество производства и предложения финансовых услуг», а также указывают на актуальность и важность развития этого нового направления. Суть финансового

инжиниринга состоит в создании новых финансовых продуктов и услуг, которые используются финансовыми институтами при распределении ресурсов, рисков, ликвидности, доходов и информации в соответствии с финансовыми потребностями клиентов и изменениями в макро- и микроэкономической ситуации».

В проекте Федерального Закона «Об инженерной (инжиниринговой) деятельности в Российской Федерации» выделены только 3 вида инжиниринга: строительный инжиниринг, продуктовый инжиниринг, инженерно-консультационные услуги [6]:

1. Строительный инжиниринг – инженерная деятельность в инвестиционно-строительной сфере по созданию информации, необходимой для достижения целей инвестирования путем создания и изменения объектов недвижимости, включающей моделирование технологических процессов, проектирование зданий и сооружений, подготовку, обеспечение и техническое сопровождение процессов строительства, надзор за возведением, монтажом, пуско-наладкой, опытной эксплуатацией промышленных и хозяйственных объектов и другую, неразрывно связанную с этими задачами, инженерную деятельность.

2. Продуктовый инжиниринг – инженерная деятельность в промышленной сфере по созданию информации, необходимой для достижения целей инвестирования путем создания и изменения движимой продукции, включающей товары народного потребления, промышленные изделия, оборудование, инструменты, машины и механизмы, строительные материалы и конструкции, транспортные средства, специальную технику, а так же иная инженерная деятельность, неразрывно связанная с созданием такой продукции.

3. Инженерно-консультационные услуги – специализированный вид инжиниринговых

услуг, включающий консультирование инвестора, заказчика, технического заказчика для выполнения одного или нескольких этапов проекта.

Учитывая неразвитую в России систему технологического инжиниринга на современном этапе и актуальнейшую проблему эффективной передачи технологий, охраняемых документов и лицензий, производственного опыта и знаний, а также проблему обучения персонала и надзора за использованием технологий, считаем целесообразным и важным выделить технологического инжиниринга среди его видов в рассматриваемом проекте закона и определить его как приоритетного направления развития инжиниринга на базе вузов.

Выводы. Таким образом, анализируя проблематику современного развития инжиниринговой деятельности, подходов к базовым понятиям, считаем целесообразным, обратить внимание на следующие положения:

1. Инжиниринг – мощный инструмент повышения эффективности бизнеса через предоставление интеллектуальных услуг проектно-конструкторского, расчетно-аналитического, производственного характера.

2. В отличие от международного методического подхода к понятию инжиниринг и его классификации, предлагаемые в Проекте Федерального Закона «Об инженерной (инжиниринговой) деятельности в Российской Федерации» виды инжиниринга не содержат технологического инжиниринга, ни как отдельного вида инжиниринга, ни как четко обозначенных элементов.

3. В рассматриваемом Проекте Федерального Закона целесообразно выделить технологического инжиниринга, как стратегически важного вида в условиях развития инновационной экономики, а также определить приоритетным направление его развития на базе вузов.

4. Инжиниринг – это мост между наукой и технологией. Организовывая инжиниринговые центры на базе вузов, целесообразно:

- комбинировать потенциал современных достижений российской науки и положительного опыта зарубежного инжиниринга. Симбиоз вузов с реальным сектором экономики позволит снизить зависимость от импортных технологий;

- вовлекать студентов, аспирантов, докторантов технических вузов, а также выпускников в работу инжиниринговых центров, что позволит активизировать инновационные процессы на базе вузов и внедрение результатов научных исследований в реальный сектор экономики.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Romanovich L., Sevostyanov V., Romanovich M., Sevostyanov M., Arkatov A.Y. Innovation activity and technology transfer of higher education // Journal of Applied Engineering Science, 2014. Vol.12 № 4. P. 273–276.

2. Мантуров Д.В. Развитие инжиниринга – важнейшая составляющая формирования инновационной экономики в России // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение», 2013. № 2 (91). С. 3–17.

3. Миссия, стратегические приоритеты, цели и задачи развития системы образования: монография / Е.А. Афанасьева, А.Р. Вышкина, В.В. Глебов, О.В. Исаакян, О.М. Перминова, Н.Н. Харитонов, Л.Г. Романович, П.И. Оспищев, М.А. Романович. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2012. 184 с.

4. Romanovich L.G., Evtushenko E.I., Romanovich M.A., Kudinov D.V. Innovation activity and business incubators based on institution of higher education. The experience of Russia // Journal of Applied Engineering Science, 2015. Vol. 13. № 3. P. 161–166.

5. 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.

6. Арсланов В. А., Газизов И. С., Кашапов Н. Ф. Инжиниринговые центры как фактор вхождения региона в глобальную производственную кооперацию // Вестник экономики, права и социологии. 2014. № 4. С. 7–12.

7. Мещерин И. В. Инжиниринг – это проектирование [Электронный ресурс: официальный сайт национальной палаты инженеров]. Режим доступа: <http://npirf.ru/inzhiniring-eto-proektirovanie> (Дата обращения 01.08. 2016).

8. Электронный портал Минпромторга России [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!8837> (Дата обращения 01.08. 2016).

9. Проект Федерального Закона «Об инженерной (инжиниринговой) деятельности в Российской Федерации» (Вторая редакция от 01.02.2016г.) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://npirf.ru/inzhiniring-eto-proektirovanie> (Дата обращения 01.08. 2016).

10. Литвинов К.С. Современный рынок инжиниринговых услуг // Российский внешнеэкономический вестник. 2010. № 5. С. 68–73.

11. Кондратьева В.В., Лоренца В.Я. Даешь инжиниринг! (Навигатор для профессионала) /2-е изд. перераб. и доп. М.: Эксмо, 2007. 576 с.

12. Чекмачев И.Ю., Иода Е.В. Инжиниринговый центр как элемент инновационной инфра-

структуры региона // Социально-экономические явления и процессы. 2014. № 9. С.84-95.

13. Веретенникова И.И., Ефимова И.Н., Ковалева Т.Н. Денежные потоки в основе анализа финансовых вложений организации // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. № 1. С. 27–35.

Romanovich M.A., Myasnikov A.V., Romanovich L.G., Ospishchev P.I.

**ENGINEERING ACTIVITIES AT INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION:
BASIC CONCEPTS AND PROBLEMS**

Development of engineering centers on the basis of universities is very relevant objective for the Russian innovation system and economy as a whole. Due to the nature of its activities, engineering centers, on the one hand, are an important segment in the technological chain of creation of competitive products in specific sectors, and on the other performs the functions of immediate modernization, eliminating existing infrastructure "gaps" in the innovation cycle. In the work the authors paid special attention to the consideration of matters of basic concepts in the field of engineering and the problems associated with the lack of Russian Federal law concepts of engineering, which hinders the development of the engineering activities in the universities. The authors analyzed the methodological approaches to the engineering of foreign countries and formulated recommendations aimed at improving the incentive mechanism engineering in the universities. Recommendations are universal and can be used in the construction industry.

Key words: *engineering, engineering activity, engineering center on the basis of universities.*

Романович Марина Алексеевна, кандидат экономических наук.

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

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

E-mail: malet13@yandex.ru

Мясников Александр Владимирович, начальник отдела экономического анализа и прогнозирования, развития промышленности

Администрация города Белгорода.

Адрес: Россия, Белгород, Гражданский проспект, 38

E-mail: myasnikov87@mail.ru

Романович Людмила Геннадьевна, кандидат экономических наук, доцент.

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

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

E-mail: roma-kons@yandex.ru

Оспищев Петр Иванович, заместитель начальника УНИР.

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

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

E-mail: nich@intbel.ru

Скрипина А.А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА ИНФОРМАЦИИ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ РЫНКА

skr-ana@yandex.ru

В настоящее время хозяйствующие субъекты осуществляют свою деятельность в условиях открытой глобальной экономики, в которой растет интенсивность конкуренции. Эта открытость способствует росту и таким образом является потенциально позитивной для экономики. Тем не менее, в условиях международного экономического кризиса повышается уровень риска для компаний и для российской экономики в целом. Поэтому первоочередная задача - идентифицировать эти риски и предотвратить их. Новым ведущим фактором развития экономики становится информация. Повсеместное внедрение информационных технологий приносит как новые возможности, так и качественно новые угрозы. В современном обществе в рамках экономической безопасности актуальной проблемой для всех отраслей экономики, в частности для строительной отрасли, становится обеспечение информационной безопасности.

Ключевые слова: экономическая безопасность, информация, информационная безопасность, информатизация, факторы риска.

Понятие безопасность весьма емкое и включает в себя множество аспектов. В самом общем смысле безопасность – это отсутствие каких-либо угроз, а также возможность противостоять им без получения вреда. В рамках данной работы, нас интересует понятие экономической безопасности.

Проблема экономической безопасности активно исследовалась как иностранными, так и российскими учеными. В. Паньков описывает экономическую безопасность следующим образом: «Это такое состояние национальной экономики, которое характеризуется ее устойчивостью, «иммунитетом» к воздействию внутренних и внешних факторов, нарушающих нормальное функционирование процесса общественного воспроизводства, подрывающих достигнутый уровень жизни населения и тем самым вызывающих повышенную социальную напряженность в обществе, а также угрозу существованию государства» [1].

Сущность экономической безопасности – это состояние экономики и институтов власти, при котором обеспечивается гарантированная защита национальных интересов, социально направленное развитие страны в целом, достаточный оборонный потенциал даже при наиболее неблагоприятных условиях развития внутренних и внешних процессов [2].

Выделяют следующие объекты экономической безопасности:

- государство в целом и его институты;
- регионы и отрасли;
- хозяйствующие субъекты;
- личность.

Экономическая безопасность предполагает защиту от определенных угроз. Такие угрозы можно классифицировать следующим образом.

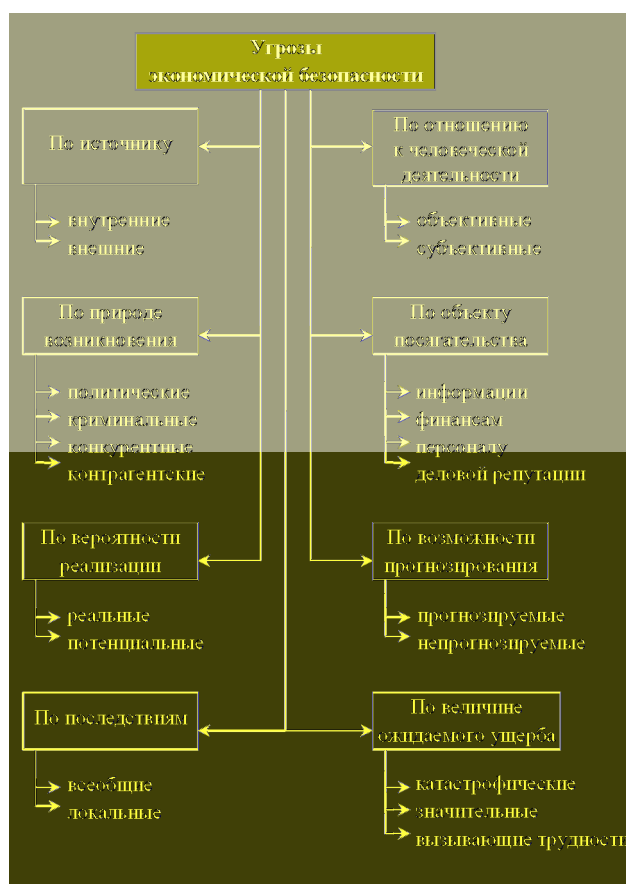


Рис. 1. Классификация угроз экономической безопасности

Как мы видим в данном списке угроз есть такой фактор, как информация. В связи с процессом информатизации роль информации в

экономической безопасности стала одним из важнейших объектов защиты. Все уровни, все этапы и отрасли, указанные выше, пронизаны информационными технологиями и данными, что придает фактору информации первостепенную значимость.

В результате этого, в экономической безопасности появляется новый сложный и объемный раздел, называемый информационной безопасностью.

Информационная безопасность – состояние сохранности информационных ресурсов и защищенности законных прав личности и общества в информационной сфере [6].

Информационная безопасность – это процесс обеспечения конфиденциальности, целостности и доступности информации [4].

Информация может являться предметом собственности и подлежит защите в соответствии с требованиями правовых документов или требованиями, устанавливаемыми собственником информации. Однако с расширением компьютерных сетей, все больше людей имеют доступ к информационно-вычислительным ресурсам систем обработки данных. Возможность связи территориально удаленных друг от друга пользователей обостряет проблему защиты данных от несанкционированного доступа и съема информации при ее обработке, хранении и передаче. Это требует увеличения затрат на средства защиты. На настоящий момент такие издержки могут составлять половину всех средств, направленных на создание и поддержание работы информационных систем.

В то же время объемы информации и информационные технологии выросли настолько, что связанные с ними отношения требуют регулирования со стороны государства. Принят ряд законодательных актов, основными задачами которых становятся регулирование отношений, которые возникают при создании и использовании информационных технологий и средств их обеспечения, и защита граждан и прав субъектов, участвующих в информатизации. В РФ базовым законом, регламентирующим работу с информацией и информационными технологиями является «Федеральный закон об информации, информатизации и защите информации» от 10 января 2003 г. № 15-ФЗ.

Как уже сказано выше, информация – это преимущественно объект интеллектуального труда. Поэтому все формы ее воплощения регулируются Законом Российской Федерации «Об авторском праве и смежных правах».

В то же время информация может быть государственной, служебной или коммерческой тайной. Разглашение государственной тайны

рассматривается как преступление, виновный в котором подвергается наказанию, предусмотренному статьей 283 УК РФ. Гражданский кодекс РФ придает информации статус служебной или коммерческой тайны, когда:

- она приносит действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности ее третьим лицам;
- она не находится в свободном доступе;
- собственник информации принимает меры по обеспечению ее конфиденциальности.

Воздействие на информацию либо на ее носители, а также неправомерное использование информации может нанести ущерб субъекту информационных отношений. Этот ущерб может быть прямым или косвенным, материальным или моральным. Поэтому все субъекты информационных отношений заинтересованы в обеспечении своей информационной безопасности (в различной степени в зависимости от величины ущерба, который им может быть нанесен).

Как известно, средой, в которой существует информация, является информационная система – совокупность данных, программно-аппаратных средств и персонала, обеспечивающая хранение, обработку и выдачу информации для решения прикладных задач. Из определения безопасности информации следует, что основными формами нарушения безопасности информации, которые может понести субъект в результате ее нарушения, являются:

1) нарушение доступности информации вследствие полной или частичной утраты работоспособности системы. Очевидно, что вывод из строя или недопустимое изменение режимов работы компонентов системы обработки информации может приводить к получению неверных результатов расчетов, отказам системы и/или отказам в обслуживании конечных пользователей;

2) нарушение целостности информации, которое может быть вызвано ее полным или частичным уничтожением, а также преднамеренным или случайным искажением;

3) нарушение конфиденциальности информации. Для закрытой информации это означает ее раскрытие, а для открытой – ее несанкционированное тиражирование.

Все виды информационных угроз можно разделить на две большие группы [5]:

- отказы и нарушения работоспособности программных и технических средств;
- преднамеренные угрозы, заранее планируемые злоумышленниками для нанесения вреда.

Выделяют следующие основные группы причин сбоев и отказов в работе компьютерных систем [6]:

- нарушения физической и логической целостности хранящихся в оперативной и внешней памяти структур данных, возникающие по причине старения или преждевременного износа их носителей;

- старения или преждевременного износа;

- нарушения физической и логической целостности хранящихся в оперативной и внешней памяти структур данных, возникающие по причине некорректного использования компьютерных ресурсов;

- нарушения, возникающие в работе аппаратных средств из-за неправильного использования или повреждения, в том числе из-за неправильного использования программных средств;

- неустранимые ошибки в программных средствах, не выявленные в процессе отладки и испытаний, а также оставшиеся в аппаратных средствах после их разработки.

Все перечисленные угрозы в той или иной степени характерны для всех отраслей экономики. Однако для строительной отрасли можно выделить следующие особенности:

- необходимость защиты ноу-хау и патентов. Так как в строительной отрасли большое значение имеет поиск новых материалов, использование которых дает предприятию конкурентные преимущества, следует обезопасить процесс их разработки и внедрения от утечек информации.

- необходимость защиты интеллектуальной собственности, такой как чертежи, планы, схемы и сметы. Кроме экономической угрозы, которую влечет распространение технических документов, существует угроза физической безопасности объектов при попадании таких документов в чужие руки (в особенности информации о производственных, общественных и правительственных объектах)

- защита средств программного обеспечения, в том числе и от человеческого фактора. Вся документация и виртуальные модели, прошедшие согласование и утверждение в соответствующих органах, должны быть защищены от случайного или преднамеренного изменения.

Государственные ведомства, отвечающие за экономическую безопасность, ежегодно выявляют почти 1000 враждебных актов против экономических субъектов. На самом деле, некоторые нарушения могут быть никогда не обнаружены. В качестве примера можно привести случаи кибер-атак: Троянский конь или любой другой вирус могут быть определены лишь через

несколько месяцев или даже лет, успев нанести при этом значительный вред. Бывает и так, что беспокоясь о своей репутации, предприятия-жертвы не сообщают о незаконных вмешательствах в свою деятельность.

Любая компания, независимо от ее размера, может стать объектом атаки, начиная с момента, когда она переходит в инновационный сектор с высокой конкуренцией. Малые и средние предприятия у которых не всегда есть средства, чтобы достаточно обеспечить собственную систему безопасности, особенно подвержены подобным атакам.

Акты вмешательства имеют самые различные формы: вторжения (незаконные или разрешенные), организованное ослабление безопасности предприятия (судебное преследование, незаконное присвоение клиентов и т.д.), нарушения в сфере ноу-хау (пиратство, присвоение патента и т.д.), финансовые нарушения (агрессивный перехват контроля и др.), компьютерные атаки (в сфере средств массовой информации, вторжения в компьютерные системы и т.д.), эксплуатация человеческих слабостей (давление, общественные беспорядки и т.д.), разрушение имиджа и репутации компании.

Большая часть подобных актов, возможно, могут или смогут быть предотвращены благодаря осознанию реальности этой угрозы и путем введения практик соответствующего поведения из мирового опыта.

Акты вмешательства, в основном, нацелены на три больших типа информации:

- Исследования и разработки. Результаты, предмет исследования и разрабатываемые программы содержат данные высокой ценности, как для предприятий, так и для научно-исследовательских учреждений. Часто их освоение конкурентом само по себе представляет угрозу компании или лаборатории.

- Торговая стратегия и маркетинг. Карточки клиентов, осваиваемые рынки, ценовая политика, рекламные кампании, конкурентные стратегии, перспективы выхода на международный рынок – это те данные, которые при раскрытии третьей стороне способны причинить ущерб компании.

- Внутренняя среда компании. Персональные данные сотрудников, подробные схемы, планы помещений предприятия, информация о компьютерной системе и о системах безопасности – это очень ценная информация, которая может быть использована недобросовестным конкурентом или нарушителем, который хочет присвоить ценности компании или научно-исследовательской лаборатории.

После определения стратегической информации, которая подлежит защите, необходимо определить, как эта информация может быть получена третьими лицами. При всем множестве возможных путей особое внимание следует обратить на следующее:

- Физическая безопасность помещений. В любой компании или научно-исследовательском учреждении не должны воспринимать нормальным тот факт, что можно прийти и уйти в базы данных или в помещения предприятия, не имея специального приглашения. Должен быть разработан и исправно функционировать механизм внешней защиты (барьер, механизмы предотвращения несанкционированного проникновения, видеонаблюдение, соответствующее освещение). При этом стратегическая информация сама по себе становится объектом особых защитных мер. Должна быть внедрена эффективная система контроля перемещений внутри предприятия (ведение регистра, введение пропусков, обозначенный маршрут для посетителей, и т.д.). В сочетании с повышением бдительности персонала, это позволит выявить любые вмешательства в неположенные места.

- ИТ-безопасность. Анализ актов вмешательства, произошедших в последние годы, показывает, что злоумышленники искали, как войти на сервер предприятия, используя недостатки защиты, чаще всего обусловленные человеческой непредусмотрительностью, или собирали информацию, присваивая мобильные устройства (ноутбуки, USB-устройства, смартфоны и т.д.) Тем не менее, соблюдения некоторых простых правил безопасности часто достаточно, чтобы остановить нападающих или минимизировать последствия преступного деяния. Особенно это можно заметить при использовании сложных и часто изменяемых паролей, периодическом обновлении операционной системы и антивируса, установке брандмауэра, изоляции информации, несущей большое стратегическое значение, от открытого доступа в Интернете, использование выделенных ноутбуков во время путешествия, содержащих только необходимую информацию, благоразумие в использовании устройств USB, и т.д.

- Риски, обусловленные человеческим фактором. Совокупность дефектов и ошибок, вызванных деятельностью работников, зачастую с большим профессионализмом используются организаторами экономического вмешательства. Иногда гораздо проще положиться на небрежность или наивность сотрудников, работающих в компании, чтобы получить искомую стратегическую информацию.

Чтобы свести к минимуму небрежность и просчеты персонала, нужно сделать экономическую безопасность частью организационной культуры компании, придать ей не меньшее значение, чем безопасности труда. Она должна быть распространена среди всех сотрудников компании или научно-исследовательского учреждения. Ее организация и последующее управление должны включаться в список стратегических целей фирмы.

Когда сотрудники совершают деловые поездки (конференции, выставки, командировки), они становятся более уязвимыми, чем когда они находятся на самом предприятии. Для сохранения и обеспечения безопасности рабочей информации, которой обладает сотрудник, такие поездки должны стать объектом тщательной подготовки и сопровождаться подробными отчетами. И наоборот, при посещении организации посторонним человеком (член делегации, стажер, посетитель и т.д.) или группой лиц, их должны сопровождать и контролировать от первой до последней минуты.

- Коммуникации в компании и в научно-исследовательском учреждении. Тем не менее, с приходом открытой и свободно распространяемой информации возникает такое явление, как скрининг со стороны недобросовестных конкурентов. Поэтому крайне важно, чтобы информация, распространяемая в письменной форме, через Интернет или в ходе выставок и конференций, была точно отмерена и оценена на достаточно высоком уровне, чтобы взвесить все результаты такой степени освещения.

Необходимо также строго регулировать информацию, размещенную в социальных сетях субъектами всех уровней компании или научно-исследовательского учреждения. Анализ среды компании или индивидуального предприятия является основным способом получения информации третьими лицами. Благодаря социальным сетям и так называемым методам социальной инженерии, это работа предшествует любой экономической атаке, дает возможность разработать подробный план вмешательства и обеспечить тем самым его успех. Именно поэтому целесообразно вести политику неразглашения среди сотрудников, обладающих наиболее детальной и ценной информацией.

Можно сделать вывод, что в условиях информатизации обеспечение экономической безопасности ставит перед собой новую задачу, имеющую приоритетное значение – защиту данных от несанкционированного вмешательства, распространения, утери и повреждения. Также необходимо разрабатывать мероприятия, которые позволят уменьшить последствия, в случае

подобного инцидента. Предприятиям нужно предусмотреть систему доступа к конфиденциальной информации только доверенных лиц. Любое несанкционированное вмешательство должно быть документировано, расследовано, а его причины должны становиться основой для улучшения информационной безопасности. Следует помнить, что затраты на создание, поддержание и совершенствование системы информационной безопасности значительно меньше, чем вред, который способна нанести хакерская атака или разглашение конфиденциальных данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барановская Т.П. [и др.]; под ред. В. И. Лойко. Информационные системы и технологии в экономике: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2005. 416 с.
2. Баталов С. А. Информационные системы и технологии: [учебное пособие]. Уфа: УГАЭС, 2006. 480 с.
3. Благовещенская М.М., Злобин Л.А. Информационные технологии систем управления технологическими процессами: учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2005. 768 с.
4. Богомоллов О.Т. Мировая экономика в век глобализации: Учебник. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2007. 359 с.
5. В. В. Брага [и др.]; под ред. Г. А. Титorenko. Автоматизированные информационные технологии в экономике: [учебник для студентов вузов]. М.: ЮНИТИ, 2005. 399 с.
6. Вечканов Г.С. Экономическая безопасность. СПб.: Вектор, 2009. 412 с.
7. Гайнанов Д.А., Изергина М.Э. Стратегия управления персоналом предприятия при внедрении корпоративной информационной системы: [монография]. Уфимский государственный авиационный технический университет. Уфа: УГАТУ, 2007. 246 с.
8. Дорошенко Ю.А., Кочеткова О.В. Экономическая безопасность: Учеб. пособие. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2006. 180 с.
9. Дьяконов В.П. Новые информационные технологии: [учебное пособие для студентов высших учебных заведений и университетов]. М.: СОЛОН-Пресс, 2005. 640 с.
10. Рудычев А.А., Борачук В.В., Чинова Е.Н. Проблемы реформирования системы управления промышленным предприятием в условиях нестабильной внешней среды: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 185 с.
11. Рудычев А.А., Кузнецова И.А., Рябов А.А. Информационно-инновационная компонента формирования системы управления промышленным предприятием: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 9,0 п.л.
12. Румбешт В.В. Информационная безопасность: Учебное пособие. Белгород: Изд-во БелГУ, 2008. 216 с.
13. Суглобов А.Е., Хмелев С.А., Орлова Е.А. Экономическая безопасность предприятия: Учебное пособие для студентов вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013. 356 с.
14. Уткин В.Б., Балдин К.В. Информационные системы и технологии в экономике. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 335 с. (Серия «Профессиональный учебник: Информатика»).
15. Ярочкин, В.И. Информационная безопасность: Учебник. М.: Академический проект; Фонд «Мир», 2003. 640 с. (Серия «Gaudeamus»).

Skripina A.A.

INFLUENCE OF THE INFORMATION FACTOR IN THE ECONOMIC SECURITY OF MARKET

Currently, the economic agents operate in an open global economy in which increasing the intensity of competition. This openness promotes growth and thus is potentially positive for the economy. However, in the context of the international economic crisis increases the risk level for the companies and for the Russian economy as a whole. Therefore, the first task is to identify these risks and prevent them. The new leading factor in the development of the economy becomes information. The widespread introduction of information technologies brings new opportunities and new threats. In modern society, within the framework of economic security is becoming urgent problem of information security for all sectors of economy, in particular for the construction industry.

Key words: economic security, information, information security, informatization, risk factors.

Скрипина Анастасия Анатольевна, аспирант кафедры экономики и организации производства. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: skr-ana@yandex.ru

*Сыромятникова Е.В., ассистент,**Былин И.П., ст. преп.,**Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова**Ширина Н.В., канд. техн. наук, доц.,**Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина*

МОНИТОРИНГ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОГО РАЙОНА ПУНКТАМИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

schnv02@mail.ru

Для выполнения геодезических измерений, топографических съёмок, межевания необходима густая сеть геодезических пунктов в единой системе координат и высот. Такую единую систему координат и высот имеют пункты геодезической сети. В связи с этим, рассматриваемые в статье вопросы мониторинга пунктов геодезических сетей определяют ее актуальность.

Ключевые слова: геодезические сети, пункт опорной межевой сети, мониторинг, кадастр, геодезия.

С 1 января 2017 года вступает в силу Федеральный закон от 30 декабря 2015 № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Вносимые изменения актуализируют российское законодательство в соответствии с современным состоянием дел в области геодезии и картографии. Законом установлены системы координат, государственная система высот и государственная гравиметрическая система, используемые на территории Российской Федерации [1, 2].

Важнейшей задачей геодезии и картографии в современных условиях является обеспечение органов власти и заинтересованных лиц картографическими материалами и результатами геодезических измерений для решения государственных задач по повышению уровня функционирования экономики, обороноспособности и безопасности страны, земельного комплекса и других областей. Для этого до июня 2017 г. Росреестр обязан создать ресурс, содержащий описание пунктов геодезических сетей всех уровней с доступом в сети «Интернет» в режиме онлайн.

Также реализация «дорожной карты» «Повышение качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» призвана, в том числе, оптимизировать процедуры государственного кадастрового учета недвижимого имущества, а также повысить качество оказания государственных услуг в этой сфере. Одной из целей «дорожной карты» является формирование достоверного (качественного и полного) Единого государственного реестра недвижимости. При этом геодезической основой государственного кадастра недвижимости (ГКН) являются государственная геодезическая сеть (ГГС) и геодезические сети специаль-

ного назначения (опорные межевые сети – ОМС).

Соответствующие сведения о геодезической основе кадастра, полученные в результате выполнения работ по созданию новых или обновлению существующей геодезической основы кадастра, в том числе по созданию новых или по восстановлению утраченных пунктов государственной геодезической сети, опорных межевых сетей, вносятся в государственный кадастр недвижимости (ГКН).

В Стратегии топографо-геодезического и картографического обеспечения Российской Федерации на перспективу до 2030 года вопросу актуальности, достоверности, своевременности сведений о геодезических сетях также уделено внимание [3]. Основными качественными параметрами, обеспечивающими эффективность развития геодезических работ, являются точность и плотность геодезической основы Российской Федерации. В рамках стратегического развития геодезического обеспечения предполагается до 2030 года 4-кратное повышение точности определения планового высотного местоположения, а также 3 – 5-кратного повышения уровня достижения уровня плотности спутниковых и гравиметрических сетей. В отношении классических геодезических сетей предусмотрено проведение комплекса специальных работ по их дистанционному обследованию и сохранению в рабочем состоянии на местности.

Важность геодезических пунктов трудно переоценить, ведь без них невозможны ни геодезические, картографические, ни строительные и прочие работы. Если брать в целом, то речь идет об экономике и народном хозяйстве страны, а также военной промышленности.

Геодезические сети представляют собой совокупность закрепленных точек земной поверхности (геодезических пунктов), положение ко-

торых определено в общей для них системе геодезических координат. Напомним, геодезический пункт – точка, которая особым образом закреплена на местности (в земле, реже – на здании или другом искусственном сооружении), она является носителем координат (х,у) и высоты (Н) условных систем [7].

На сегодня всего на территории Белгородского района таких пунктов не меньше тысячи. Большинство пунктов геодезической сети были заложены еще в прошлом веке. Однако с каждым годом их становится все меньше и меньше.

Сегодня Управлением Росреестра по Белгородской области совместно с районными администрациями, заинтересованными организация-

ми проводятся обследования пунктов геодезической сети с целью проверки их сохранности на местности, учета и поддержания в исправном состоянии для использования при выполнении топографических, геодезических, инженерно-изыскательских, кадастровых и иных работ в интересах народного хозяйства и обороны страны. Полевые работы по обследованию пунктов геодезических сетей заключаются в отыскании пунктов на местности и установлении состояния их центров [4–6].

Нами проводился локальный мониторинг пунктов ОМС на территории Белгородского района (рис. 1).

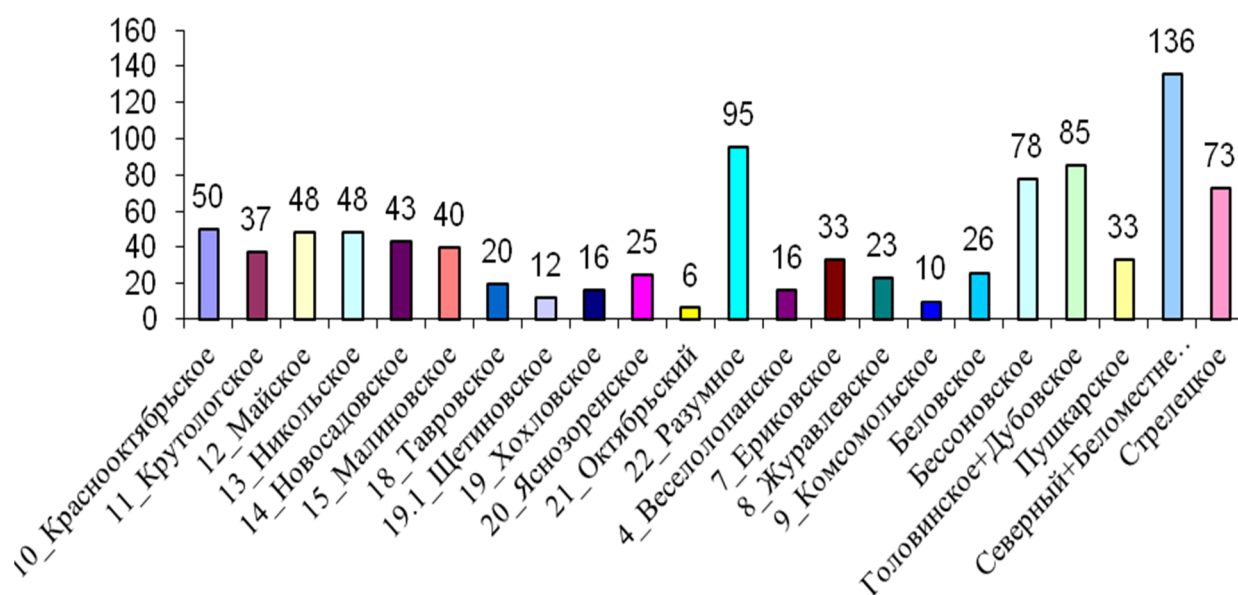


Рис. 1. Распределение количества пунктов ОМС по поселениям Белгородского района

Полевые работы по обследованию геодезических пунктов включали: отыскание пунктов на местности; осмотр пунктов и выяснение состояния их центров; фотографирование пункта целиком (фотографирование производилось таким образом, чтобы по фотографии можно было идентифицировать место нахождения пункта) и отдельно его части, где находится центр; по мере возможности осуществлялся сбор сведений о земельном участке (здании, строении), на котором размещен геодезический пункт.

Отыскание местоположения пункта на местности производилось по адресу местоположения объекта и схеме его размещения. При подготовке к обследованию пунктов и дальнейшей обработке был использован современный программный продукт – QGIS [8]. С использованием космоснимков в проекте программы были отмечены точки, соответствующие описанию местоположения, и подписаны по номерам пунктов ОМС (рис. 2).

После предварительной подготовки, было

произведено обследование пунктов. При выезде на местность был произведен поиск пункта. Если пункт сохранился, то проводилось фотографирование пункта и местности, позволяющее определить, где именно расположен пункт ОМС, а также делались записи о фактическом местоположении. Пункт считался утраченным, если были обнаружены явные признаки уничтожения его центра (на месте пункта построено какое-либо сооружение, проложена дорога, вырыт котлован, проведена капитальная реконструкция здания и т.п.), или когда принятые меры по отысканию центра не приводили к положительному результату.

Сбор сведений о земельном участке (здании, строении, сооружении), на котором размещался геодезический пункт, осуществлялся только в отношении сохранившихся на местности пунктов путем визуального определения их на местности.

При обследовании пунктов геодезической сети результаты были разными. К примеру, не-

там обследования о сохранности пунктов ОМС была составлена карта (рис 3). Из рис. 3 видно, что сохранилось не так уж и много обследуемых пунктов, уничтожена большая их часть.

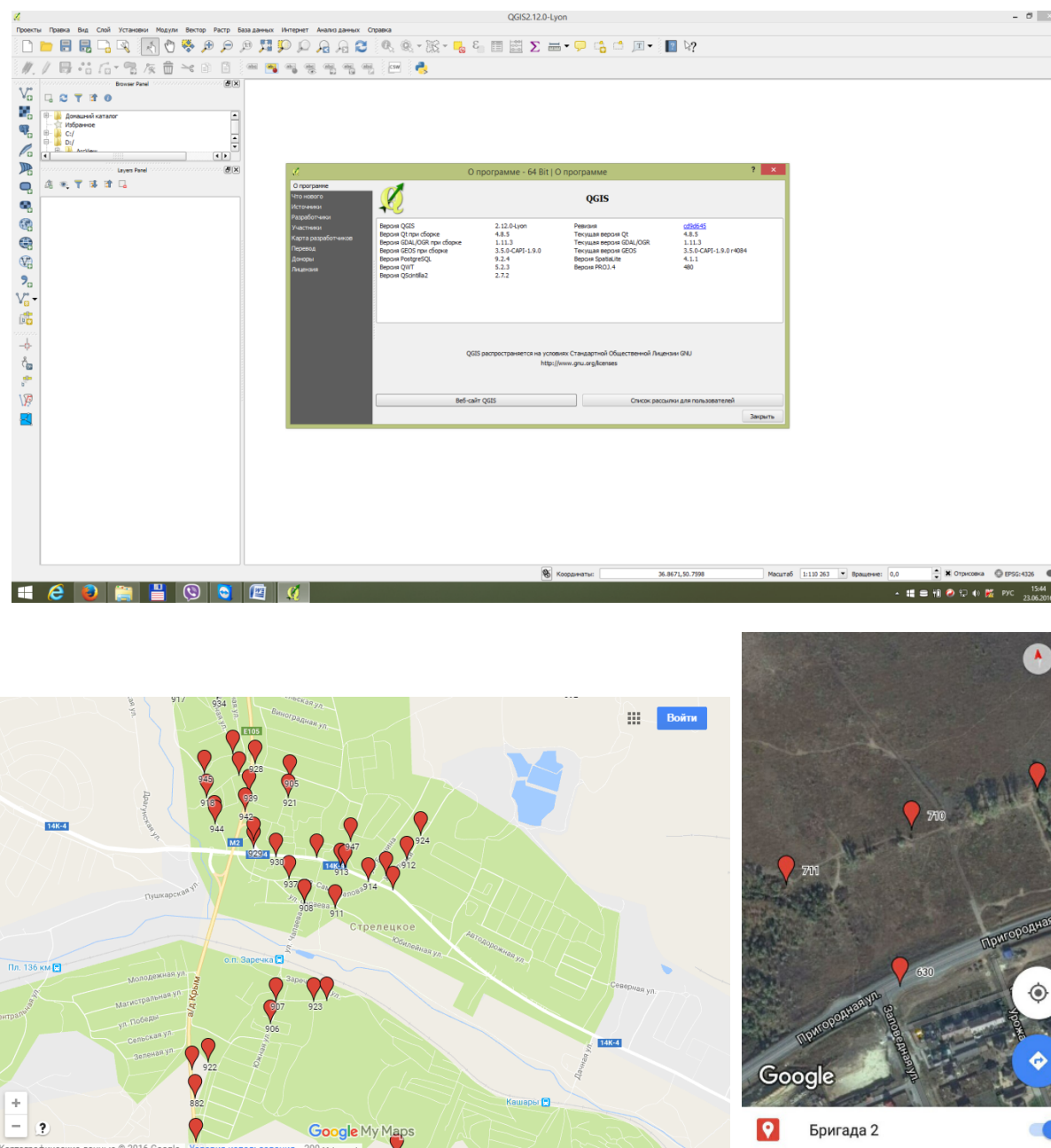


Рис. 2. Фрагменты работы в программе QGIS по определению приблизительного местоположения пунктов геодезической сети (Белгородский район)

затрат времени на поиск геодезических пунктов [9].

Подводя итог, отметим, что на современном этапе в связи с особой важностью пунктов геодезической сети необходимо провести мониторинг, ужесточить контроль за сохранностью пунктов, увеличить административные взыскания за повреждение и уничтожение геодезических пунктов [10].

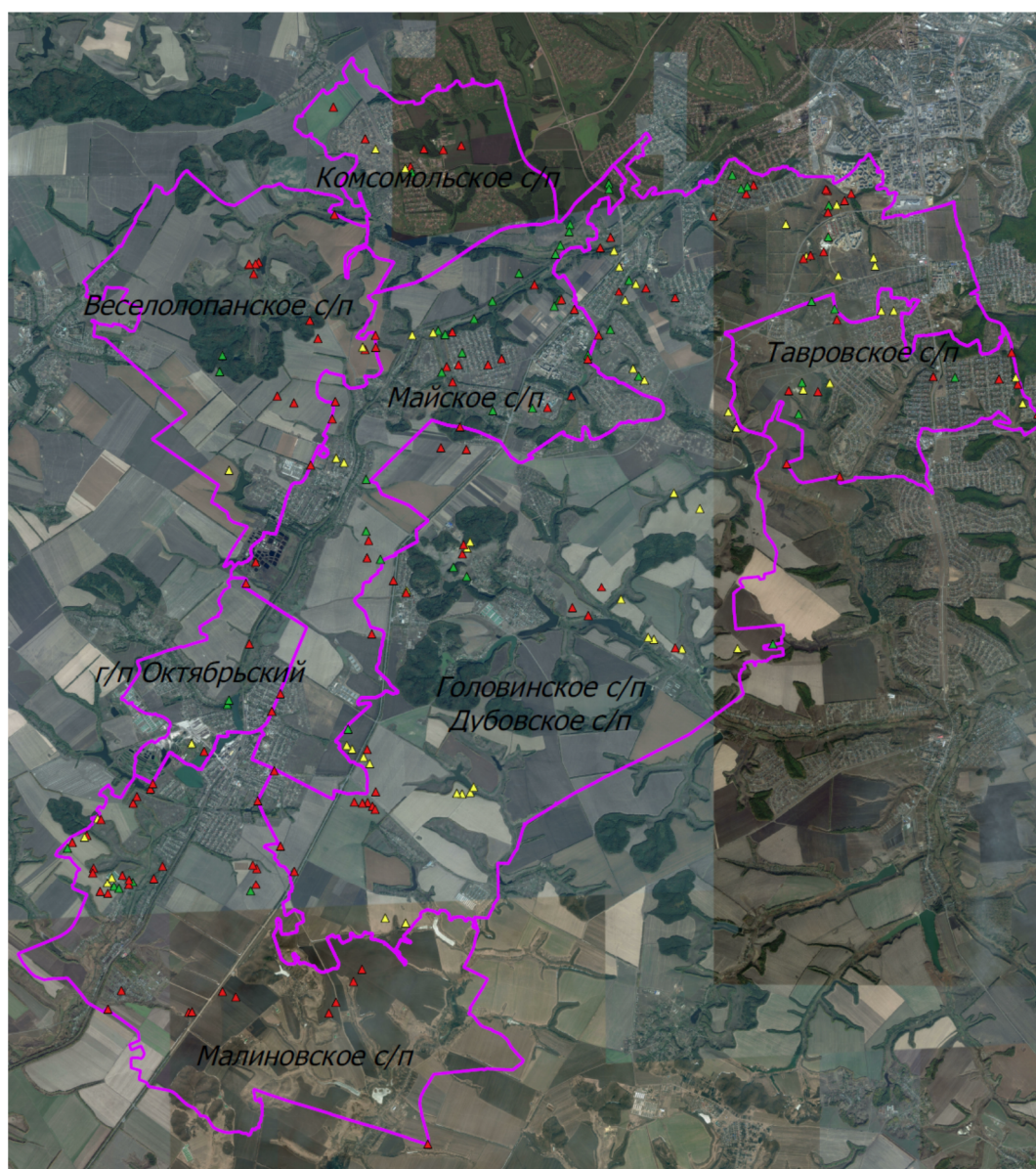


Рис. 3. Фрагмент карты по результатам обследования о сохранности пунктов ОМС Белгородского района:

▲ - удовлетворительно, ▲ - не удовлетворительно, ▲ - сохранено (всего 1000 точек, 1000 точек, 1000 точек)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 30.12.2015 № 431-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/>
2. С 1 января 2017 года закон о геодезии и картографии будет обновлен [Электронный ресурс]. URL: <https://rosreestr.ru>
3. Проект «Стратегии топографо-геодезического и картографического обеспечения Российской Федерации на перспективу до 2030 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/>
4. Мониторинг пунктов государственных геодезических сетей [Электронный ресурс]. URL: <http://www.georgievsk.ru/city/reg-palata/monitoring-punktov-gosudarstvennykh-geodezicheskikh-setey.php>
5. Обеспечение сохранности пунктов государственной геодезической сети на территории Белгородской области [Электронный ресурс]. URL: <http://belrn.ru/2014/01/24/obespechenie-sokhrannosti-punktov-gosudarstvennojj-geodezicheskoyj-seti-na-territorii-belgorodskoyj-oblasti/>
6. Сохранить геодезическую сеть [Электронный ресурс]. URL: https://rosreestr.ru/site/press/news/sokhranit-geodezicheskuyu-set/?sphrase_id=3002979

7. Приказ Росземкадастра от 15.04.2002 № П/261 «Об утверждении «Основных положений об опорной межевой сети» [Электронный ресурс]. URL: <http://lawru.info/dok/2002/04/15/n372645.htm>

8. Свидзинская Д.В., Бруй А.С. Основы QGIS [Электронный ресурс]. URL: http://lab.osgeo.org.ua/files/QGIS_intro.pdf

9. Ефимов Н.С. Проблема уничтожения пунктов государственной геодезической сети

[Электронный ресурс]. URL: <http://kadastr.org/conf/2012/pub/kadastr/unichtoj-punktov-gts.htm>

10. Былин И.П., Затолокина Н.М., Сыромятникова Е.В. Анализ состояния государственной геодезической сети на землях населенных пунктов // Актуальные вопросы развития инновационной деятельности в новом тысячелетии XII. Международная научно-практическая конференция. 2015. С. 55–58.

Syromyatnikova E.V., Bylin I.P., Shirina N.V.

MONITORING OF SECURITY OF THE TERRITORY OF THE BELGOROD DISTRICT WITH POINTS OF GEODETIC NETWORKS

In order to carry out geodetic measurements, topographic plotting and land surveying a dense network of ground geodetic points in the unified coordinate and height system is required. Such a unified coordinate and height system is presented by geodetic network points. In this regard, the relevance of the article is determined with the problems of geodetic network points monitoring, considered in it.

Key words: *geodetic networks, survey control network point, monitoring, cadastre, geodesy.*

Сыромятникова Екатерина Васильевна, аспирант кафедры городского кадастра и инженерных изысканий. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Былин Илья Порфирьевич, старший преподаватель кафедры городского кадастра и инженерных изысканий. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Ширина Наталия Владимировна, кандидат технических наук, доцент, кафедры землеустройства, ландшафтной архитектуры и плодоводства
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

Унежева В.А., магистрант,
Страхова А.С., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МНОГОВАРИАНТНОСТЬ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛЫМ ФОНДОМ

vunezheva@mail.ru

Статья посвящена способам управления многоквартирным домом, сравнению и установлению основных преимуществ и недостатков каждого из них.

Ключевые слова: многоквартирный дом, управление, собственники, помещения, общее имущество, способы управления, непосредственное управление, товарищество собственников жилья, жилищный (жилищно-строительный) кооператив, жилищный накопительный кооператив, управляющая организация, преимущества, недостатки.

В российской Федерации, как правило, вопросы, связанные с управлением эксплуатации жилых зданий регламентируются Жилищным кодексом Российской Федерации, а именно разделом VIII, который именуется как «Управление многоквартирными домами» [1].

Стоит отметить, что никакой нормативный правовой акт, действующий на территории России, не дает четкого понятия о том, что следует понимать под управлением эксплуатации жилого здания.

Если углубиться в историю, то стоит вспомнить норму, закрепленную в Жилищном кодексе РСФСР 1983 года, в которой в основном предусматривались положения об органах, которые принимали участие в управлении жилищным фондом.

Понятие управления эксплуатации жилых зданий пытались рассмотреть в наши дни мно-

жество ученых – цивилистов. Гордеев Д.П. и Прокофьев В.Ю., в своей статье «Законодательное регулирование управления многоквартирными домами» дали наиболее четкое определение «Управление эксплуатации жилого здания». Они рассматривали «Управление эксплуатации жилого здания» как деятельность по управлению всеми помещениями (квартирами и/или комнатами), находящимися в собственности одного лица. Гордеев Д.П. и Прокофьев В.Ю. в своих научных трудах различают «управление жилыми помещениями» и «управление общим имуществом многоквартирных домов». Объектом управления в данном случае, в первую очередь, будет общее имущество многоквартирного жилого дома. А управление жилыми помещениями будет осуществляться лишь в тот момент, когда этого непосредственно пожелает отдельный собственник помещения [2].

ОБЩАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ

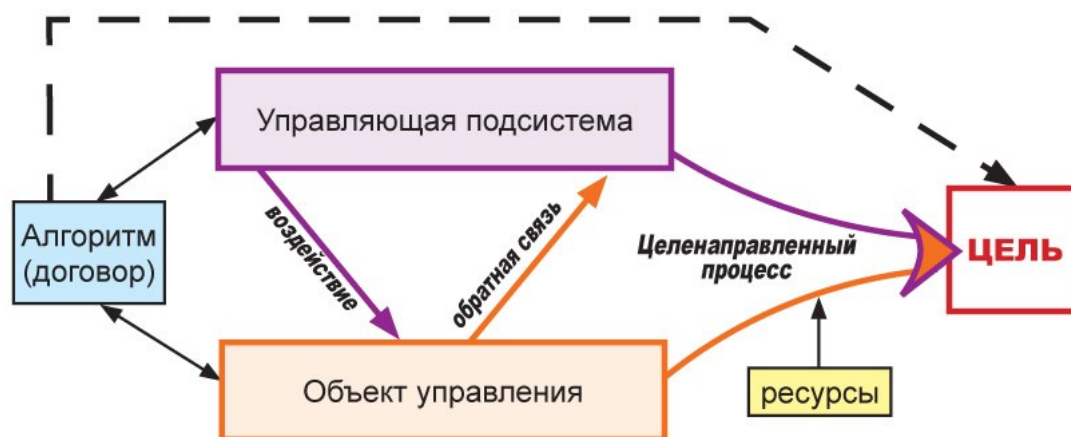


Рис. 1. Механизм управления эксплуатацией жилых зданий

Механизм управления эксплуатацией жилых зданий можно представить в виде общей схемы управления (рис.1), где в роли управляющей подсистемы могут выступать такие пра-

вовые формы управления эксплуатацией жилого здания, как:

непосредственное управление собственниками помещений в многоквартирном доме, товарищество собственников жилья либо жилищ-

ный кооператив или иной специализированный потребительский кооператив, управляющая организация (субъекты управления). Объектами управления в данном случае будут выступать: помещения (жилые и нежилые), общее имущество в многоквартирном жилом доме. Алгоритм взаимодействия между управляющей подсистемой и объектом управления регулируется положениями, заключенного между сторонами гражданско-правового договора, в котором определены права и обязанности сторон [5].

Исходя из анализа данной схемы, можно сделать вывод о том, что одной из основополагающих целей управления эксплуатации жилого здания является обеспечение безопасного проживания граждан, поддержание нормального состояния общего имущества граждан в жилом здании, а также решение пользования данным имуществом [6]. Что так же нашло свое отражение в пункте 1 статьи 161 Жилищного кодекса Российской Федерации.

В пункте 2 статьи 15 Жилищного кодекса Российской Федерации содержится понятие «жилого дома». Под ним понимается «индивидуально – определенное здание, которое состоит из комнат, а также помещений вспомогательного использования, предназначенных для удовлетворения гражданами бытовых и иных нужд, связанных с их проживанием в таком здании» [7].

В пункте 1 статьи 36 Жилищного кодекса Российской Федерации поверхностно содержится понятие того, что же относится к общему имуществу в многоквартирном доме. Так к нему относятся принадлежащие на праве общей долевой собственности помещения в данном доме, не являющиеся частями квартир и предназначенные для обслуживания более одного помещения в данном доме, в том числе межквартирные лестничные площадки, лестницы, лифты, лифтовые и иные шахты, коридоры, технические этажи, чердаки, подвалы, в которых имеются инженерные коммуникации, иное обслуживающее более одного помещения в данном доме оборудование (технически подвалы), а также крыши, ограждающие, несущие и не несущие конструкции данного дома, механическое, электрическое, санитарно-техническое и иное оборудование, находящееся в данном доме за пределами или внутри помещений и обслуживающее более одного помещения, земельный участок, на котором расположен данный дом, с элементами озеленения и благоустройства и иные предназначенные для обслуживания, эксплуатации и благоустройства данного дома объекты, расположенные на указанном земельном участке [8].

С целью ознакомления с более полным перечнем объектов, которые входят в состав общего имущества собственников многоквартирного жилого дома, можно обратиться к Постановлению Правительства Российской Федерации от 13 августа 2006 года № 491 «Об утверждении Правил содержания общего имущества в многоквартирном доме и Правил изменения размера платы за содержание и ремонт жилого помещения в случае оказания услуг и выполнения работ по управлению, содержанию и ремонту общего имущества в многоквартирном доме ненадлежащего качества и (или) с перерывами, превышающими установленную продолжительность» [9].

Согласно современного гражданского и жилищного законодательства Российской Федерации, собственники жилых помещений в многоквартирном доме владеют, пользуются, и в установленных законом ограничениях распоряжаются общим имуществом по своему усмотрению.

На законодательном уровне, а именно в Жилищном кодексе Российской Федерации закреплены три правовые формы управления эксплуатацией жилыми зданиями, а именно:

1. непосредственное управление собственниками помещений в многоквартирном доме;
2. товарищество собственников жилья либо жилищный кооператив или иной специализированный потребительский кооператив;
3. управляющая организация.

Жильцы многоквартирного жилого здания на общем собрании собственников помещений выбирают сами способ управления многоквартирным домом. После того как общим собранием жильцов избрана форма управления, то принятое решение обязательно для всех собственников жилых помещений в многоквартирном доме [10].

1. Непосредственное управление собственниками помещений в многоквартирном доме. Данный способ имеет свои определенные преимущества и недостатки. Каждый собственник самостоятельно решает вопросы и не зависит от того, насколько добросовестно это выполняют его соседи.

В жилищном кодексе Российской Федерации закреплено две формы договоров оказания услуг по содержанию и/или выполнению работ по ремонту общего имущества в таком доме и договор холодного и горячего водоснабжения, водоотведения, электроснабжения, газоснабжения (в том числе поставки бытового газа в баллонах), отопления (теплоснабжения, в том числе поставки твердого топлива при наличии печного отопления). Первый упомянутый договор, соб-

ственники помещений многоквартирного жилого дома могут заключить на основании решения принятого на общем собрании.

В пункте 1 статьи 164 Жилищного кодекса Российской Федерации указано, что большинство собственников помещений выступают в качестве одной стороны заключаемых договоров, что приводит к выводу о возможности для части собственников помещений не подчиняться решению общего собрания собственников помещений в многоквартирном доме. В случае если лицо не участвует в договоре, то у него не возникает обязанностей по внесению каких-либо установленных договором платежей. Также исходя из данного утверждения можно сделать вывод о том, что часть собственников помещений многоквартирного жилого дома, которые не заключили договор не будут нести расходы на общее имущество, при условии того, что собственники участвующие в договоре будут нести данные расходы.

Российским законодательством предусмотрена возможность выбора формы управления имуществом многоквартирного дома, которая избирается собранием собственников на основании решения большинства.

Зачастую собственники не имеют информацию о наличии лица, к которому они могут предъявить требования об уплате платежей по договорам оказания услуг по содержанию и выполнению работ по ремонту общего имущества многоквартирного дома.

В статье 321 Гражданского кодекса Российской Федерации прописано, что при возникновении обязательства, в котором принимают участие несколько кредиторов или несколько должников, то каждый из кредиторов имеет право требовать исполнения, а каждый из должников обязан исполнить обязательство в равной доле с другими постольку, поскольку из закона, иных правовых актов или условий обязательства не вытекает иное [11].

Отсюда можно с уверенностью сделать вывод о том, что требование может быть предъявлено к каждому отдельному собственнику помещения многоквартирного жилого дома соразмерно его доле в праве собственности на общее имущество в многоквартирном доме.

Договоры, относящиеся ко второй группе заключаются собственниками помещений от своего имени. В случае неисполнения обязанности по данным договорам, требование об уплате будет предъявляться непосредственно контрагенту по заключенному договору.

2. Управление товариществом собственников жилья либо жилищным кооперативом или иным специализированным потребительским

кооперативом. В Жилищном кодексе Российской Федерации дано понятие того, что же стоит понимать под жилищным и жилищно-строительным кооперативом. Под ними признаются добровольные объединения граждан и/или юридических лиц на основе членства в целях удовлетворения потребностей граждан в жилье, а также управления жилыми и нежилыми помещениями в кооперативном доме [12]. Данное положение нашло свое отражение в пункте 1 статьи 100 Жилищного кодекса Российской Федерации. Участники жилищного кооператива своими средствами участвуют в приобретении, реконструкции и последующем содержании многоквартирного дома, что закреплено в пункте 2 статьи 100 Жилищного кодекса Российской Федерации [13].

В отличие от участников жилищного кооператива, члены жилищно – строительного кооператива своими средствами участвуют в строительстве, реконструкции и последующем содержании многоквартирного дома, что также нашло свое отражение в пункте 3 статьи 100 Жилищного кодекса Российской Федерации. На основании статьи 122 Жилищного кодекса Российской Федерации, жилищный кооператив по решению общего собрания его членов, на основании действующего законодательства может быть преобразован в товарищество собственников жилья [14]. Товариществом собственников жилья является некоммерческая организация, объединение собственников помещений в многоквартирном доме для совместного управления комплексом недвижимого имущества в многоквартирном доме, обеспечения эксплуатации этого комплекса, владения, пользования и в установленных законодательством пределах распоряжения общим имуществом в многоквартирном доме. До настоящего времени ученые цивилисты так и не пришли к единому консенсусу о том к какой организационно – правовой форме стоит его относить. Одни ученые сходятся на мнении о том, что товарищество собственников жилья – это вид потребительского кооператива, другие же считают, что это самостоятельная форма организации юридического лица.

Согласно положению, закрепленному в пункте 1 статьи 136 Жилищного кодекса Российской Федерации, собственники помещений в одном многоквартирном доме могут создать лишь только одно товарищество [15]. На основании действующего жилищного законодательства товариществом собственников жилья имеет право заключать договор управления многоквартирным домом, а также договоры о содержании и ремонте общего имущества в многоквартирном доме, договоры об оказании комму-

нальных услуг и прочие договоры в интересах членов товарищества. Одной из сторон договора является непосредственно товарищество, а от его имени подписывать договора имеет право председатель правления товарищества, но при условии того что принятое решение в договоре одобрено правлением [16]. В случае выявления такого факта, что председатель подписал от имени товарищества какой либо документ без одобрения правления, то такую сделку можно оспорить в рамках судебного разбирательства как недействительную сделку.

3. Управление управляющей организацией. Понятие управляющей организации прописано в нормативном правовом акте «Правила предоставления коммунальных услуг гражданам», которые в свое время были утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации № 307 от 23.05.2006 года. Согласно данному постановлению управляющей организацией является юридическое лицо либо индивидуальный предприниматель, управляющие многоквартирным домом на основании соответствующего договора. Если собственники отдельных помещений многоквартирного жилого дома вы-

брали данную форму управления, то индивидуально с каждым из них управляющей организацией заключается договор управления, с положениями, которые были приняты на общем собрании собственников жилого дома. Согласно пункта 4 статьи 162 Жилищного кодекса Российской Федерации, условия договора управления, заключаемого со всеми жильцами многоквартирного дома, устанавливаются одинаковыми [17]. Согласно действующего законодательства на территории Российской Федерации, один многоквартирный жилой дом может обслуживаться только одной управляющей организацией.

Собственники отдельных помещений многоквартирного жилого дома должны принимать непосредственное участие в управлении своим общим имуществом, с целью обеспечения для себя благоприятных и безопасных условий проживания.

Чтобы понять, насколько распространены данные виды управляющих организаций рассмотрим статистические данные по России и г. Белгород в частности

Таблица 1

Статистические данные по России и г. Белгород

	Количество обслуживаемых домов (шт.)	Общая площадь обслуживаемых домов (кв.м.)	Управляющие компании (шт.)	ТСЖ (шт.)	ЖСК (шт.)	Непосредственное управление
Российская Федерация	739.704	2.396.320.342	32.225	29.729	6.095	н/д
г. Белгород	1.572	10.148.039	45	10	0	н/д

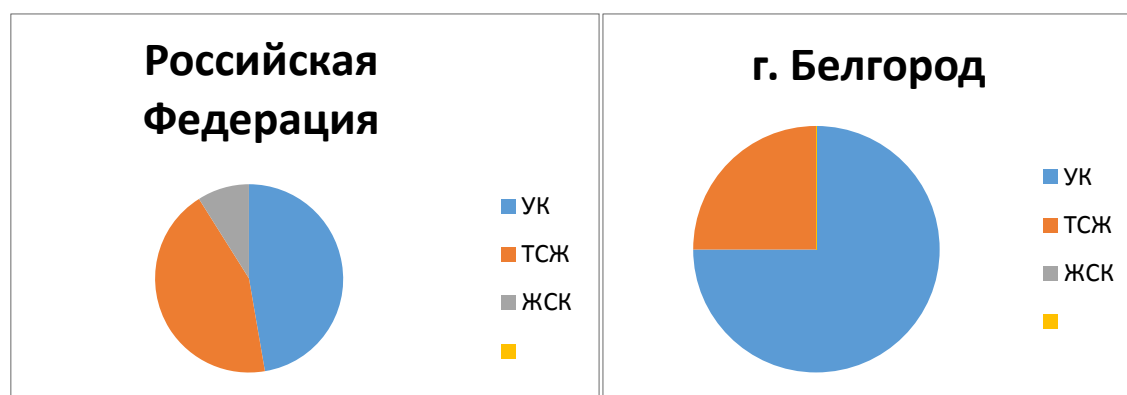


Рис. 2. Статистические данные по России и г. Белгород

На основании данной таблицы можно сделать вывод о том, что наибольшее распростра-

нение на территории Российской Федерации получили управляющие компании.

Таблица 2

Сравнительная таблица трех форм управления многоквартирным домом

	Непосредственное управление		Управление Товариществом собственников жилья (ТСЖ)		Управление управляющей компанией (управляющим)	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
Организационные характеристики	Нет необходимости регистрировать юридическое лицо, отсутствуют расходы на управление	Для решения любого вопроса, связанного с управлением общим имуществом дома необходимо собрать общее собрание.	Нет необходимости всякий раз собирать собрания. Текущая деятельность по управлению домом осуществляется выборными органами: правлением и председателем правления из числа собственников.	ТСЖ — юридическое лицо (некоммерческая организация собственников квартир) в связи с чем возникают процедурные вопросы по регистрации и функционированию юр. лица.	Нет необходимости регистрировать юридическое лицо, отсутствуют расходы на управление	Расходы на управление включаются в тарифы на услуги управляющих компаний.
	Каждый вправе выдать доверенность на представление своих интересов.	Каждый самостоятельно отстаивает свои интересы.	Интересы собственников представляет товарищество (т.е. правление из числа собственников). Возможно привлечение на работу управляющей организации или профессионалов (инженер, бухгалтер, юрист), которых можно быстро поменять при наличии претензий.	Отсутствие профессионально подготовленных кадров по управлению ТСЖ среди собственников.		Каждый самостоятельно отстаивает свои интересы. В случае возникновения разногласий для смены управляющей организации необходимо собрать общее собрание.
Взаимоотношения с поставщиками услуг	На все прямые договоры на коммунальные услуги распространяется закон «О защите прав потребителей». Нет риска отключения при своевременной оплате услуг. Повышается платежная дисциплина собственников.		Договоры на коммунальные услуги в интересах собственников заключает товарищество. С должниками работает товарищество.		Коммунальные услуги предоставляются управляющей компанией по договору управления, который заключается с каждым собственником отдельно. Распространяется Закон «О защите прав потребителей».	Условия договора управления одинаковы для всех. Внесение изменений в договор одним из собственников (по согласованию с управляющей компанией или по решению суда) влечет за собой перезаключение договоров со всеми остальными собственниками на новых условиях

	Состав работ по содержанию и ремонту общего имущества дома, связанных с этим затрат определяется собранием собственников	<p>Чтобы изменить состав работ по содержанию и ремонту общего имущества дома, необходимо созывать собрание собственников</p> <p>Как правило, среди собственников отсутствуют профессионалы в этой сфере.</p> <p>По договорам на содержание и ремонт общего имущества все собственники выступают в качестве одной стороны. Другая сторона обязуется содержать и ремонтировать все общее имущество, т.к. оно неделимо. Если часть собственников откажется участвовать в договоре, остальные будут вынуждены оплачивать за них и/или взыскивать эти издержки в судебном порядке.</p>	<p>Состав работ по содержанию и ремонту общего имущества дома, связанных с этим затрат определяется и меняется товариществом.</p> <p>Есть возможность быстро принимать решения.</p> <p>Часть работ по содержанию и ремонту могут выполнять нанятые товариществом работники. Может быть заключен договор с управляющей компанией. Во всех случаях средства поступают исполнителям услуг со счета товарищества, контролирующего качество услуг. С должниками работает товарищество</p>		<p>Жилищные услуги по содержанию и ремонту предоставляются управляющей компанией по договору управления. Состав работ по содержанию и ремонту общего имущества дома определяется собранием собственников по предложению управляющей компании. Договор управления заключается управляющей компанией с каждым собственником отдельно. На договоры распространяется Закон «О защите прав потребителей»</p>	<p>Для внесения изменений в договор необходимо решение общего собрания или суда.</p> <p>Положение о необходимости соблюдать общие для всех условия договора, действует и в этом случае.</p>
Инвестиционная привлекательность		<p>Нет возможности постепенно накапливать средства на счете для крупных ремонтов в доме и замены оборудования</p>	<p>ТСЖ – юридическое лицо, имеющее свой счет в банке. Все средства поступают на счет и расходуются по решению собственников. Есть возможность накопления для крупных ремонтов и замены оборудования.</p> <p>Поступление средств на счет ТСЖ, делает более прозрачной схему их расходования, позволяет делать инвестиционные прогнозы, принимать оперативные меры к неплательщикам.</p>		<p>Средства, поступившие на счет управляющей компании, могут аккумулироваться для крупных ремонтов и замены оборудования.</p>	<p>Средства, поступающие на счет управляющей компании - ее собственность, расходуются по усмотрению руководителя (есть возможность, ареста счета и взыскания средств по обязательствам компании перед третьими лицами в ущерб исполнению обязательств по договору управления)</p>

		Нет возможности взять крупный (общий) кредит.	ТСЖ - юридическое лицо, может взять кредит, постепенно погашая за счет средств поступающих от собственников.		Управляющая компания может взять кредит.	Управляющая компания отвечает по своим обязательствам, в т.ч. средствами на своем счете.
		Решение о сдаче в аренду общего имущества принимается общим собранием. Не урегулированы вопросы получения оплаты целиком или пропорционально долям, способа оплаты и контроля.	Есть возможность накапливать на счете ТСЖ средства от сдачи в аренду общего имущества, передачи иных прав на имущество ТСЖ по решению общего собрания. Контроль за соблюдением условий аренды осуществляет ТСЖ.			Решение о сдаче в аренду общего имущества принимается общим собранием. Не урегулированы вопросы получения оплаты целиком или пропорционально долям, способа оплаты и контроля.

В соответствии с Жилищным кодексом РФ собственники помещений в многоквартирном доме обязаны провести собрание, принять решение о выборе способа управления домом, и реализовать это решение до 01 марта 2006г. В случае, если это не будет сделано, орган местного самоуправления, в соответствии с ч. 4 ст. 161 ЖК РФ, в порядке, установленном Правительством Российской Федерации, должен провести открытый конкурс по отбору управляющей организации. Собственники помещений в многоквартирном доме обязаны заключить договор управления этим домом с управляющей организацией, выбранной по результатам конкурса, в порядке, установленном статьей 445 Гражданского кодекса Российской Федерации (Заключение договора в обязательном порядке) [18].

Не позднее чем через год после заключения указанного договора управления многоквартирным домом орган местного самоуправления обязан созвать собрание собственников помещений в этом доме для решения вопроса о выборе способа управления этим домом. При этом собрание собственников призвано не "подтвердить" полномочия управляющей организации (которые прекращаются), а заново выбрать способ управления.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что наиболее выгодным экономически является непосредственное управление собственниками помещений в многоквартирном доме. Этому способствуют такие факторы, как:

- отсутствие издержек по поддержанию деятельности юридического лица (ТСЖ, ЖК, ЖСК, иного СПК);

- уменьшение стоимости выполняемых работ (оказываемых услуг);

- персональное заключение собственниками помещений в многоквартирном доме договоров с поставщиками тепла, газа, воды и т.д.;

- оперативное решение проблем с неплатежами и пр.

Однако при большом количестве собственников помещений, отсутствии представителя таких собственников непосредственное управление многоквартирным домом становится негибким, неоперативным, громоздким, что в свою очередь может привести к дополнительным проблемам, например, необходимости частого проведения общих собраний и т.д. В конечном счете, эффективность управления многоквартирным домом и, соответственно, качество жилищно-коммунальных услуг снижается.

Современное законодательство, регулирующее формы организации управления эксплуатации жилых домов, требует работы по его дальнейшему совершенствованию. Необходимо на законодательном уровне внести поправки или изменения в Жилищный кодекс Российской Федерации, так и в иные нормативные правовые акты, регламентирующие жилищные отношения на территории Российской Федерации. Также необходимо время для того, чтобы проверить эффективность и целесообразность ныне принятой системы управления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гордеев Д.П., Прокофьев В.Ю. Законодательное регулирование управления многоквартирными домами // Жилищное право. 2002. № 2. С. 4–6.

2. Абдразаков Ф.К., Поморова А.В., Байдина О.В., Жариков И.С. Современный механизм взаимоотношений участников инвестиционно-строительной деятельности // Экономика и предпринимательство. 2014. № 12-3 (53-3). С. 557–561.

3. Жариков И.С. Инструмент государственных гарантий как катализатор инвестиционной деятельности на рынке недвижимости России// Научный мир. 2013. №4. С. 29-31.

4. п.1 ст.161 Жилищного кодекса Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ, первоначальный текст документа опубликован в издании «Собрание законодательства Российской Федерации», 03.01.2005, № 1, часть 1, ст. 14.

5. п. 2 ст. 15 Жилищного кодекса Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ, первоначальный текст документа опубликован в издании «Собрание законодательства Российской Федерации», 03.01.2005, № 1, часть 1, ст. 14.

6. п. 1 ст. 36 Жилищного кодекса Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ, первоначальный текст документа опубликован в издании «Собрание законодательства Российской Федерации», 03.01.2005, № 1, часть 1, ст. 14.

7. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.08.2006 № 491 «Об утверждении Правил содержания общего имущества в многоквартирном доме и правил изменения размера платы за содержание и ремонт жилого помещения в случае оказания услуг и выполнения работ по управлению, содержанию и ремонту общего имущества в многоквартирном доме ненадлежащего качества и (или) с перерывами, превышающими установленную продолжительность». Первоначальный текст документа опубликован в издании «Собрание законодательства РФ», 21.08.2006, № 34, ст. 3680.

8. Ралко О.Г., Наумов А.Е., Голдобин А.Н. К вопросу о выборе эффективности метода управления объектом недвижимости/ Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 18 частях, Тамбов: Изд-во: ООО «Консалтинговая компания Юком». 2013. С. 136–138.

9. Тупикина О.Н., Наумов А.Е. Типовой жилой комплекс как потребитель энергии и коммунальных услуг с точки зрения инфраструктуры/ Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 14 томах, Тамбов:

Изд-во: ООО «Консалтинговая компания Юком». 2015. С. 139–141.

10. Жариков И.С., Лукьянов А.И., Лукьянов Н.И. Тенденции развития рынка недвижимости белгородской области// Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. 2015. № 15. С. 204–212.

11. ст. 321 Гражданского кодекса Российской Федерации от 30.11.1994 № 51-ФЗ, первоначальный текст документа опубликован в издании «Собрание законодательства Российской Федерации», 05.12.1994, № 32, ст. 3301.

12. п.1 ст. 100 Жилищного кодекса Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ, первоначальный текст документа опубликован в издании «Собрание законодательства Российской Федерации», 03.01.2005, № 1, часть 1, ст. 14.

13. ст. 122 Жилищного кодекса Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ, первоначальный текст документа опубликован в издании «Собрание законодательства Российской Федерации», 03.01.2005, № 1, часть 1, ст. 14.

14. п. 1 ст. 136 Жилищного кодекса Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ, первоначальный текст документа опубликован в издании «Собрание законодательства Российской Федерации», 03.01.2005, № 1, часть 1, ст. 14.

15. Глухарёв Д.В., Наумов А.Е.. Оценка основных показателей социально-экономического развития Белгородской области/ Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 14 томах, Тамбов: Изд-во: ООО «Консалтинговая компания Юком». 2015. С.32-35.

16. п. п. 4, 6 ст. 148, п. 2 ст. 149 Жилищного кодекса Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ, первоначальный текст документа опубликован в издании «Собрание законодательства Российской Федерации», 03.01.2005, № 1, часть 1, ст. 14.

17. п. 4 ст. 162 Жилищного кодекса Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ, первоначальный текст документа опубликован в издании «Собрание законодательства Российской Федерации», 03.01.2005, № 1, часть 1, ст. 14.

18. Коровина Т.А., Наумов А.Е.. Основные принципы и методология управления рисками инвестиционно-строительных проектов/ Образование и наука современное состояние и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Тамбов: Изд-во: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. С. 116–119.

Unezheva V.A., Strahova A.S.

MULTIVARIANCE OF ECONOMIC EFFICIENCY FORM OF THE HOUSING MANAGEMENT

The article is devoted to the methods of management of block of flats with comparison and determination of advantages and drawbacks with each method.

Key words: *block of flats, management, owners, accommodations, common property, methods of management, direct management, condominium partnership, housing (housing construction) cooperative, housing accumulative cooperative, Public Utility Company, advantages, drawbacks.*

Унежева Виктория Андреевна, магистрант кафедры экспертизы и управления недвижимостью. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

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

E-mail: vunezheva@mail.ru

Страхова Анастасия Сергеевна, магистрант кафедры экспертизы и управления недвижимостью. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

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

E-mail: strahova_nasty@mail.ru

Селиверстов Ю.И., д-р экон. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ЭКОНОМИКИ

urisel@mail.ru

Экономическая политика, ориентированная на экспорт сырьевых ресурсов, привела к утрате конкурентных преимуществ в базовых отраслях промышленности. В статье рассматривается некоторые результаты реализации программы импортозамещения. Делается вывод о необходимости перехода к экспортоориентированной промышленной политике, обеспечивающей рост конкурентоспособности страны. Особое место в этом процессе должны занимать предприятия малого и среднего бизнеса.

Ключевые слова: импортозамещение, экспортоориентированная политика, конкурентоспособность, малое и среднее предпринимательство, Enterprise Europe Network, Консорциум EEN-Россия.

В экспертной среде уже практически никто не сомневается, что причина кризисных процессов, поразивших российскую экономику, заключается не только и не столько в санкциях со стороны США, Евросоюза и ряда других государств, а в содержании финансово-экономической политики, проводимой в последние десятилетия. Эта политика привела в итоге к исчерпанию прежних источников экономического роста (в первую очередь – сверхдоходы от высоких цен на сырьевые ресурсы) и отсутствию новых, базирующихся на инновационных процессах и технологиях. [2]

Экономика России сегодня в полной мере ощущает на себе последствия «голландской болезни», когда вследствие опоры на экспорт сырья была практически реализована деиндустриа-

лизация государства, утрачены конкурентные преимущества в таких базовых отраслях промышленности, как машино- и станкостроение, радиоэлектроника, обрабатывающая и химическая промышленность.

Так анализ таможенной статистики [13] показывает, что внешнеторговый оборот России со странами дальнего зарубежья в 2015 году составил 530,4 млрд. долларов США и по сравнению с 2014 годом снизился на 33,2 %. Тенденция к снижению внешнеторгового оборота сохранилась и в январе-феврале 2016 года (снижение по сравнению аналогичным периодом 2015 года составило 29,5 %). В таблице 1 представлена структура экспорта РФ со странами дальнего зарубежья.

Таблица 1

Структура экспорта Российской Федерации со странами дальнего зарубежья*

Показатель	2014		2015		янв.-февр. 2016	
	млн. дол. США	%	млн. дол. США	%	млн. дол. США	%
Всего, в том числе:	433366234,5	100	298657425,9	100	32910329,9	100
Продовольственные товары и сырье для их производства	13831311,0	3,2	11953015,0	4,0	1822864,6	5,5
Минеральные продукты	321178055,6	74,1	200780141,4	67,2	20720287,3	63,0
Древесина и целлюлозно-бумажные изделия	9000380,2	2,1	8119215,8	2,7	1122407,8	3,4
Металлы и изделия из них	34044995,0	7,9	28204647,9	9,4	3236368,6	9,8
Машины, оборудование, транспортные средства	15995216,0	3,7	18036421,7	6,0	1667625,9	5,1

*Составлено автором на основании данных ГТС

Как видно из табл. 1, не смотря на постепенное снижение, доля минеральных продуктов (в первую очередь топливно-энергетических товаров) по-прежнему остается предельно высокой. Несколько выросла доля в экспорте сельскохозяйственной продукции, машин, оборудования и транспортных средств.

Критическая зависимость ряда отраслей от импорта отражается на состоянии экономики страны в целом. Почти 18 % ВВП страны непосредственно связано с импортом (см. табл. 2). Политика 1990-х годов привела практически к ликвидации целых отраслей экономики – производства электронной элементной базы, и, что

особенно тревожно, рухнуло станкостроение – 99 % станков для нужд машиностроения завозятся из-за границы. Доля импортных комплектующих в машиностроении в зависимости от вида машин составляет от 25 % до 100 %. Не менее остро обстоит дела в энергомашиностроительном комплексе. [6, 7]

Такое важное направление как информационные технологии на 90 % зависит от импорта: это 94 % программного обеспечения, 99 % компьютеров. В приборостроении импорт медицинских приборов и средств промышленной автоматизации составляет 80–90 %. [8]

Таблица 2

Структура импорта Российской Федерации со странами дальнего зарубежья*

Показатель	2014		2015		янв.-февр. 2016	
	млн. дол. США	%	млн. дол. США	%	млн. дол. США	%
Всего, в том числе:	253948178,5	100	161604858,8	100	19132785,1	100
Продовольственные товары и сырье для их производства	34105952,3	13,4	22174638,3	13,7	2981832,6	15,6
Химическая продукция	42635892,8	16,8	30843935,8	19,1	3654546,0	19,1
Текстильные изделия и обувь	14663923,3	5,7	9651121,2	6,0	1478845,7	7,7
Машины, оборудование, транспортные средства	128136582,1	50,5	77603856,6	48,0	8468401,9	44,3

*Составлено автором на основании данных ГТС

Значительную проблему развитию отечественной экономики создают российские предприятия, которые приобретают в больших количествах недостаточно современные технологии, которые отнюдь не всегда отвечают мировым тенденциям и уровню развития, и в большинстве своем, представляют продукцию, которая завершает свой жизненный цикл на международном рынке. Независимые эксперты оценивают такие сделки в количестве более 60% от общего числа.

Анализируя статистику по основным группам товаров, можно отметить некоторые тенденции, которые с некоторыми оговорками можно признать позитивными. Импорт в России в 2015 году по сравнению с 2014 годом снизился на 36,7 %, а в январе-феврале 2016 года – еще на 18,4 %. На долю машин и оборудования в январе-феврале 2016 года приходилось 44,3 % (в 2014 г. – 50,5 %, в 2015 г. – 48,0 %). Доля группы товаров, которую принято относить к категории товаров широкого потребления (продовольственные товары и сырье для их производства, текстильные изделия и обувь), практически не изменились.

Основная отрасль, где наблюдается определенный прогресс в импортозамещении – это сельское хозяйство и производство продуктов питания. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что из-за вынужденного введения РФ продуктового эмбарго в отношении западных стран и их союзников импорт продовольствия из стран дальнего зарубежья в стоимостном выражении резко снизился почти на 40%. Наиболее глубоким спад проявился в импорте сыров и молоч-

ных продуктов в целом (примерно в 5 раз), рыбы (в 2 раза), овощей, сахара и фруктов (примерно в 2 раза). Несколько неожиданным выглядит факт снижения импорта продовольственных товаров из стран СНГ и Евразийского экономического союза (главным образом, из-за опережающего падения курса рубля). Так, физические объемы поставок продовольственных товаров по сравнению с январем-февралем 2014 года сократились на 22,2 %, в том числе: мяса свежего и мороженого на 5,6 %, молока – на 22,6 %, сливочного масла – на 26,6 %, и т.д. [13].

Необходимо отметить, что подобная ситуация, к сожалению, пока не стала мощным драйвером для отечественных сельхозпроизводителей, однако по отдельным позициям они сумели оперативно нарастить производственные мощности. Речь идет о выпуске сыров и сырных продуктов, овощных и грибных консервов, в меньшей мере – мяса и птицы. Вопрос конкурентоспособности этой продукции на мировом рынке, безусловно, важен, однако проблема продовольственной безопасности страны в настоящее время более актуальна.

По различным экспертным данным примерно четверть всех регионов в 2015 году демонстрирует пусть небольшое, но увеличение показателей производительности мяса, молока, растительной продукции. Открываются рынки Юго-Восточной Азии и Ближнего Востока для поставок мясной продукции.

Среди лидеров (по целому ряду совокупных параметров) находится и Белгородская область. Объем производства в сельском хозяйстве за год увеличился на 4,1% и в денежном выражении

достиг 218 млрд рублей – это третий показатель в стране после Краснодарского края и Ростовской области. Хотя, если вычленишь только индустриальное производство и убрать из статистики производство в личных подсобных хозяйствах, Белгородская область в данном случае занимает первое место в стране. За прошлый год произведено более 1,6 млн тонн мяса, прирост 85 тысяч тонн, стабилизировалось производство молока, увеличилось производство яиц на 13,5%. Удачным был год для свекловодов: выработано 420 тысяч тонн сахара – на 10 тысяч тонн больше, чем в предыдущем году. Рост производства овощей в зимних теплицах составил 18%. Впервые в области заложено в течение одного года почти 1000 га новых садов. Причём интерес к садоводству проявляют все: и крупные хозяйства, и агрохолдинги, и, что особенно важно, маленькие семейные фермы. Прибыль в сельском хозяйстве составила за прошлый год 43,7 млрд рублей – плюс 1,5 млрд к предыдущему году, рентабельность более 23%. [12]

Как показывает мировой опыт, процесс избавления от импортозависимости следует рассматривать как начальную стадию решения проблемы конкурентоспособности экономики государства.

Политику импортозамещения можно представить как совокупность мер со стороны государства, направленных на замену импортных товаров, товарами отечественных производителей, то есть произведенными внутри страны. Для осуществления данной политики могут применяться различные меры, такие как таможенно-тарифное (пошлины) и нетарифное (квотирование, лицензирование ввоза) регулирование, а также субсидирование внутреннего производства или полный запрет на определенные импортные товары из-за границы [1].

Принципиально важным является определение стратегической линии, целевой функции импортозамещения. Как экономическое явление, нерыночный механизм, оно объективно влияет на снижение конкурентоспособности и способствует экономическому росту в краткосрочной, в лучшем случае, – в среднесрочной, перспективе.

Долгосрочная же стратегия должна строиться на базе повышения конкурентоспособности на всех уровнях хозяйствования – федеральном, региональном, предприятий (организаций), продукции. Политика импортозамещения – это всегда временная мера. Импортозамещение в долгосрочной перспективе – это не только наполнение продуктами внутреннего рынка, но и подготовка товара и его производства такого

качества и по такой цене, чтобы он имел способность выходить на международные рынки и уверенно конкурировать с товарами других стран не только на собственных внутренних, но и на глобальных рынках, то есть переход к экспортоориентированной модели. Суть этой модели состоит в поощрении производств, ориентированных на экспорт своей продукции. Приоритетной задачей считается производство конкурентоспособной продукции и выход с ней на международный рынок.

Для активизации экспорта необходимо:

- выстраивать новую логистику;
- создавать свободные экономические зоны, в первую очередь в портах и логистических узлах;
- осуществить реформу таможенной службы (в первую очередь сокращение бумажного документооборота).

Происходит ориентация промышленности страны на мировую конъюнктуру с целью захвата как можно большей доли мирового рынка. Основные поощрительные меры должны быть направлены на развитие и поддержку конкурентоспособных экспортных отраслей.

Национальная система поддержки экспорта состоит из трех основных элементов:

- 1) Национальные институты (структуры, объединения предпринимателей) по поддержке экспорта.
- 2) Государственные меры поддержки экспорта в РФ (финансовые и нефинансовые).
- 3) Международные усилия по развитию экспортной деятельности в РФ.

С созданием Российского экспортного центра (РЭЦ) завершается формирование национальной комплексной системы поддержки экспортно-ориентированных предприятий (в первую очередь МСП). РЭЦ будет выступать в качестве интегрированного оператора национальной системы «экспортного лифта» (по аналогии с «инвестиционным» и «инновационным» лифтами).

Глобализация экономических отношений, открытость развитых экономик, ужесточение борьбы за рынки (финансовые, товарные, человеческих ресурсов) определяет необходимость повышения конкурентоспособности как основную задачу для всех суверенных государств и их правительств. Особо остро эта проблема проявляется в РФ.

Фактически, в соответствии с различными источниками, конкурентоспособность определяется как [9]:

«Способность страны в рамках свободных и справедливых рыночных условий производить товары и услуги, способные соответствовать

требованиям международного рынка» – Комиссия по вопросам конкурентоспособности при Президенте США (1985).

«Способность производить товары и услуги, соответствующие спросу на международных рынках, в то же время обеспечивая для граждан высокий уровень жизни и возможность его сохранения в долгосрочной перспективе» – Совет по конкурентоспособности (1992).

«Способность страны добиться высоких темпов увеличения среднедушевого прироста ВВП» – Всемирный экономический форум, доклад «Глобальная конкурентоспособность» (1996).

«Поддержка способности компаний, предприятий, регионов, стран и наднациональных регионов, сохранять, будучи открытыми для международной конкуренции, относительно высокий уровень показателей дохода и занятости населения». – ОЭСР (1996).

«Сфера экономических знаний, анализирующая факты и политику, которые формируют способность страны создавать и поддерживать условия, обеспечивающие создание дополнительной стоимости со стороны предприятий и более высокий уровень благосостояния населения» – «Всемирный ежегодник по вопросам конкурентоспособности» Международного института менеджмента (2003).

«Конкурентоспособность включает элементы производительности, эффективности и прибыльности. Однако сами по себе они не являются исчерпывающим и не задают конечной цели. Это – мощные средства достижения роста уровня жизни и материального благосостояния, т.е. инструмент для решения задач. В глобальном масштабе средство увеличения производительности и эффективности в контексте международной специализации конкурентоспособность представляет собой основу для увеличения размеров заработка населения неинфляционным путем» – Группа консультантов по конкурентоспособности (Ciampi Group), Первый доклад для председателя Европейской Комиссии, премьер-министров и глав государств (1995).

Различные определения конкурентоспособности приведены в работах российских ученых исследователей [3-5].

Здесь уместно отметить, что, согласно существующей международной классификации, включающей два пути к мировой конкурентоспособности стран, – «верхний» и «нижний» – Россия, к сожалению, идет по «нижнему пути к конкурентоспособности», ведущему к экономическому тупику, дальнейшему разрушению имеющегося ин-

новационного потенциала. Главная причина этого заключается не в отсутствии интеллектуального капитала и каких-либо конкурентных преимуществ в российском государстве, а в отсутствии долгосрочной стратегии, основанной на трезвой оценке исторической роли страны, ее интеллектуального потенциала и учета современных тенденций глобального мира. К сожалению, в российском обществе, особенно в его элите, пока не сформировалось должное отношение к вопросу конкурентоспособности, который можно назвать ключевым вопросом устойчивого развития. Приходится констатировать, что Россия еще не приступила к реформированию, ориентированному на конкурентоспособность. В отличие от развитых стран, задачи повышения конкурентоспособности государства в условиях жесткой конкурентной глобальной среды еще не стали приоритетными в среде политического руководства и российского общества, чему свидетельством продолжающиеся процессы «утечки» умов и капитала, снижения инновационного потенциала, доли страны на мировом рынке наукоемкой продукции, старение основных фондов и человеческого потенциала, хронической нерешенности вопросов профессионализации управления, «ком» социально-демографических проблем [10].

Среди факторов роста конкурентоспособности особое место занимает усиление роли инновационных рычагов и тех экономических структур, которые могут оперативно задействовать инновационный потенциал российской экономики, в первую очередь малый и средний бизнес. Малые и средние предприятия (МСП) готовы занять те рыночные ниши, которые высвобождаются, и производить все то, что раньше завозилось из-за рубежа. Однако существует ряд различных барьеров:

а) разрушены многие внутренние производственно-сбытовые цепочки, которые придется налаживать заново;

б) от момента принятия решения до начала выпуска новой продукции МСП требуется значительное время;

в) необходимы:

- актуальная информация по внутренним рынкам сбыта с гарантированными заказами от крупного бизнеса и государственных корпораций;

- модернизация производственных процессов;

- государственная поддержка в импорте сырья, комплектующих и технологий, современного оборудования;

- программа повышения квалификации/обучения сотрудников, занятых в производстве (новое оборудование, новые технологии и производственные процессы и т.д.);

- долгосрочные финансовые ресурсы для развития МСП на льготных условиях.

Следовательно, необходима долгосрочная целевая программа поддержки МСП по развитию возможностей импортозамещения и экспорта с конкретными приоритетными отраслями поддержки, механизмами и инструментами, шагами и действиями, ожидаемыми результатами и т.д., а самое главное – с четкой координацией сфер ответственности и финансированием. Необходимо далее развивать систему поддержки экспорта и интернационализации МСП: меры и инструменты/механизмы, инфраструктура, комплексная система «экспортного лифта» и т.д.

По экспертной оценке, количество российских МСП-экспортеров составляет 0,25 % от общего количества зарегистрированных МСП; они генерируют порядка 6 % от общего объема экспортных продаж. При этом, доля МСП в общем объеме экспорта стран ОЭСР достигает 25–35 % в зависимости от отрасли, в развивающихся странах вклад МСП в экспорт еще выше: в Корею – примерно 40 %, в Китае – более 50%, в странах Восточной Азии – более 40 %. Потенциалом для успешного развития и ведения экспортной деятельности сейчас обладает порядка 1 % общего количества российских МСП. В краткосрочной перспективе количество МСП-экспортеров в России (по экспертной оценке) может быть увеличено в 2 – 3 раза, в долгосрочной перспективе необходимо выходить на уровень развитых стран и довести долю экспорта МСП в общем объеме экспортных поставок до 30 %.

Серьезный экспортный потенциал – связь и телекоммуникации, медицина и биотехнологии, обрабатывающие и высокотехнологичные производства, информационные технологии и программное обеспечение, микроэлектроника, оптика и фотоника, нанотехнологии, космические технологии, авиа- и судостроение.

Для эффективной реализации своего потенциала в сфере внешнеэкономической деятельности бизнес нуждается в комплексной поддержке от организаций инфраструктуры. Одной из таких организаций является Enterprise Europe Network (EEN) – Европейская сеть поддержки предпринимательства и инноваций, объединяющая 63 страны мира, 300 консорциумов, 600 центров, 4000 экспертов, оказывающих МСП

интегрированные услуги по интернационализации бизнеса. Основная цель: содействие продвижению МСП из ЕС на международные рынки. Управление и координация деятельности сети осуществляется из штаб-квартиры ЕС (Брюссель). Основные задачи: поиск, отбор, экспертиза и загрузка в единую базу данных качественных проектов (предложений) МСП из ЕС; обеспечение двухстороннего сотрудничества МСП.

Россия – участник сети EEN с 2009 года. Контракт с ЕС по линии Консорциум EEN-Россия до 2021 года заключили: Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере; Союз инновационно-технологических центров; Российское агентство поддержки малого и среднего бизнеса.

По данным предоставленным Исполнительным Агентством по малому и среднему бизнесу Европейского Союза (EASME) результативность консорциума EEN-Россия значительно выше средних показателей консорциумов из стран BRICS и других третьих стран-участников Enterprise Europe Network, не являющихся членами Европейского Союза. Общее количество технологических, коммерческих и научно-исследовательских соглашений о партнерстве, подписанных российскими организациями примерно в 4 раза превышает средний показатель по третьим странам. Российский консорциум организовал почти в три раза больше брокерских мероприятий и бизнес-миссий. При этом количество компаний и организаций, принявших участие в мероприятиях ниже среднего показателя по странам BRICS: 445 клиентов в России и 762 в странах BRICS. Количество полученных выражений интереса на технологические профили в России в среднем в три раза больше, чем в других третьих странах [11].

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Экономическая политика России с опорой на экспорт энергоносителей, осуществлявшаяся в последние десятилетия, привела к фактической деиндустриализации страны и критической зависимости от импорта в базовых отраслях промышленности.

2. В настоящее время государство вынуждено проводить политику импортозамещения. Однако очень важно, чтобы она рассматривалась в перспективе как переход к экспортоориентированной промышленной политике, повышению конкурентоспособности российских предприятий.

3. Среди факторов роста конкурентоспособности особое место занимает усиление роли инновационных рычагов и тех

экономических структур, которые могут оперативно задействовать инновационный потенциал российской экономики, в первую очередь малый и средний бизнес.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аганбегян А. Экономика России на распутье... // Выбор посткризисного пространства. 2010. С. 150–158
2. Гладкий Ю.Н., Корнекова С.Ю. Импортзамещение и конкурентоспособность российской экономики: к диалектике взаимосвязей // Общество. Среда. Развитие. 2015. № 3. С. 92–97
3. Каганов В.Ш. Корпоративное обучение как фактор обеспечения конкурентоспособности предпринимательских структур // Современная конкуренция. 2011. № 6 (30). С. 101.
4. Коваленко А.И. Теоретические и методологические аспекты использования концепции «конкурентоспособности» в научных исследованиях // Теория конкуренции. 2013. № 6 (42). С. 65–79.
5. Рудычев А.А., Гавриловская С.П., Никитина Е.А., Ярмоленко Л.И. К вопросу применения методологии многокритериальной оптимизации управления конкурентоспособностью предприятия // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 244–247
6. Селиверстов Ю.И., Ватулин А.Е. Анализ внешнеторговой деятельности энергомашиностроительного комплекса России в 2011 - 2013 годах // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. №6. С. 159–163.
7. Селиверстов Ю.И., Ватулин А.Е. Отечественное энергомашиностроение как фактор обеспечения экономической безопасности страны // Геополитика и безопасность. 2015. № 1 (29). С. 64-70
8. Белобрагин В.Я., Зворыкина Т.И. Импортзамещение, конкурентоспособность, качество // Непрерывное совершенствование деятельности организации. Семинар 27-29 октября 2015 - Электронный ресурс - Режим доступа: <http://www.mc.misis.ru/seminar/2015/reports/Belobragin-2015.pdf>
9. Жиль Вальтер. Конкурентоспособность: Общий подход / Российско-Европейский Центр Экономической Политики (РЕЦЭП). – М., 2005. 53 с. (с.3,4) – Электронный ресурс – Режим доступа: http://www.recep.ru/files/documents/General_approach_competitiveness-Walter-ru.pdf
10. Киселев С. Конкурентоспособность России и ее конкурентная стратегия – Электронный ресурс - Режим доступа: <http://kapital-rus.ru/articles/article/175964/>
11. Консорциум EEN-Россия – лидер среди стран БРИКС - участников Enterprise Europe Network – Электронный ресурс - Режим доступа: <http://www.i-russia.ru/all/media/22591/>
12. Отчёт Губернатора области Евгения Савченко о результатах деятельности Правительства Белгородской области в 2015 году - Электронный ресурс - Режим доступа: <http://www.belregion.ru/>
13. Федеральная Таможенная Служба – Электронный ресурс - Режим доступа: <http://www.customs.ru/>

Seliverstov Y.I.

IMPORT SUBSTITUTION AS ELEMENT OF FORMATION OF COMPETITIVE ECONOMY

The economic policy focused on the export of raw material resources has led to the loss of competitive advantages in the basic industries. In article some results of the program of import substitution are considered. The conclusion about the necessity of transition to the export-oriented industrial policy that provides growth of competitiveness of the country is drawn. Small and medium business should take a special place in this process.

Key words: import substitution, export-oriented policy, competitiveness, small and medium business, Enterprise Europe Network, Consortium EEN-Russia.

Селиверстов Юрий Иванович, доктор экономических наук, доцент.

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

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

E-mail: urisel@mail.ru

*Ширина Н.В., канд. техн. наук, доц.,**Саруханова Е.А., ассистент**Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,**Слесаренко Я.Н., магистр**Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина*

НАПОЛНЕННОСТЬ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ФОНДА ПОСЕЛЕНИЯ

schnv02@mail.ru

Раскрыта значимость и необходимость использования электронного картографического материала в управлении территориями, для чего проведен анализ наполненности картографического фонда конкретного поселения Белгородского района и предложен порядок работ по подготовке электронного картографического материала для эффективной работы администрации Тавровского поселения.

Ключевые слова: картографический фонд, кадастр, электронная карта, информационные технологии.

В современном веке технологий востребованность картографических материалов в электронном виде несомненна, в связи с этим возрастает актуальность исследования данной темы. Для ведения кадастра территории в электронном варианте возникает необходимость анализа картографического фонда этой территории.

Как правило, кадастр территорий представляет собой многоуровневую информационную систему, объединяющую графическую информацию с семантической и формируемую с применением ГИС-технологий. При этом отдельные базы данных могут формироваться в любой последовательности, раздельно или одновременно. Общей для них будет только картографическая подоснова [1-3].

На наш взгляд, строительство кадастра территорий должно начинаться именно с формирования геодезической и картографической основы данного муниципального образования, к которой в последующем привязываются базы данных, содержащие семантическую информацию.

Картографический фонд территории является пространственной графической основой для формирования кадастра данной территории. При этом по структуре, полноте и содержанию картографические фонды разных муниципальных образований будут существенно различаться между собой. Причём, основным фактором различия будут экономические и социальные возможности той или иной территории [4,5].

Наполненность, качество и актуальность картографического фонда территории влияет на эффективность управления ею. Так как земельно-имущественные отношения динамичны и нужно отображать все изменения на картографической основе, считаем необходимым предусмотреть ведение картографического материала в электронном виде [6].

Для анализа и разработки картографического фонда в электронном виде нами было выбрано одно поселение Белгородского района – Тавровское. Поселок с большими перспективами развития. Строительство индивидуальных жилых домов здесь идет высокими темпами, активно застраиваются новые микрорайоны. В составе земель Тавровского поселения отсутствуют депрессивные (свободные) площадки и пустующие (бесхозные) домовладения, это говорит о том, что земля в поселении является востребованной, активно используется.

На первом этапе нами проводился анализ наполненности картографического фонда Тавровского поселения. На сегодняшний день в распоряжении администрации Тавровского сельского поселения имеются картографические материалы в виде разрозненных сведений, представленных на бумажных носителях. Основную долю картографического фонда поселения составляют бумажные материалы (рис. 1). Отдельно разработаны схемы микрорайонов в бумажном варианте, в которые землеустроитель Тавровского сельского поселения каждый раз вносит изменения.

Поскольку практически весь картографический фонд Тавровского сельского поселения представлен на бумажных носителях, на втором этапе работы нами разрабатывались материалы в электронном виде. Для этого была изготовлена картографическая основа Тавровского сельского поселения в масштабе 1:2000. При подготовке исходных материалов для создания картосновы использовалась программа SASPlaneta [7]. Снимок из программы взят за основу, на него в дальнейшем наносились граница поселения и кадастровое деление. Порядок работы представлен на рис. 2.

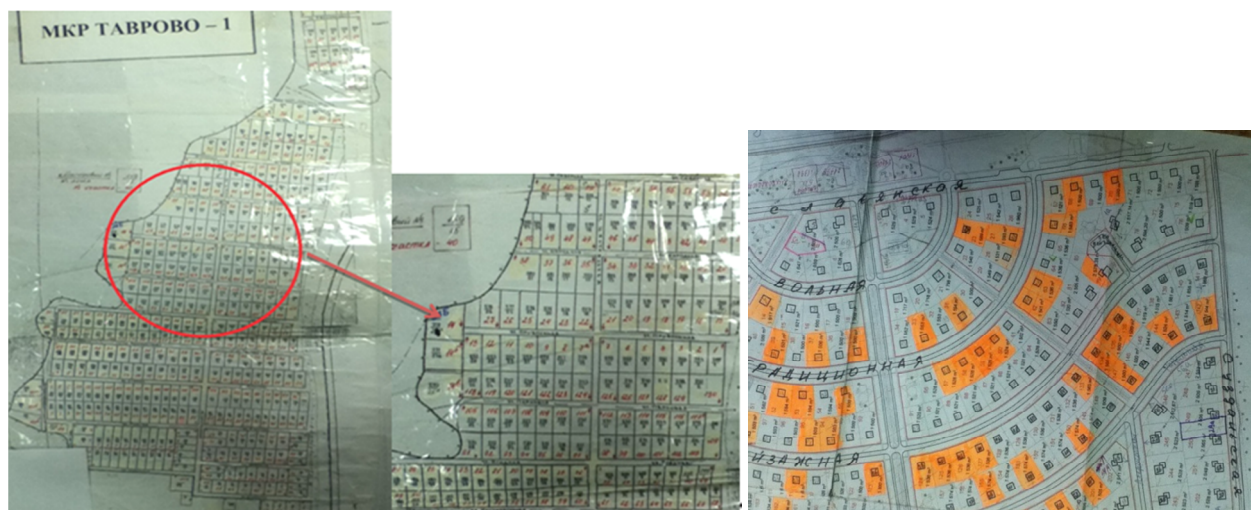


Рис. 1. Картографические материалы Тавровского поселения на бумажных носителях

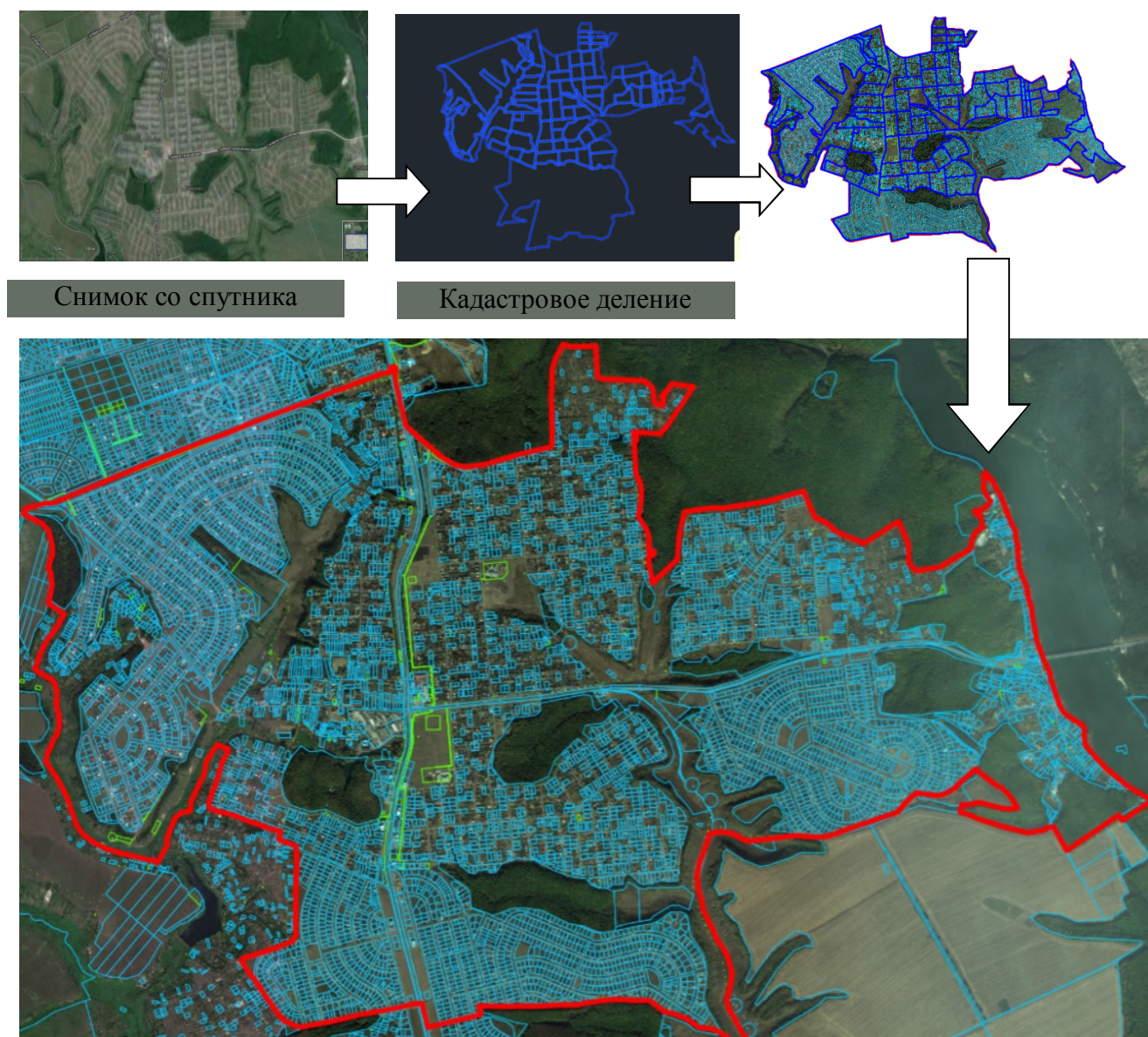


Рис. 2. Созданная электронная картографическая основа Тавровского поселения

Далее отправлялись запросы в ФКП Росреестра по Белгородской области о предоставлении кадастровых планов территорий (КПТ) ка-

дастровых кварталов, в которые входят земельные участки поселения, а также запросы в управление Росреестра о правах на земельные

участки, расположенных на территории поселения. По полученным из ФГБУ «ФКП Росреестра» по Белгородской области сведениям в виде КПТ в программе MapInfo наносились гра-

ницы земельных участков, указанных в КПТ, на картографическую основу поселения [8]. Порядок работы представлен на рис. 3.

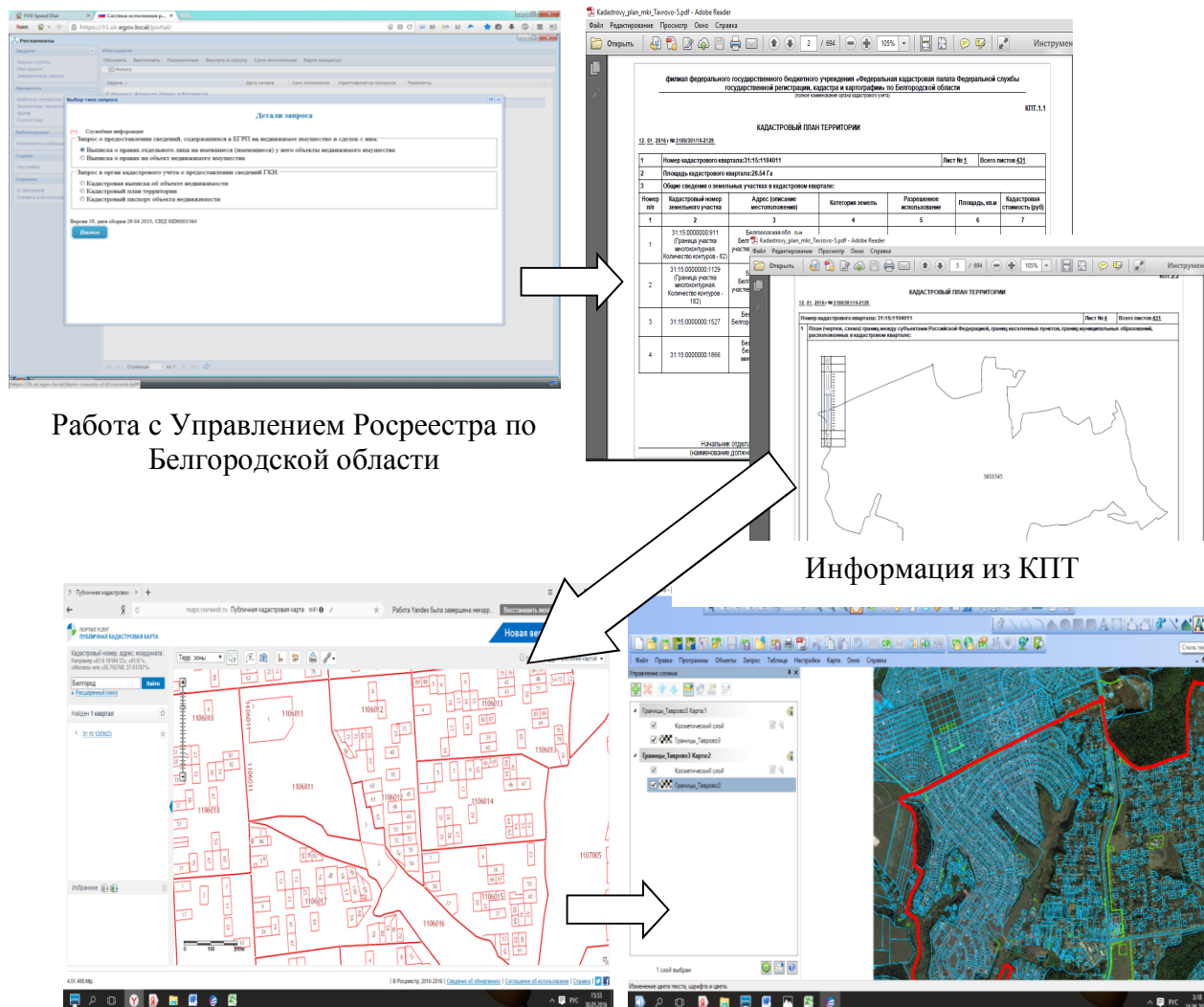


Рис. 3. Порядок работы в целях создания картографических материалов

С использованием ресурса «Публичная кадастровая карта» определялись перечень и кадастровые номера земельных участков Тавровского поселения [9]. На основе полученных данных был разработан реестр по всем земельным участкам, стоящим на учете в ГКН, и входящим в состав Тавровского сельского поселения. Далее в программе MapInfo наносилась графическая информация на картографическую основу поселения.

Используя разработанную электронную картографическую основу территории поселения в масштабе 1:2000, нами был подготовлен комплект карт в электронном виде: картоснова территории Тавровского сельского поселения по категориям земель, карта зонирования по действующим показателям удельной кадастровой

стоимости, карта зонирования по планируемым показателям удельной кадастровой стоимости, карта с отображением транспортной инфраструктуры, карта с массивами АО БИК, карта с обозначенными садоводческими участками, карта по отсутствию/наличию сведений по адресам в ГКН и другие

В процессе разработки карт использовались такие программы и ресурсы как: AutoCAD, MapInfo, SAS.Planet, публичная кадастровая карта, сайт Росреестра, СМЭВ.

Изготовленный картографический материал используется в рабочем режиме администрацией Тавровского сельского поселения и Белгородского района. Считаем необходимым дальнейшие разработки в этой сфере по различным направлениям [10].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Востребованность ФКГФ в 2015 году [Электронный ресурс]. URL: https://rosreestr.ru/upload/Doc/210x210_RosReest_AnnualReport_2016_.pdf
2. Картографическая основа ГКН [Электронный ресурс]. URL: http://studopedia.su/6_34110_kartograficheskaya-osnova-gkn.html
3. Колосов А.А. Кадастр застроенных территорий: учеб. пособие / А.А. Колосов, Ю. М. Игнатов. Кемерово: ФГБОУ ВПО КузГТУ им. Т. Ф. Горбачева, 2011. 171 с.
4. Основные технологические процессы при формировании и ведении территориального кадастра [Электронный ресурс]. URL: <http://www.geo-practika.ru>
5. Пушкарева А.С. Кадастр застроенных территорий: Методическое пособие для самостоятельной работы студентов специальности 311100 «Городской кадастр» очной формы обучения. Улан-Удэ: Издательство ФГОУ ВПО БГСХА, 2006. 73 с.
6. Кадастр застроенных территорий (Технология. Учет. Оценка) : учеб. пособие / Л.И. Коротеева, О.Н. Борзова, О.В. Мельникова. 2-е изд., перераб. и доп. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ». 2015. 176 с.
7. SAS.Planet [Электронный ресурс]. URL: <http://sasgis.ru/sasplaneta/>
8. Мировой лидер на рынке ГИС и картографических приложений [Электронный ресурс]. URL: <http://www.estimap.ru/product/mapinfo-professional>
9. Публичная кадастровая карта [Электронный ресурс]. URL: <http://pkk5.rosreestr.ru/>
10. Рак И.В., Ширина Н.В., Калачук Т.Г. Современные технологии при проведении инвентаризации земель / И.В. Рак, Н.В. Ширина, Т.Г. Калачук. Новые информационные технологии в науке: сборник статей Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. 2016. С. 60–63.

Shirina N.V., Sarukhanova E.A., Slesarenko Y.N.

COMPLETENESS OF A SETTLEMENT'S CARTOGRAPHIC FUND

The importance and necessity of using electronic map material in territory management has been revealed, after which the cartographic fund completeness of a certain settlement of Belgorod region has been analyzed and the working sequence of preparing electronic cartographic material for the efficient operation of Tavoro settlement administration has been suggested.

Key words: cartographic fund, cadastre, electronic card, information technologies.

Ширина Наталия Владимировна, кандидат технических 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: schnv02@mail.ru.

Саруханова Елизавета Артуровна, магистрант кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

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

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

Слесаренко Яна Николаевна, магистрант кафедры землеустройства, ландшафтной архитектуры и плодоводства

Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина.

Адрес: 308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, 1.

Баклушинский В.В., аспирант
Ульяновский государственный университет

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

vbaklushinskiy@mail.ru

Неблагоприятные изменения макроэкономических условий, связанные с политическими событиями 2014 - 2015 годов, приводят российские предприятия к необходимости разработки методов эффективного управления в условиях неопределенности. В данной статье производится анализ экономической литературы по тематике неопределенности в управлении предприятием, уточняется понятие неопределенности. Проведен обзор взглядов на данную проблему как со стороны зарубежных, так и российских экономистов. В статье приводятся классификации видов неопределенности по ее источникам, сущности и уровням. На основании проведенного обзора литературы, приведены методы анализа состояния бизнеса в условиях неопределенности. Дано описание данных методов, с учетом их применимости в ситуациях с различным количеством факторов, в отношении которых существует неопределенность. Даны предложения по комплексному использованию методов анализа состояния предприятия, с учетом уровня возникновения неопределенности: уровня предприятия, региона, отрасли, страны.

Ключевые слова: неопределенность, риск, сценарный анализ, дерево решений, метод «Value-at-risk», метод Монте-Карло.

Введение. Российские предприятия, действуя на современном рынке, сталкиваются с относительно высокой неопределенностью внешней среды, вызванной комплексом макроэкономических, отраслевых, политических и других факторов. Экономические и политические события 2014–2015 гг. привели к росту темпов инфляции. Данные макроэкономические изменения отразились на высоком росте себестоимости российских товаров, в основном, за счет роста цен на импортные товары и ужесточения условий кредитования, и привели к необходимости, с одной стороны, к сокращению затрат за счет формирования устойчивых производственных связей, а с другой стороны, разработки эффективных методов управления в условиях неопределенности.

Активизация перечисленных выше макроэкономических процессов вызвана рыночными неопределенностью и рисками в результате отраслевых и политических событий. Следует заметить, что, не смотря на прогрессивный характер принимаемых решений, в результате негативного воздействия неопределенности рыночной среды, периодически необходимо вносить изменения в стратегии развития предприятий. [8]

Основная часть. Проведем обзор научных источников на предмет уточнения термина неопределенности в принятии решений. Понятие неопределенности появилось в экономической теории, отделившись от категории рисков, только в XX веке, с выходом в 1921 г. книги Френка Найта «Риск, неопределенность и прибыль» Ф. Найт разделил понятия риска и неопределенности, описывая риск как количественно опреде-

лимую вероятность, а неопределенность – как неизмеримую, а потому и неустранимую [6].

Для управления рисками и минимизации их влияния на экономическую систему, риски должны быть определяемы и измеримы. Для их измеримости необходима значительная выборка случаев неблагоприятного влияния данных рисков. В интерпретации экономиста Френка Найта, риски, которые невозможно измерить или выявить, являются неопределенностью.

Согласно работе Ф. Найта «Риски, неопределенность и прибыль», неопределенность возникает из-за возможности уникальных событий, которые не могут быть предугаданы управлением предприятия или оценены с точки зрения вероятности. Если риски могут быть сгруппированы по своей сущности и застрахованы (тем самым, переведены в постоянные расходы предприятия), то неопределенность задает некоторую возможность получить непредвиденные убытки (или преимущества). Иными словами, Ф. Найт проводит грань между непроизводительными расходами, рисками и неопределенностью экономических систем по степени их предсказуемости и возможности прогнозирования.

В опубликованной в 1944 году книге «Теория игр и экономическое поведение», Джон фон Нейман и Оскар Моргенштерн дают иную интерпретацию неопределенности и риска. Риск был представлен данными авторами как возможность изменения стратегии поведения контрагентов, а неопределенность – как отсутствию полной информации о своих конкурентах. Данная трактовка неопределенности может быть верна только для частных случаев, в которых можно абстрагироваться от внешних факторов,

поскольку она не учитывает влияния внешней среды на действия контрагентов.

Американский математик К. Шеннон, признавая неопределенность недостатком сведений о будущих событиях, ввел количественную оценку неопределенности, измерив ее в единицах информации, необходимой для полного знания о дальнейшем развитии событий. Поскольку уже перед появлением события, которое подвергается оценке, могут быть известны вероятности исходов либо сделаны некоторые суждения по поводу возможности того или иного исхода (в т.ч., экспертные), появляется база для расчетов. В целях такой оценки, К. Шеннон ввел понятие энтропии информации – количественной меры неопределенности.[12]

Существующие трактовки понятия «неопределенность» приводят автора к выводу о том, что общее понятие неопределенности характеризует недостаточность или некорректность информации о будущих событиях, возникающую по причине ограниченных возможностей построения прогноза на основе ретроспективных данных и существования вероятности возникновения новых факторов.

Кравченко Т.К., Бабкин А.Е. и Голов Н.И.[3] выделяют классификации факторов неопределенности по источникам и природе неопределенности.

1) По источнику неопределенности они выделяют факторы неопределенности среды и факторы личностной неопределенности.

– Неопределенность среды возникает при недостатке информации о состоянии внутренней или внешней среды организации. Неопределенность среды может возникать, во-первых, из-за целенаправленных действий других экономических агентов, мотивы и методы которых неизвестны. Рациональное управление организацией, в данном случае, возможно с помощью методов теории игр, что дает данному виду неопределенности другое название «игровой». Во-вторых, неопределенность среды возникает в связи с недостаточной осведомленностью лица, принимающего решения, о явлениях, в которых решение будет реализовано. Данные явления могут носить природный, политический, социокультурный, экономический или какой-либо другой объективный характер.

– Личностная неопределенность возникает в случае непоследовательности и противоречивости действий лица, принимающего решения. Личностная неопределенность носит субъективный характер и может возникать даже в тех случаях, когда ситуация предсказуема и определена. Первая причина ее возникновения может быть связана с различиями в восприятии одних

и тех же явлений разными людьми. Вторая причина возникновения личностной неопределенности заключается в противоречивости целей и предпочтений лица, принимающего решение. В результате, принимаемые решения могут иметь нечеткую и неоднозначную формулировку.

2) Вторая классификация, приведенная упомянутыми выше авторами, базируется на природе неопределенности. По признаку природы неопределенности, выделяют вероятностную неопределенность и неопределенность уверенности.

– Вероятностная неопределенность возникает под влиянием факторов, значение которых является случайной величиной. В случае, если доступна к анализу выборка значений таких факторов или известны законы распределения их вероятности, с их помощью возможно найти вероятности значений, которые могут принять эти факторы. Таким образом, случайные факторы становятся предсказуемыми и могут быть учтены при принятии решения. Если достоверная информация об условиях, в которых принимается решение, отсутствует, решение может приниматься, исходя из опыта, знаний и интуиции.

– «Неопределенность уверенности» возникает при наличии факторов, которые не подчиняются никаким законам распределения, либо слишком новы для того, чтобы эти законы были найдены и оценены. Таким образом, отсутствует возможность получить достаточно точную информацию для принятия верного решения. Неопределенность уверенности присутствует в том случае, когда отсутствует информация о факторах, которые не подчиняются законам распределения. К такому виду неопределенности приводят изменения экономических и политических условий, появление новых технологий, непредсказуемые действия партнеров и конкурентов и т.п.

Неопределенность может характеризоваться несколькими уровнями. Негреева Н.Н. [7] описывает неопределенность как «ситуацию, не поддающуюся оценке, усложняющую выбор вариантов, поведение участников хозяйственной деятельности». Данный автор указывает на существование нескольких уровней неопределенности:

1) Достаточно ясное будущее – ситуация, при которой будущее будет с высокой вероятностью развиваться по одному сценарию. В данном случае, стратегия управления разрабатывается по единственному прогнозу развития событий.

2) Альтернативное будущее – существование нескольких альтернативных вариантов бу-

дущего, каждый из которых имеет существенную вероятность реализации. В данном случае, невозможно однозначно определить, какой из сценариев будет реализован однако, возможен анализ ситуации и принятие решений, исходя из присвоения каждому варианту развития событий его вероятности.

3) Диапазон будущего – в данном случае, возможно определить диапазон, в который попадут исходы, зависящие от принимаемого решения, но определяются не несколько отдельных сценариев. Исход может попасть в любую точку диапазона. Данная ситуация характерна для вывода на рынок нового продукта, когда сложно дать прогноз его проникновению, но можно задать диапазон, в который попадут финансовые результаты от его производства и продажи.

4) Настоящая неопределенность – ситуация, когда отсутствует основа для прогнозирования, а факторы, которые повлияют на развитие событий, неизвестны, либо слишком многочисленны для формирования прогнозов.

Для формирования эффективных подходов к управлению в условиях неопределенности, целесообразна последовательность в постановке целей, выборе методов и действиях управляющего персонала. Поэтому процесс управления должен состоять из нескольких этапов:

1) Постановка целей оценки неопределенности. Прежде всего, определяются цели действий, вызывающих неопределенность, или причины, вызвавшие необходимость управления с учетом неопределенности.

2) Анализ неопределенности. На этом этапе управления в условиях неопределенности необходимо определить ее приемлемый уровень. Производятся качественная и количественная оценка неопределенности. Качественная оценка состоит в выявлении факторов, вызывающих неопределенность. Количественная оценка сводится к непосредственным расчетам возможных потерь от существования неопределенности.

3) Выбор подходов к учету неопределенности в принятии решений и непосредственная реализация решений.

4) Анализ эффективности принятых решений по управлению неопределенностью. Результат этого этапа – получение более полных знаний о факторах, вызывающих неопределенность и использование этих знаний при управлении в условиях неопределенности.

Поскольку ситуация, в которой существует риск (как вероятность возникновения неблагоприятного события), всегда связана с недостатком точной информации о дальнейшем развитии событий (неопределенностью), некоторые мето-

ды анализа рисков целесообразны для оценки неопределенности. Для оценки и анализа рисков предприятия существует значительное число методов. Князева Е.Г., Юзович Л.И., Луговцов Р.Ю. и В.В. Фоменко [11] выделяют следующую классификацию методов анализа рисков, разделив их на следующие группы: формализованный и интуитивный методы.

К формализованным методам относятся:

- Метод аналогии (исторической и математической);
- Статистический анализ;
- Методы экстраполяции;
- Стресс-тестирование (анализ чувствительности и сценарный анализ).

К интуитивным методам относятся:

- Методы индивидуальных экспертных оценок (опросы, интервью, SWOT-анализ, роза рисков, деревья событий);
- Методы коллективных экспертных оценок (мозговой штурм, метод Дельфи, метод экспертных комиссий).

Данная классификация включает в себя значительную часть направлений анализа и оценки рисков, однако не является полной. Кулаговская Т.А. [4] в своих публикациях отмечает такие группы методов оценки риска, как методы сценарного анализа, дерево решений и методы имитационного моделирования.

Для оценки влияния неопределенности на дальнейшее развитие бизнеса, могут использоваться различные методы, как качественные, так и количественные. Наиболее точными и обоснованными методами оценки вариантов действий при управлении в условиях неопределенности являются математические методы, которые, часто, основаны на аппарате теории вероятностей и математической статистики.

Полагаем, что уровень неопределенности, создающий ограничения для возможностей прогнозирования, зависит, в первую очередь, от количества факторов, влияющих на развитие ситуации, а также типа случайных величин, которые определяют возможные значения данных факторов: дискретные или непрерывные. Если значение фактора неделимо и может принять одно из заданных (счетных) значений, то случайная величина, описывающая фактор, является дискретной, например, принятие или непринятие определенного государственного закона; сохранение или уход с рынка конкурента. Если фактор может принять любое значение из определенного диапазона (например, курсы валют, цены на сырье, объемы продаж и т.п.), то он определяется непрерывной случайной величиной.

Полагаем, что для анализа ситуаций с неопределенностью, вызванной различными вида-

ми факторов, подходят следующие математические методы, сведенные в таблицу:

	Один фактор	Несколько факторов
Факторы, определяемые дискретными случайными величинами	- Сценарный анализ	- Дерево решений
Факторы, определяемые непрерывными случайными величинами	- Метод Value-at-risk	- Метод Монте-Карло

Рассмотрим данные методы оценки действий в условиях неопределенности.

А) Сценарный анализ предусматривает расчет экономической эффективности управленческого решения, проекта или предприятия по нескольким сценариям развития событий. Как правило, методические указания к сценарному анализу проектов рекомендуют расчет по 3-5 сценариям однако, наиболее распространенным вариантом являются расчеты по трем сценариям [9]:

- Базовый сценарий – наиболее вероятный вариант развития событий;
- Умеренно-оптимистический сценарий подразумевает лучшие, чем при базовом сценарии, показатели рыночного спроса или себестоимости продукции. При этом, показатели должны быть реалистичными и обоснованными.

- Умеренно-пессимистический сценарий – вариант развития событий, при котором показатели рыночного спроса и производства хуже, чем по наиболее вероятному варианту, однако не исключают получения положительного финансового результата.

По каждому сценарию рассчитывается NPV и определяется вероятность его реализации. Сценарный анализ применим в случаях с низкой неопределенностью. В случае, если на экономическую эффективность реализации проекта влияет большое количество слабо связанных между собой факторов, для принятия решений в условиях неопределенности целесообразно применять метод дерева решений, который является логическим развитием сценарного анализа.

Б) Метод дерева решений является одним из наиболее широко используемых методов анализа ситуации для последующего принятия решений. Дерево представляет собой графическое отображение процесса принятия решений, отражающее альтернативные варианты решений и состояния среды, а также вероятности возникновения данных вариантов и ожидаемые результаты от их реализации. Дерево строится в хронологическом порядке, и моменты, в которые необходимо принятие решения, помечаются на нем узловыми точками.

Андропова И.В. и Осинская И.В. выделяют [2] следующие укрупненные этапы построения дерева решений:

1. Графическое изображение структуры изучаемого процесса с выделением возможных решений и сценариев развития.

2. Нанесение на дерево вероятностей и величины денежных потоков.

3. Расчет математического ожидания экономических выгод по каждой «ветви» дерева.

Развитие информационных технологий позволяет автоматизировать процессы учета управленческой информации в фирмах и отдельных предприятиях, обрабатывать большие массивы информации, что упрощает применение математического аппарата статистики и теории вероятностей в анализе и управлении. Поэтому такой метод анализа деятельности предприятий в условиях неопределенности и рисков, как дерево решений, имеет перспективы широкого применения в российских предприятиях.

В) Метод Value-at-risk – статистический подход к оценке возможных убытков по причине количественного изменения величины одного показателя (например, цены на ресурс, стоимости актива, курса валюты).

VaR – это статистический подход, который связывает все возможные величины рыночных факторов с вероятностями их наступления. В целом, «мера риска» определяется тремя факторами: временным горизонтом, вероятностью и фактической величиной в денежном выражении. Результат VaR показывает величину, которую с определенной вероятностью не превысят потери компании в течение данного промежутка времени. В зависимости от сложности модели, «мера риска» может быть вычислена с учетом темпов прироста факторов, авторегрессии и т.п., или же без них. Простейшим методом расчёта VaR является параметрический расчёт с нулевым математическим ожиданием, который вычисляется по формуле [10]:

$$VaR_t(\alpha, T) = -V_t * k_\alpha * \delta_t * \sqrt{T}$$

где $VaR_t(\alpha, T)$ – VaR для вероятности α и периода T (в днях), V_t – цена актива на текущий момент, k_α – квантиль нормального распределения, соответствующий вероятности α (для $\alpha=5\%$ $k_\alpha=1.65$), δ_t – стандартное отклонение темпа роста стоимости актива.

Таким образом, показатель VaR говорит о том, что с вероятностью α в течение периода T убытки от изменения стоимости актива не пре-

высят полученного в результате расчетов значения.

Показатель VaR используется в следующих целях:

- расчет лимитов на операции с использованием иностранной валюты;
- расчёт достаточности капитала для ведения бизнеса;
- оценки соотношения риска и доходности по операциям.

Хотя данный метод позволяет дать довольно точную оценку уровню финансовых рисков, он не может предсказать резкие изменения стоимости актива, связанные с экономическими шоками. Также VaR может показать неверный уровень риска, если он зависит одновременно от нескольких факторов.

Г) Метод Монте-Карло – метод имитационного моделирования рисков. При использовании данного метода, производится моделирование финансовых результатов (NPV) по нескольким параметрам, в отношении которых присутствует неопределенность. В модели проводится большое количество повторов (как правило, несколько тысяч), каждый из которых описывает отдельный вариант развития событий под конкретные вводные данные.

Вводные данные моделируются при помощи генератора псевдослучайных чисел под тот тип распределения, которому подчиняются фак-

торы: равномерному, нормальному, треугольному и т.д. При данном методе моделирования, важной задачей становится определение вида распределения для факторов, а также числовых значений их доверительных интервалов.

В результате моделирования, получаются несколько тысяч вариантов величины NPV, часть из которых может находиться ниже необходимого значения или быть отрицательными. Доля таких значений характеризует риски и неопределенность, вызванные факторами, влияющими на NPV.

Данный метод применяется с использованием программного обеспечения, как специального (программы Crystal ball, @Risk), так и программ более широкого применения (Microsoft office excel). [5]

По нашему мнению, очевидно, что методы анализа рисков и неопределенности следует применять в комплексе, который позволит избежать влияния неточностей, характерных для каждого из них, а также учесть влияние как можно большего количества факторов. Полагая, что для каждого уровня возникновения неопределенности (микроуровень – предприятие, мезоуровень – отрасль / регион, макроуровень – страна, мировой рынок) будет наиболее эффективным применение отдельного набора методов оценки рисков и неопределенности:

Уровень	Предлагаемые методы	Преимущества комплексного подхода
Микроуровень	<ul style="list-style-type: none"> - SWOT-анализ - Метод экспертных комиссий 	SWOT-анализ, снижающий неопределенность среды, дополняется методами коллективных экспертных оценок, которые распределяют обязанности по принятию решения на несколько человек, что позволяет минимизировать личностную неопределенность
Мезоуровень	<ul style="list-style-type: none"> - Сценарный анализ - Дерево решений - Анализ чувствительности - Метод Дельфи 	С одной стороны, проводится анализ изменений финансовых показателей при различных значениях факторов рынка, что позволяет смоделировать развитие бизнеса. С другой стороны, учитывается экспертное мнение нескольких специалистов, что снижает неопределенность, вызываемую качественными факторами.
Макроуровень	<ul style="list-style-type: none"> - Метод Value-at-risk - Анализ чувствительности - Метод Монте-Карло 	Метод Монте-Карло позволяет определить вероятность благоприятного развития предприятия, опираясь на множество факторов однако, не позволяет оценить максимальный уровень потерь от риска и неопределенности. Методы VaR и анализа чувствительности позволяют определить максимальные возможные потери в случае изменения какого-либо фактора.

Выводы. Неопределенность, понимаемая нами как неполнота информации о будущих событиях, вызывает экономические и финансовые

риски. Представленные методы анализа действий в условиях риска и неопределенности позволяют оценивать ситуацию в условиях множе-

ства влияющих факторов, характеризующихся как дискретными, так и непрерывными величинами. Полагаем, что применение статистических методов в планировании и анализе может повысить конкурентоспособность отечественных предприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Greenwood R., White L. Decision trees // Harvard business school.- 2006.- Mode of access: <http://heller.brandeis.edu/executive-education/pdfs/DecisionTrees.pdf>
2. Андропова И.В., Осинская И.В. Особенности разработки и принятия последовательных решений в бизнес-среде // Теория и практика общественного развития. 2015. №19
3. Кравченко Т. К., Бабкин А. Е., Голов Н. И. Виды неопределенности в процессе принятия экономических решений // В кн.: Актуальные вопросы современной науки: сборник научных трудов / Под общ. ред.: С. С. Чернов. Вып. 20. Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. С. 255–262.
4. Кулаговская Т.А. Управление логистическими рисками промышленных предприятий // Экономика, управление и инвестиции. 2014. № 1(3).
5. Лукашов А.В. Метод Монте-Карло для финансовых аналитиков: краткий путеводитель // Управление корпоративными финансами. М.: ИД Гребенникова. 2007. № 1. С. 22–39.
6. Найт Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль/ пер. с англ. М.: Дело, 2003. 360 с.
7. Негреева В.В. Организационно-производственный менеджмент неплатежеспособных предприятий. Учеб. Пособие. Санкт-Петербург: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. 88 с.
8. Пустынникова Е.В. Процессы эффективного управления корпоративными структурами в экономических кластерах (на примере Ульяновской области) // автореферат. Самара . 2012. 27 с.
9. Смолякова М.К., Сухов В.Д. Особенности анализа сценариев инвестиционного проекта в условиях существенного колебания внешних параметров // Теоретическая экономика. 2015. №4. С.41–48.
10. Уфимцев А. А. Измерение валютных рисков с помощью методологии Value-at-Risk // Вестник Челябинского государственного университета. 2012. № 8 (262). С. 137–142
11. Князева Е.Г., Юзович Л.И., Луговцов Р.Ю., Фоменко В.В. Финансово-экономические риски : учебное пособие. Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2015. 112 с.
12. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М.:Изд. иностр. лит., 2002. 829 с.

Baklushinskii V.V.

THEORETICAL ASPECTS OF DECISION MAKING UNDER RISK AND UNCERTAINTY

Unfavourable changes in macroeconomic conditions and political developments related to the 2014–2015 period lead Russian enterprises to the need of effective management practices development in conditions of uncertainty. This article provides an analysis of the economic literature on the subject of uncertainty in the management of the enterprise, clarifies the concept of uncertainty. Opinions of both foreign and Russian economists are reviewed. The article presents classifications of uncertainties in its sources, the nature and levels. Methods of business conditions analysis in the face of uncertainty are given based on the literature review. The description of these methods is showed regarding to their applicability in situations with different numbers of uncertainty factors. The proposals for the integrated use of analysis methods of an enterprise state are given, taking into account levels of uncertainty occurrence: the enterprise, region, sector, country.

Key words: *uncertainty, risk, scenario analysis, decision tree, the «Value-at-risk» method, the Monte Carlo method*

Баклушинский Вадим Валентинович, аспирант кафедры Экономики и организации производства.

Ульяновский государственный университет

Адрес: Россия, 432071, Ульяновск, ул. Федерации, 29.

E-mail: vbaklushinskiy@mail.ru

Научное издание

«Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова»
№ 9, 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 10.08.16. Подписано в печать 10.09.16. Формат 60×84/8

Усл. печ. л. 31,604. Уч.-изд. л. 33,38.

Тираж 1000 экз. Заказ 283. 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

