

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

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

№ 10, 2017 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

Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Шаталова С.В., Стариков М.С. ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЕЧАТИ	6
Стельмах С.А., Щербань Е.М., Сердюков К.В., Пестриков М.М., Яновская А.В. ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИМЕНЯЕМОГО КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕНТРИФУГИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ	15
Тольпина Н.М., Щигорева Е.М., Головин М.В., Щигорев Д.С. СУЛЬФАТОСТОЙКОСТЬ БЕТОНА НА ХИМИЧЕСКИ АКТИВНОМ ЗАПОЛНИТЕЛЕ ИЗ НЕФЕЛИНСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД	21
Дребезгова М.Ю., Чернышева Н.В. КОМПОЗИЦИОННОЕ ГИПСОВОЕ ВЯЖУЩЕЕ С МНОГОКОМПОНЕНТНЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ РАЗНОГО ГЕНЕЗИСА	27
Танг Ван Лам, Булгаков Б.И., Александрова О.В., Ларсен О.А., Нго Суан Хунг, Динь Хай Нам ПРИМЕНЕНИЕ РАСТВОРОВ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ	35
Енговатов И.А., Синюшин Д.К. МИНИМИЗАЦИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ПРИ ВЫВОДЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ НОВЫХ ПОКОЛЕНИЙ	45
Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Холодняк М.Г., Щербань Е.М. ВЫБОР СОСТАВА ЦЕНТРИФУГИРОВАННОГО БЕТОНА НА ТЯЖЕЛЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ	52
Рыбникова И.А., Рыбников А.М. ИЗ ОПЫТА УСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТОВ В СЛАБЫХ ГРУНТАХ	58
Семенов А.С., Кузнецов Д.В. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	64
Сулейманова Л.А., Кочерженко В.В., Погорелова И.А. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПОГРУЖЕНИЯ ОПУСКНЫХ КОЛОДЦЕВ С УЧЕТОМ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	69
Немировский Ю.В., Болтаев А.И. ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ СЛОЕВ НА НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ГИБРИДНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК	73
Захарова Л.В., Александровский М.В. ОБ АЛГОРИТМЕ ВАРИАЦИОННОГО МЕТОДА ДЛЯ РАСЧЕТА УПРУГОЙ НЕПОЛОГОЙ НИТИ С УЧЕТОМ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ	84
Домнина К.Л., Репко В.Н. О ПРИМЕНЕНИИ РАСЧЕТНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ТЕОРИИ ФИБРОПЕНОБЕТОНОВ	90
Дегтярь А.Н., Серых И.Р., Панченко Л.А., Чернышева Е.В. ОСТАТОЧНЫЙ РЕСУРС КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	94
Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. ЭФФЕКТИВНОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ЖИЛИЩНОГО ФОНДА РОССИИ	98
Даниленко Е.П. ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УЧЁТА ЗЕМЕЛЬ ПРИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕРРИТОРИЙ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ	105

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Бондаренко Д.О., Бондаренко Н.И., Бессмертный В.С., Изофатова Д.И., Дюмина П.С., Волошко Н.И. ЭНЕРГОСБЕЕРГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИЛИКАТ-ГЛЫБЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКОГО СТЕКЛА	111
Полуэктова В.А., Кожанова Е.П., Кудина А.Е. АДСОРБЦИЯ ФЛОРОГЛЮЦИНФУРФУРОЛЬНЫХ ОЛИГОМЕРОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРМИНЕРАЛЬНЫХ ДИСПЕРСИЙ	116

- Шахова Л.Д., Черноситова Е.С., Денисова Ю.В.**
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО ПОРОШКА 123
- Косухин М.М., Косухин А.М., Богачева М.А., Шаповалов Н.А.**
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПО ПРИРОДЕ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ НА РЕОЛОГИЮ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ КЛИНКЕРНЫХ МИНЕРАЛОВ 129
- Андронов С.Ю.**
УСТАНОВКА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ФИБРОВОЛОКНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ 135
- Щекина А.Ю.**
ДЕЙСТВИЕ ОТХОДОВ ФЛОТАЦИИ В СОСТАВЕ ВЯЖУЩИХ, С УЧЕТОМ СОДЕРЖАЩЕГОСЯ В НИХ ИЗОДЕЦИЛОПРОКСИМЕТИАМИНА 139

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Уральский В.И., Синица Е.В., Уральский А.В., Сажнева Е.А.**
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ 144
- Семикопенко И.А., Воронов В.П., Чунгурова Т.Л.**
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ МАТЕРИАЛА В ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ТРАЕКТОРИЯХ И ИХ СОУДАРЕНИЯ В ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ПРОТИВОТОЧНОЙ МЕЛЬНИЦЕ 149

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Колтунов Л. И., Гольцов Ю.А., Кижук А.С.**
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ФИЛЬТРАЦИИ И ИОНИЗАЦИИ ВОЗДУХА 154
- Потапенко А.Н., Кумар У., Штифанов А.И.**
О МЕТОДЕ ОЦЕНИВАНИЯ СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ 161
- Стативко Р.У., Рыбакова А.И.**
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОВЕДЕНИЯ VIII ЛЕТНЕЙ СПАРТАКИАДЫ УЧАЩИХСЯ РОССИИ ПО ТЯЖЕЛОЙ АТЛЕТИКЕ И РЕГБИ 168

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Бендерская О.Б.**
ДИНАМИКА УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЕЛГОРОДСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОЙМАТЕРИАЛОВ И СТРОЙКОНСТРУКЦИЙ В 2013-2016 гг. И ИХ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗА 2016 г. 172
- Герасименко О.А., Авилова Ж.Н.**
ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КОНЦЕССИЙ КАК ФОРМЫ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА И ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ КОНЦЕССИОННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В СФЕРЕ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА 181
- Демура Н.А., Ярмоленко Л.И.**
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ 186
- Бухонова С.М., Сергеева С.А.**
ПРОБЛЕМЫ РЕИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ 194
- Гукова Е.А.**
ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ В РАЗВИТИИ ПРОМЫШЛЕННОГО МАРКЕТИНГА В РОССИИ 204

Авилова Ж.Н., Целютина Т.В. КОНСАЛТИНГОВЫЕ РЕСУРСЫ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СТРОИТЕЛЬНОГО СЕКТОРА РЕГИОНА	209
Чмирева Е.В., Лавриненко Е.А. АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	216
Жильцов С.А. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	220
Ковтун Ю.А., Баранов В.М., Шевцов Р.М., Сомина И.В. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ КРЕДИТНО-ФИНАНСОВОГО СЕКТОРА С ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫМИ ОРГАНАМИ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	229
Каюшникова М.В., Андреева О.Н. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	235
Моисеев В.В. НАУКА КАК ФАКТОР ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ	242
Усманов Д.И., Усманов И.У. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ГЛОБАЛИЗАЦИИ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ НЕРАВЕНСТВО РЕГИОНОВ (ЧАСТЬ 1)	247
Ермакова Ю.А., Парфенюкова Е.А., Ширина Н.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАДАСТРА ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	257

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.12737/article_59cd0c57ede8c1.83340178

Лесовик В.С., д-р техн. наук, проф.,
Елистраткин М.Ю., канд. техн. наук, доц.,
Глаголев Е.С., канд. техн. наук, доц.,
Шаталова С.В., магистр,
Стариков М.С., магистр

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЕЧАТИ*

mr.elistratkin@yandex.ru

Строительная 3D печать привлекает внимание широкой общественности своей новизной, футуристичностью создаваемых форм, резким контрастом с бытовым представлением о стройплощадке. Специалисты видят в ней большие возможности экономии всех видов ресурсов, сокращение сроков строительства, возможность воплощения передовых конструкторских разработок, но при этом и такие серьёзные проблемы как: не сформированность общей концепции развития аддитивных технологий, ограниченная номенклатура и высокая стоимость расходных материалов, отсутствие методик разработки составов и опыта их применения. В статье проанализированы взаимосвязи технологических факторов со свойствами формовочных составов, предложены принципы их практической реализации.

Ключевые слова: строительная 3D печать, аддитивные технологии, требования к составам, реологические показатели, управление схватыванием.

Введение. На сегодняшний день во всех сферах нашей жизни идет перманентный поиск новых, более современных методов и технологий, отвечающих принципам устойчивого развития. Новые подходы должны быть с одной стороны более эффективными с точки зрения сохранения неограниченных ресурсов нашей планеты, иметь минимальное воздействие на окружающую среду, а с другой стороны обеспечивать высокое конечное качество продукции. Прикладной задачей ученых всего мира является создание комфортной среды обитания человека или оптимизация системы «человек–материал–среда обитания». Это сложнейшая задача, которую невозможно решить при помощи моно- и междисциплинарного подхода, исследование сложных систем возможно только за счет трансдисциплинарного подхода [1].

Одной из новых технологий, развивающейся на стыке кибернетики, механики, материаловедения и других дисциплин, является строительная 3D-печать как отдельных конструкций, так и зданий, и сооружений в целом [2–4].

Серьёзным препятствием на пути широкомасштабного внедрения аддитивных технологий в строительную практику является отсутствие соответствующих сырьевых смесей, полностью адаптированных для указанных целей, а также методических рекомендаций по их разработке. Разрабатываемые составы, по совокупности

своих показателей должны быть «революционными», т.е. значительно отличаться от традиционных, чтобы полностью соответствовать духу и требованиям новых технологий [5–7].

Разработка строительных композитов со свойствами изначально адаптированными под требования строительной печати и формирование принципов их получения, обуславливает **актуальность**, теоретическую и практическую ценность исследований в обозначенной сфере.

Методология. Физико-механические показатели материалов и свойства композиционных вяжущих определялись по стандартным методикам, с обязательным условием обеспечения сопоставимости результатов.

Получение композиционных вяжущих производилось совместным помолом товарных портландцементов с минеральными добавками до удельной поверхности 490...520 м²/кг.

Сохранность во времени свойств формовочных смесей и степень их загустевания оценивалась визуально.

Основная часть. Процесс строительной печати можно условно разделить на три основных этапа, имеющих различные цели. Условность деления состоит в том, что технологически, обозначенные этапы могут в одних и тех же установках, совмещаться во времени и т.п.

Этап 1. Приготовление формовочной смеси с необходимыми итоговыми или промежуточ-

ными характеристиками. Теоретическими предпосылками проектирования данного этапа служат базовые принципы строительного материаловедения, в том числе технологии бетонов. Промежуточные характеристики смеси формируются тогда, когда они претерпевают значительные запланированные изменения на последующих этапах, например, изменение вязкости и реологических характеристик смеси в процессе печати. Другим вариантом может быть введение дополнительных ингредиентов, обеспечивающих формирование окончательных показателей непосредственно в процессе экструдирования. Основными выходными показателями данного этапа можно считать вязкость и реологические особенности смеси, способность сохранять однородность (не расслаиваться), время сохранения свойств.

Этап 2. Укладка смеси в конструкцию. В 3D аддитивных технологиях данный этап осуществляется с помощью формующего устройства часто называемого печатающей головкой строительного принтера. Работа формующих устройств может основываться на различных принципах, формирующих требования к свойствам формовочных смесей. Выходными параметрами данного этапа являются геометрические параметры слоя уложенного в конструкцию материала, способность сохранять эти параметры заданное время с учётом всех сопутствующих внешних воздействий (температура, влажность, ветер, вибрация, акустическое воздействие и т.п.)

Этап 3. Фиксация показателей отформованного слоя, достигаемая за счёт полного схватывания формовочной массы, либо за счёт её значительного загустевания. Выходным параметром этапа является время набора прочности отформованного материала, достаточной для восприятия нагрузок от последующих укладываемых слоёв.

Как показывает анализ публикаций, получившим наибольшее распространение принципом работы формующего устройства строительного 3D принтера является *экструдирование* пластичной смеси из сопла небольшого сечения [8-10]. Ширина и толщина как правило, составляет 20...40 мм. Необходимая толщина конструкций обеспечивается укладкой нескольких рядов смеси, со сплошным или сотоподобным заполнением внутреннего пространства.

Продавливание смеси через сопло экструдера может производиться различными способами [11]:

1. Под действием собственного веса. Данный способ предполагает применение формовочных смесей повышенной подвижности и сопел увеличенного сечения. Основной проблемой является

пониженная способность смеси сохранять приданную форму. Кроме того, для обеспечения высокой подвижности формовочные массы должны содержать либо повышенное количество воды, либо суперпластификатора. Первое плохо с точки зрения повышенной усадки, пониженной морозостойкости и опасности расслоения, второе – с экономической точки зрения. Производительность формующего устройства осуществляется изменением проходного сечения сопла и изменением реологических характеристик смеси. Узким местом является непостоянство давления столба смеси изменяющейся высоты, влияющее на скорость её истечения. На наш взгляд развитие данного способа в таком виде, не является перспективным.

2. Подача смеси шнеком, позволяет существенно расширить диапазон приемлемых вязкостей формовочных смесей, регулировать в широких пределах производительность формующего устройства. Появляется возможность подмешивать жидкие функциональные добавки в зону работы шнека, за необходимое время до укладки в конструкцию. За счёт этого появляется возможность обеспечить быстрое схватывание или, как минимум, загустевание уложенной формовочной массы, необходимое для укладки последующих слоёв.

3. Обеспечение подачи смеси за счёт вибрации. Данный способ может быть реализован за счёт установки вибраторов в районе сопла, или размещения в канале подачи смеси вибровозбудителей. В первом случае необходимо обеспечить эластичное соединение вибронасадки с расходным бункером. Тиксотропное разжижение смеси приведёт к её проходу через сопло формующего устройства, а последующее восстановление разрушенной структуры – к её загустеванию и фиксации приданной формы.

При разработке формующих устройств целесообразно и комбинирование различных рассмотренных принципов работы. В этих случаях появляется возможность уменьшения влияния негативных факторов, присущих отдельным системам.

Для эффективной работы формующих устройств, во всех рассмотренных случаях, смесь должна обладать определёнными реологическими характеристиками, среди которых наибольшее значение имеет предел текучести, вязкость при различных скоростях перемешивания, площадь петли гистерезиса, характеризующая степень структурированности системы и скорость её восстановления после разрушения.

Как было показано в ряде работ, реология формовочных смесей, кроме водосодержания, вида и количества пластифицирующей добавки,

в значительной степени зависит от гранулометрического состава, знака и величины заряда, количества активных центров на поверхности твёрдых частиц. Эти факторы, в свою очередь, в значительной степени определяются дисперсностью, минеральным составом твёрдой фазы и строением её поверхности. На этом также основана современная концепция выбора эффективного сырья для строительных композитов с учётом его генезиса и свойств [12–16].

Наиболее удобным, с практической точки зрения, способом формирования у материалов требуемых реологических свойств является разработка соответствующих композиционных вяжущих.

Под композиционным вяжущим (КВ), в данном случае, понимается продукт, полученный совместным помолом или простым смешением вяжущей основы и комплекса минеральных и химических добавок. Важной особенностью КВ является адаптированность его свойств под решение определённой задачи, что отличает его от портландцемента и его разновидностей, имеющих универсальное назначение.

В качестве вяжущей основы КВ может выступать портландцемент, гипс и др., а также их смесь. В качестве минеральных добавок – разнообразные порошкообразные материалы. В качестве химических добавок – любые известные модификаторы.

Роль вяжущей основы и химических добавок – формирование основных свойств композиции,

в соответствии с основными принципами строительного материаловедения.

Функции минеральной добавки более разнообразные:

- прямое или опосредованное влияние на формирование специфических свойств композиции, обусловленных решаемой задачей. В т.ч. физико-механических, микроструктурных, реологических и т.п.;

- создание заданных условий для протекания и управление процессами гидратации вяжущей основы КВ, в том числе обеспечение совместности различных компонентов;

- оптимизация экономических показателей, в частности повышение активности при снижении содержания вяжущей составляющей; понижение активности с целью приведения её в соответствие с текущими потребностями и т.п.

Значимость и искусство правильного выбора компонентов минеральной добавки заключается в том, что обозначенные задачи решаются с помощью компонента, имеющего низкую химическую активность или не проявляющего её вообще; как правило, являющегося низкоценным природным или вторичным продуктом, тем не менее, способным в очень широких пределах изменять свойства строительных композиций.

Так, за счёт применения различных видов минеральных добавок на основе вторичного строительного сырья был получен ряд композиционных вяжущих, содержащих 50 % клинкерной составляющей, соответствующих различным реологическим типам (рис. 1).

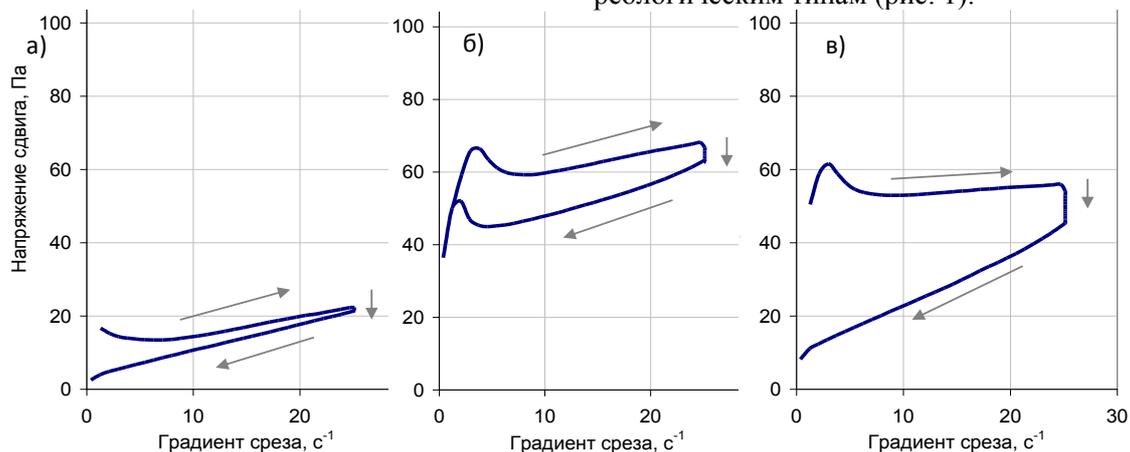


Рис. 1. Реологические кривые композиционных вяжущих с 50 % различных минеральных добавок (В/Ц=0,3, с суперпластификатором):

а) отходы производства автоклавного газобетона; б) бой тяжелого бетона; в) бой лёгкого бетона на пористых заполнителях

Как видно, использование различных продуктов в качестве минеральной добавки в составе композиционных вяжущих, полученных совместным помолом, оказывает большое влияние на характер их реологические показатели. Так, состав, содержащий в качестве добавки отходы

производства автоклавного газобетона (рис. 1 а), имеет малый угол наклона прямой ветви реограммы по отношению к оси «х». Смеси с такими характеристиками в наибольшей степени подходят к первому из рассмотренных способов экс-

трудирования, поскольку обладают способностью хорошо перемещаться по трубопроводам и вытекать из сопла под действием собственного веса с минимальным налипанием на стенки оборудования. Однако, очень низкий предел текучести, будет приводить к самонивелированию (растеканию) отформованного слоя. Малая площадь участка между прямой и обратной ветвями реограммы также является признаком пониженной склонности такой смеси к структурированию и сохранению приданной формы. Таким образом, составы имеющие подобный тип реологической кривой в минимальной степени подходят для применения в системах строительной печати.

Реограмма, показанная на рисунке 1 б, имеет более сложный характер. Смеси на основе композиционного вяжущего, содержащего бой тяжёлого бетона на основе кварцитопесчаника, при малых градиентах скорости сдвига (примерно соответствующих гравитационным воздействиям) имеют высокую структурную вязкость, которая резко понижается после преодоления некоторого невысокого порогового значения градиента скорости сдвига. Данный порог соответствует перемешиванию массы со скоростью, достигаемой при работе шнекового питателя. Дальнейшее повышение скорости перемещения формовочной массы происходит без существенного изменения динамической вязкости. Обратная ветвь реограммы аналогична прямой, с тем же характерным пиком в области малых градиентов скорости сдвига, умеренной площадью петли гистерезиса, что свидетельствует о быстром восстановлении структурной вязкости после снятия внешних воздействий практически на прежнем уровне.

Составы, обладающие такими реологическими особенностями, на наш взгляд в наибольшей степени отвечают второму принципу работы формующего устройства – шнековой подаче. Их важным достоинством является достаточно лёгкое разрушение первоначальной структуры – что важно для лёгкости экструдирования, и быстрое её восстановление практически на исходном уровне – что важно для фиксации приданной смеси формы.

Третий тип реологической кривой, характерный для вяжущего с добавкой измельчённого керамзитобетона, отличается от предыдущего большим расхождением прямой и обратной ветвей реограмм (рис. 1 в), что свидетельствует о ярко выраженных тиксотропных свойствах и низкой скорости восстановления, разрушенной при механических воздействиях первоначальной структуры смеси. С одной стороны, это предполагает лёгкость управление укладки таких составов под действием вибрации (третий из рассмотренных принципов работы формующих

устройств). Однако их эффективное практическое применение, на наш взгляд, возможно при использовании средств временного поддержания уложенного слоя, до восстановления им своей исходной структурной вязкости. В качестве подобных технических средств могут выступать поддерживающие скользящие щитки, закреплённые на формующей головке строительного принтера.

Безусловно, формирование итоговой совокупности свойств формовочной массы происходит под влиянием большого количества факторов. К наиболее существенным из которых, кроме рассмотренных, относятся вид и количество заполнителя, дозировка воды и химических добавок, температура смеси и др. Однако, именно особенности применяемого вяжущего и тонкодисперсных наполнителей, в наибольшей степени отвечают особенностям поведения массы при различных видах механических воздействий.

Следующей важной задачей организации процесса строительной печати является фиксация достигнутой конфигурации отформованного слоя. К её решению, на наш взгляд, есть три основных подхода:

1. Организация продолжительной выдержки между укладкой слоёв, достаточной для их схватывания и набора первоначальной прочности.

2. Применение смесей со сложными реологическими характеристиками, которые, как было сказано ранее, обретают достаточную удобоукладываемость при достаточной интенсивности внешних воздействий, но способны структурироваться и сохранять форму под действием силы тяжести и веса последующего слоя (слоёв).

3. Программирование времени схватывания смеси, которое возможно за счёт применения сильных ускорителей схватывания цементных систем и замедлителей гипсовых систем. Перспективным является так же сочетание особенностей гипсовых и портландцементных систем, с учётом особенностей их совместной работы. Данное сочетание может быть реализовано в формате известных композиционных гипсовых вяжущих (КГВ) или цементных вяжущих с добавкой ограниченного количества гипса, о которых пойдёт речь в данной работе.

Следует учитывать, что традиционный способ использования добавок-ускорителей (введение на этапе приготовления бетонной смеси) в данном случае идёт в разрез с необходимостью сохранять свойства смеси в течение выработки её запаса в формующем устройстве. Устранение этого противоречия возможно за счёт непрерывного приготовления в формующем устройстве, либо подмешивания в базовый состав отдельных функциональных ингредиентов.

Учитывая необходимость снижения стоимости составов для 3D печати [17–20], что нужно с точки зрения поддержания её конкурентоспособности по отношению к традиционным способам строительства, были опробованы следующие методы:

1. Введение ограниченных количеств гипса в системы на цементном вяжущем.

2. Подмешивание ускорителя схватывания – пищевой соды, к стандартной растворной композиции.

Испытания предложенных способов на первом этапе проводились на портландцементе, для исключения влияния минеральных добавок, входящих в состав КВ на результат.

Основной проблемой введения гипса в состав цементных композиций является риск образования опасных разновидностей этtringита, сопровождающийся падением прочности или полным разрушением материала. В нашем случае, в

качестве основного вяжущего предлагается сохранить портландцемент, а гипс вводить в сравнительно небольших количествах для быстрого повышения пластической прочности смеси. Так же отличием от традиционных КГВ, является отсутствие отдельно вводимой активной минеральной добавки, а для предотвращения возникновения деструктивных явлений предлагается использовать вместо обычного портландцемента сульфатостойкий портландцемент с минеральными добавками.

Были изготовлены и испытаны образцы на разных портландцементе: обычном бездобавочном и сульфатостойком с минеральными добавками. В них вводилось 5 и 10 % строительного гипса. Соотношение вяжущее: песок принималось 1:1, В/В отношение во всех случаях составило 0,4. Результаты испытаний представлены на рисунке 2.

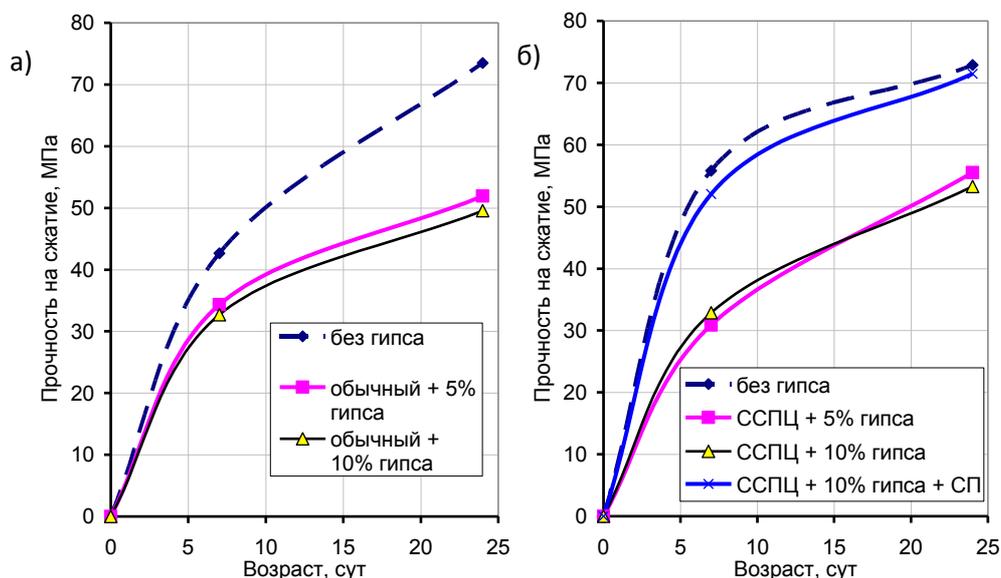


Рис. 2. Влияние добавки гипса на твердение цементов:
а) бездобавочного; б) сульфатостойкого с минеральными добавками

Составы, не содержащие гипс, имеют стандартные для цементных систем время схватывания и кинетику набора прочности. Введение гипса в указанных дозировках ощутимо снижает прочностные показатели составов, в частности марочную прочность на 25...30 %, что связано как со снижением доли цемента в смешанном вяжущем, так и его с негативным влиянием на протекание процессов структурообразования.

Обращает на себя внимание, что скорость набора прочности составов с добавкой гипса практически не зависит от количества последнего. Вероятной причиной указанных явлений является наличие в данных системах этtringита, причём как в первичной, так и во вторичной фор-

мах. Образование первичного этtringита, не влечёт ощутимого снижения прочности, подтверждением чему является высокая относительная ранняя прочность (7 сут) 80 % от контрольного состава для бездобавочного цемента. Переход части первичного этtringита во вторичный замедляет процесс набора прочности, что видно по более низкому углу наклона кривых на рисунке 2 а.

В случае с сульфатостойким цементом степень замедления данного процесса ощутимо меньше ввиду менее благоприятных условий для перехода этtringита во вторичную форму из-за связывания части выделяющейся извести активной минеральной добавкой. Первичный же этtringит, вероятно оказывает микроармирующее воздействие на цементный камень, способствуя

повышению его прочности. Подтверждением этому может служить вид образцов после испытания на прессе (рис. 3). Степень их механиче-

ских повреждений резко снижается по мере повышения дозировки гипса, при том что несущая способность ими была полностью утрачена.



Рис. 3. Характер разрушения образцов при испытании на прессе

Как видно из рисунка 4 добавка гипса хорошо справляется с основной возложенной на неё задачей – обеспечением быстрого контролируемого схватывания смеси, сокращая его до разумного минимума (2 мин) при введении в количестве 10 %. Введение добавки пластификатора является контрмерой при излишне быстром загустевании и позволяет более точно регулировать этот процесс, попутно обеспечивая повышение прочности бетона аддитивного формования.

Технически, работа с подобными составами возможна при непрерывном приготовлении смесей непосредственно в формующем устройстве перед экструдированием.

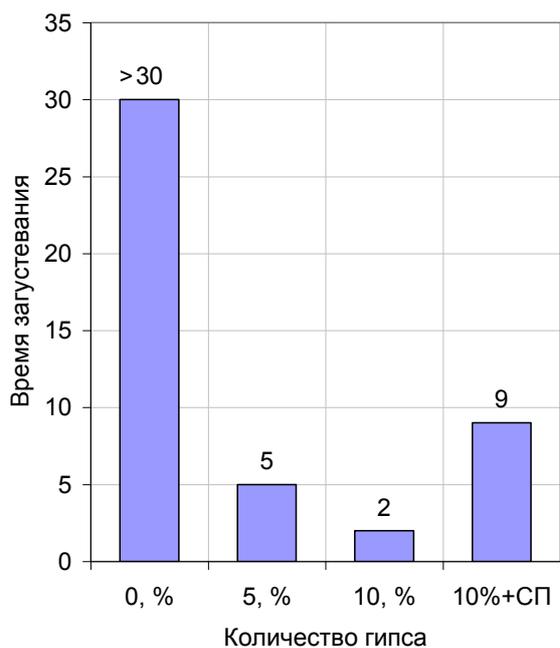


Рис. 4. Зависимость времени загустевания смеси от количества добавок

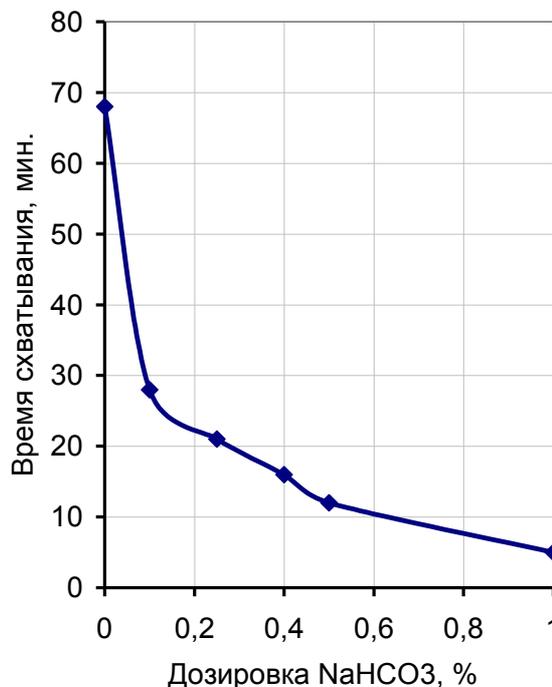


Рис. 5. Влияние дозировки пищевой соды на время схватывания смеси

Введение раствора пищевой соды в формовочную массу, не содержащую ускорителей схватывания, путём подмешивания её в формовочном устройстве перед экструдированием, позволяет обеспечить её загустевание через заданный промежуток времени (рис. 5). При этом исходная смесь без ускорителя схватывания сохраняет свои первоначальные свойства более 30 мин, что вполне достаточно для выработки запаса смеси в формующем устройстве. Кроме того, повторное перемешивание смеси снижает её склонность к расслоению, ускоряет схватывание и набор первоначальной прочности.

Выводы. 1. Рациональный подбор состава композиционных вяжущих позволяет с минимальными затратами заложить основы требуемого характера реологических характеристик формовочных смесей, диктуемых особенностями технологии аддитивного изготовления строительных конструкций. Кроме того, изучение реологических показателей смесей может быть использовано как один из критериев оценки пригодности разрабатываемых составов для подобных технологий, что необходимо для их широкомасштабного внедрения в повседневную практику строительства.

2. В качестве средств обеспечения схватывания формовочной смеси в заданный момент времени, при строительной печати предлагается:

– использование сульфатостойкого портландцемента с минеральными добавками с введением до 10 % строительного гипса (от массы цемента) совместно с суперпластификатором СП-1, что позволяет достаточно точно программировать момент схватывания смеси в интервале 2...10 мин. Интенсивность деструктивных процессов, связанных с образованием этtringита находится на приемлемом уровне, не вызывающем опасений за поведение данной композиции в будущем. Имеет место микроармирующий эффект от возникновения первичного этtringита (волокнистые кристаллы). Реализация данного метода возможна при затворении смеси в непрерывном режиме непосредственно перед экструдированием.

– подмешивание раствора пищевой соды (или аналогичных добавок) в исходный состав (не содержащий ускорителей) в формирующем устройстве непосредственно перед экструдированием позволяет обеспечить схватывание смеси во временном интервале 5...20 мин, что отвечает особенностям технологии строительной печати.

**Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Ивасюта А.В., Иванов Н.А. Перспективы использования технологии 3d-печати при строительстве зданий и сооружений // Научное обозрение. 2016. № 9. С. 52–55.
3. Литвинцева Е. Битва за 3D: приживутся ли в России «напечатанные» дома // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2016. Т. 9-10. С. 48–49.
4. Рошин В.А., Гнездилов С.Г. Применение объемной печати в строительстве // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 4. С. 16–21.
5. Лунева Д.А., Кожевникова Е.О., Калюшина С.В. Применение 3d-печати в строительстве и перспективы ее развития // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2017. Т. 8. № 1. С. 90–101.
6. Пермяков М.Б., Пермяков А.Ф., Давыдова А.М. Аддитивные технологии в строительстве // European Research. 2017. № 1 (24). С. 14–15.
7. Руднев И.В., Жаданов В.И., Соболев М.М. Аддитивные технологии в строительстве. Проблемы и перспективы // В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры материалы Всероссийской научно-методической конференции. Оренбургский государственный университет. 2017. С. 932–935.
8. Ватин Н.И., Чумадова Л.И., Гончаров И.С., Зыкова В.В., Карпеня А.Н., Ким А.А., Финашенков Е.А. 3D-печать в строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 1 (52). С. 27–46.
9. Савицкий Н.В., Шатов С.В., Ожищенко О.А. 3D-печать строительных объектов // Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры, 2016, № 3 (216). С. 18–26.
10. Лесовик В.С., Чернышева Н.В., Глаголев Е.С., Дребезгова М.Ю., Ермолаева А.Э. 3D-аддитивные технологии в сфере строительства // В сборнике: Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. 2016. С. 157–167.
11. Герасимов М.Д., Горшков П.С., Бражник Ю.В., Грудина В.А. Разработка предложений по использованию вариаций насадок (сопел) для строительного 3d принтера // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 5. С. 89–97.
12. Лесовик В.С., Сулейманова Л.А., Сулейманов А.Г., Кара К.А. Неавтоклавные газобетоны на композиционных вяжущих для энергоэффективного строительства // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. №4. С. 47–52.
13. 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.

14. 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.

15. Куприна А.А., Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Гинзбург А.В. Композиционные вяжущие для эффективных строительных растворов [Электронный ресурс] // Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук, Баженова Юрия Михайловича. Белгород. 2015.

16. Красикова О.В. Разработка цементных смесей с добавками на основе минеральной базы республики Марий Эл для печати строительных конструкций различного назначения для малоформатных 3d-принтеров // В сборнике: Интеллектуальная собственность и современные техника и технологии для развития экономики материалы IV республиканской молодежной научно-практической конференции в рамках Всероссийского студенческого форума «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России». 2016. С. 42–45.

Информация об авторах

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

E-mail: naukavs@mail.ru

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

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

Елистраткин Михаил Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

E-mail: mr.elistratkin@yandex.ru

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

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

Глаголев Евгений Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства.

E-mail: bolotin@belregion.ru

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

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

Шаталова Светлана Вячеславовна, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

E-mail: shatalova.sv@yandex.ru

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

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

Стариков Михаил Сергеевич, магистр кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

E-mail: m.starikov@yandex.ru

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

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

17. Удодов С.А., Белов Ф.А., Золотухина А.Е. 3d-печать в строительстве: новое направление в технологии бетона и сухих строительных смесей // В сборнике: International innovation research Сборник статей победителей VI Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Г.Ю. Гуляева. 2017. С. 58–61.

18. Копаница Н.О., Сорокина Е.А. Особенности формирования требований к строительно-техническим характеристикам бетонных смесей для 3d-печати // В сборнике: Молодежь, наука, технологии: новые идеи и перспективы (МНТ-2016) материалы III Международной научной конференции студентов и молодых ученых. 2016. С. 407–410.

19. Обелова В.С., Круталевич С.Ю. Обзор строительных проектов, реализованных аддитивными технологиями // В сборнике: Дизайн и искусство - стратегия проектной культуры XXI века (ДИСК-2016) сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей. 2016. С. 87–90.

20. Далинчук В.С., Власенко Д.А. Основные аспекты печати домов с помощью 3d принтера // Инновационное развитие. 2016. № 2 (2). С. 6–13.

Поступила в июле 2017 г.

© Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Шаталова С.В., Стариков М.С., 2017

Lesovik V.S., Elistratkin M.Yu., Glagolev E.S., Shatalova S.V., Starikov M.S.
COMPOSITIONS PROPERTIES FORMATION FOR THE BUILDING PRINTING

3D construction printing attracts the attention of the general public with its novelty, futurism of the created forms and sharp contrast with the philistine view of the construction site.

Experts see it as a great opportunity to save all types of resources, shorten construction time, the possibility of implementing advanced design developments, but also serious problems such as: the lack of a general concept for additive technologies development, limited nomenclature and high consumables cost and their application experience.

The article analyzes the interrelationships of technological factors with the properties of molding compositions, suggests their practical implementation principles.

Keywords: *3D construction printing, additive technologies, composition requirements, rheological indicators, hardening management.*

Information about the authors

Lesovik Valeriy Stanislavovich, DSc, Professor.

E-mail: naukavs@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Elistratkin Mikhail Yur'yevich, PhD, Assistant professor.

E-mail: mr.elistratkin@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Glagolev Evgeniy Sergeevich, PhD, Assistant professor.

E-mail: bolotin@belregion.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Shatalova Svetlana Vyacheslavovna, Research assistant.

E-mail: shatalova.sv@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Starikov Mikhail Sergeevich, Assistant professor.

E-mail: m.starikov@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in July 2017

© Lesovik V.S., Elistratkin M.Yu., Glagolev E.S., Shatalova S.V., Starikov M.S., 2017

*Стельмах С.А., канд. техн. наук, доц.,
Щербань Е.М., канд. техн. наук, ст. преп.,
Сердюков К.В., магистрант,
Пестриков М.М., магистрант,
Яновская А.В., студент
Донской государственный технический университет*

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИМЕНЯЕМОГО КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕНТРИФУГИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

au-geen@mail.ru

Статья посвящена проблеме неоднородности физико-механических свойств центрифугированного бетона по толщине стенки кольцевого сечения изделия. Одним из путей решения данной проблемы является управление фактором заполнителей, оказывающим влияние на свойства бетона изделий и конструкций, работающих на осевое сжатие. Авторами проанализирована научно-техническая литература, касающаяся этого вопроса. Проведено экспериментальное исследование влияния фракционного состава гранитного щебня на прочностные характеристики бетона центрифугированных изделий. Установлено, что процентное соотношение фракций применяемого гранитного щебня фракция₅₋₁₀ / фракция₅₋₂₀ = 50/50 при прочих равных условиях оказывает наилучшее влияние на призмную прочность тяжелого бетона. Полученные результаты будут применены в последующих экспериментальных исследованиях авторов, направленных на выявление факторов, влияющих на качество бетона центрифугированных изделий и связанных с характеристиками заполнителей.

***Ключевые слова:** центрифугированный бетон, осевое сжатие, изделие кольцевого сечения, фракция заполнителя, процентное соотношение фракций заполнителя, призмная прочность.*

Введение. Центрифугированные железобетонные конструкции находят широкое применение в промышленном, энергетическом, транспортном, гидромелиоративном и коммунальном строительстве. По своим технико-экономическим показателям они в ряде случаев превосходят изделия, изготовленные по другой технологии.

В настоящее время наиболее перспективно использование центрифугированных конструкций при строительстве контактной сети энергоснабжения железных дорог (конические опоры контактной сети и автоблокировки с предварительным напряжением проволочной арматуры) и воздушных линий электропередачи (конические и цилиндрические стойки опор с предварительно напряженной стержневой арматурой).

Значительный опыт производства и эксплуатации центрифугированных опор в России и за рубежом свидетельствует об их достаточной эксплуатационной надежности, чему способствовали многочисленные научно-исследовательские и проектные работы в направлении совершенствования конструкции опор и технологии их изготовления.

Однако практика эксплуатации этих весьма ответственных изделий дает множество примеров их преждевременного выхода из строя.

Наряду с производственными дефектами одной из основных причин недостаточной долговечности является неоднородность физико-механических свойств центрифугированного бетона по толщине стенки кольцевого сечения изделия. Технологические приемы борьбы с этим недостатком центрифугированного бетона сложны и неэффективны. Повышение эксплуатационной надежности предварительно напряженных железобетонных конструкций возможно путем учета структурной неоднородности бетона в расчетах прочности, деформативности и трещиностойкости железобетонных изделий кольцевого сечения [4].

Целью проведения исследований авторов является выявление влияния фактора заполнителей на свойства бетона изделий и конструкций, работающих на осевое сжатие.

Авторами был проведен анализ некоторой научно-технической литературы, касающейся этой проблемы.

Исследованиями В.Г. Пашковского [9, 10] доказана возможность повышения качества центрифугированного бетона за счет регулирования свойств используемых материалов. Так, количество трещин, зарождающихся в бетоне при передаче усилий предварительного напряжения,

можно уменьшить примерно в 2 раза уменьшением размера заполнителя (до оптимального) и улучшением сцепления с цементным камнем.

В ряде работ других авторов [7, 8, 11–16] показано, что применяя смесь зерен заполнителя с различной средней плотностью, можно при соответствующих скоростях центрифугирования добиваться их равномерного и желательного распределения по сечению изделия, так как неравномерность распределения этих компонентов по сечению бетонного элемента оказывает существенное влияние на колебания его физико-механических свойств.

Если часть зерен плотного заполнителя в бетоне заменить определенным количеством пористых фракций, то при центрифугировании такой бетонной смеси будет неизбежно происходить направленное перемещение относительно друг друга плотных и пористых частиц и компонентов цементного теста. Подавляющая часть пористых частиц, имеющих более низкую плотность, будет выжиматься во внутренний слой бетонного кольца и формировать слой облегченного бетона с улучшенными физико-механическими свойствами, выполняя при этом многоцелевые функции как при становлении структуры бетонного камня, так и при его эксплуатации в конструкции.

Г.И. Горчаков, А.М. Подвальный, Б. Хенк, Ю.В. Осетинский, рассматривая структурный элемент бетона в виде зерна и оболочка, показали, что напряжение на поверхности контакта ядра и оболочки зависят от соотношения модулей упругости заполнителя и цементного камня. С увеличением модуля упругости заполнителя структурные напряжения в системе повышаются. Замена части плотных зерен заполнителя пористыми приведет к снижению напряженного состояния в бетонном композите, а при центробежном уплотнении бетонной смеси – к более рациональному распределению заполнителя по сечению изделия.

Зерна пористого заполнителя должны выполнять свою демпфирующую роль и в центрифугированном бетоне. Во внешнем слое бетонного кольца, оставаясь как случайно захваченные, они будут снижать жесткость сложившейся структуры бетона. Во внутренних же слоях их роль будет проявляться не только в повышении прочности, но и в его стойкости к температурно-влажностным воздействиями. Указанный характер распределения пористых частиц по толщине стенки кольца подтверждается микроскопическим анализом шлифов из центрифугированного бетона с комбинированным заполнителем.

Важнейшими характеристиками, обеспечивающими эффективность введения пористых заполнителей в состав центробежно уплотняемой

бетонной смеси, являются зерновой состав, хорошо развитая поверхность и достаточная прочность зерна с открытой пористостью и, наконец, доступность используемого материала [5].

Регулируя содержание, гранулометрический состав и упругопластические свойства добавки пористого материала, можно управлять структурообразованием и свойствами центрифугированного бетона, получая при этом новый вид бетонов с комбинированным заполнителем [6, 12].

Баташев В.М., Ахвердов И.Н. отмечают неоднородность деформативных свойств бетона по толщине стенки кольцевого сечения, следует ожидать, что повышение однородности структуры бетона с комбинированным заполнителем должно привести к выравниванию деформативных свойств и повышению трещиностойкости материала.

Повышение прочности центрифугированного бетона за счет замены части плотного заполнителя эквивалентным объемом пористого позволяет получать высокопрочные центрифугированные бетоны на обычных сырьевых материалах при умеренных расходах цемента. Увеличение водопотребности бетонных смесей при использовании мелких плотных песков может быть с успехом компенсировано при их обогащении пористыми, а регулирование внутреннего водотделения за счет явления самовакуумирования позволяет уменьшить негативное влияние недостаточного водоотделения при центрифугировании. За счет уменьшения внутреннего водоотделения может быть улучшен контакт зерна плотного заполнителя с цементным тестом даже при наличии на его поверхности пылеватых частиц.

Между тем, можно предположить, что с ростом прочности центрифугированных бетонов с добавками пористого заполнителя должны возрасти их модуль упругости, границы микротрещинообразования, предельная деформативность и трещиностойкость. Все это может благоприятно отразиться не только на повышении несущей способности центрифугированных изделий, но и на их жесткости и трещиностойкости, позволив тем самым исключить дополнительное армирование конструкций, не снижая при этом их эксплуатационной надежности [5].

Основная часть. В научно-исследовательской лаборатории Академии строительства и архитектуры Донского государственного технического университета авторами были проведены исследования прочностных свойств образцов-балочек из тяжелого бетона, изготовленного с применением щебня из гранита, производимого в Воронежской области, и песков месторождений Ростовской области, предназначенного для изготовления изделий кольцевого сечения методом

центрифугирования.

Известно, что, учитывая специфику центрифугированных изделий и конструкций из тяжелого бетона, для их изготовления, как правило, применяют фракцию крупного заполнителя 5–20. Данная фракция, в свою очередь, включает в себя фракции 5–10 и 10–20. Исходя из проведенного анализа литературных и практических данных, по мнению авторов, процентное соотношение этих фракций может оказать влияние на прочностные характеристики готового изделия.

В условиях лаборатории были определены

некоторые физико-механические характеристики применяемого в экспериментах щебня. Испытания проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия» по методикам ГОСТ 8269.0-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний». Результаты представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Результаты испытаний зернового состава щебня

Показатели	Фракционный состав		
	Фракция 20–40	Фракция 10–20	Фракция 5–10
Частный остаток a_i (г)	1039	7470	2245
Частный остаток a_i (%)	9,5	68,3	20,5
Полный остаток A_i (%)	9,5	77,8	98,3

Таблица 2

Физико-механические показатели щебня

Наименование показателей	Фактические показатели	
Содержание пылеватых и глинистых частиц, % по массе	0,96	
Содержание глины в комках, % по массе	Фракция 5–10	-
	Фракция 10–20	-
Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм	Фракция 5–10	43,0
	Фракция 10–20	41,0
Дробимость, % по массе	Фракция 5–10	10,2
	Фракция 10–20	9,9

Испытания заформованных образцов-балочек производились по методикам ГОСТ 24452-80 «Бетоны. Методы определения призмной прочности, модуля упругости и коэффициента

Пуассона».

Полученные результаты представлены в графическом виде на рис. 1–3.

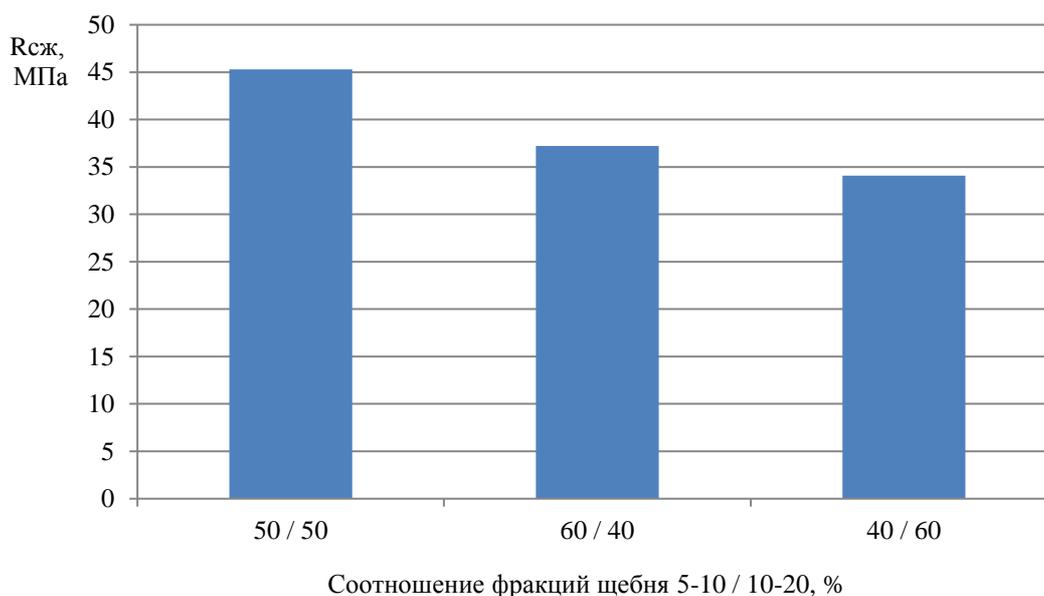


Рис. 1. Зависимость прочности при сжатии от процентного соотношения фракций щебня при использовании песка из отсевов дробления

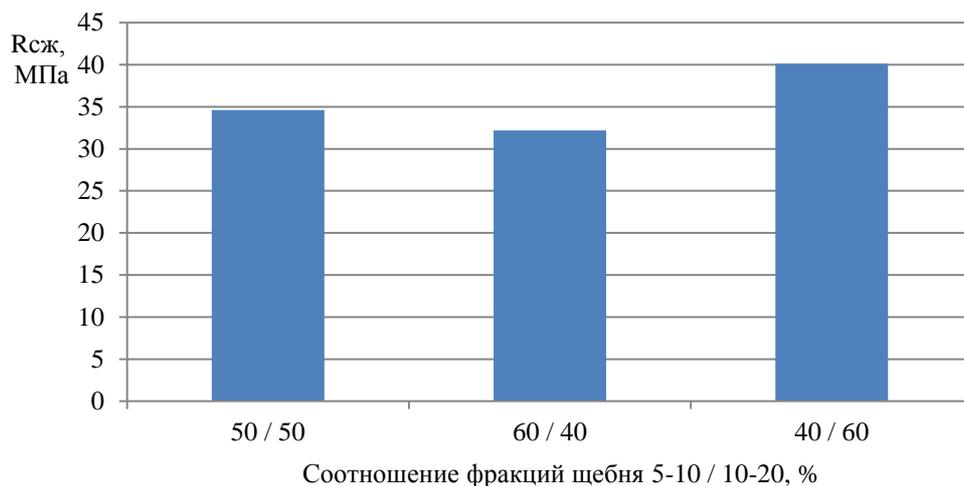


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии от процентного соотношения фракции щебня при использовании карьерного песка

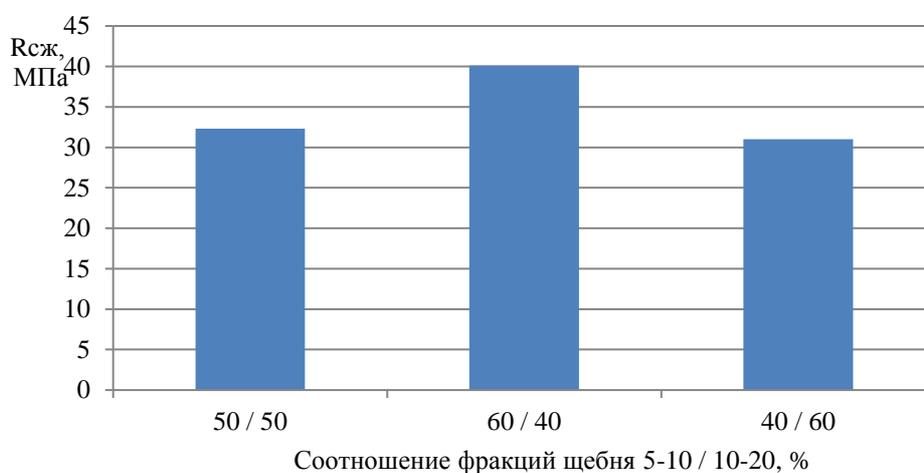


Рис. 3. Зависимость прочности при сжатии от процентного соотношения фракций щебня при использовании речного песка

Вывод. Из полученных зависимостей можно сделать вывод, что процентное соотношение фракций применяемого гранитного щебня $\Phi_{р5-10} / \Phi_{р5-20} = 50/50$ при прочих равных условиях оказывает наилучшее влияние на призменную прочность тяжелого бетона. Эти результаты будут применены в последующих экспериментальных исследованиях авторов, направленных на выявление факторов, влияющих на качество бетона центрифугированных изделий и связанных с характеристиками заполнителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 24452-80 «Бетоны. Методы определения призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона».
2. ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия».
3. ГОСТ 8269.0-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний».
4. Раджан Сувал Свойства центрифугированного бетона и совершенствование проектирования центрифугированных железобетонных стоек опор ЛЭП : дис.... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 1997. 267 с.
5. Романенко Е.Ю. Высокопрочные бетоны с минеральными пористыми и волокнистыми добавками для изготовления длинномерных центрифугированных конструкций: дис.... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 1989. 179 с.
6. Мчедлов-Петросян О.П. Современные взгляды на процессы твердения вяжущих / В сб.: Новое в технологии и технике производства цемента // Тр. ин-та Южгипроцемент. Вып. 4, М.: Стройиздат, 1964. С. 144-153
7. Невский В.А. Прогнозирование стойкости бетона при чередующихся воздействиях внешней среды с учетом его структуры и деформативных свойств: Автореф. дис. докт. техн. наук. М., 1984. 42 с.
8. Невский В.А., Федоренко Ю.В., Лысенко Е.И., Петров В.П., Шурыгин В.П. Комбинированные заполнители в центрифугированном бетоне

// Транспортное строительство. 1983. №7. С. 30–31.

9. Пашковский В.Г. Влияние температурного фактора на образование и развитие трещин в опорах КС // Транспортное строительство. 1964. №8. С. 45–46.

10. Михайлов Н. В., Пашковский В. Г. Проблема продольных трещин в центрифугированных опорах // Электрическое строительство. 1967. №2. С. 60–66.

11. Петров В.П., Лысенко Е.И., Ткаченко Г.А., Шурыгин В.П. Бетон с комбинированным заполнителем в производстве центрифугированных опор контактной сети // Транспортное строительство. 1983. №10. С. 32.

12. Петров В.П. Технология и свойства центрифугированного бетона с комбинированным заполнителем для стоек опор контактной сети: дис... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 1983. 175 с.

13. Руководство по изготовлению железобетонных центрифугированных стоек опор контактной сети и воздушных линий автоблокировки из бетонов с комбинированным заполнителем. М.: ЦНИИС, 1989. 35 с.

14. Ткаченко Г.А., Петров В.П., Романенко Е.Ю. Высокопрочный бетон с комбинированным заполнителем для центрифугированных опор

контактной сети // Тезисы докладов научно-технической конференции, М.: ЦНИИС, 1988. С. 37–38.

15. Авторское свидетельство 1004298 СССР. Бетонная смесь / В.П. Шурыгин, В.А. Невский, Г.А. Ткаченко, В.П. Петров, 1983.

16. Шурыгин В.П., Ткаченко Г.А., Петров В.П., Романенко Е.Ю. Повышение трещиностойкости центрифугированного бетона с комбинированным заполнителем // Транспортное строительство. 1988. №8. С. 33–34.

17. Яновская А.В., Сердюков К.В., Стельмах С.А. Изучение влияния фактора заполнителя на характеристики центрифугированных железобетонных изделий и конструкций // НОВАЯ НАУКА: СТРАТЕГИИ И ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ: Международное научное периодическое издание по итогам Междунар. науч.-практ. конф. (Магнитогорск, 8 апр. 2017 Г.), Стерлитамак: АМИ, 2017. №4. 3. 3. С. 214–216.

18. Pooya Alaei, Bing Li. High-strength concrete exterior beam-column joints with high-yield strength steel reinforcements // Engineering Structures. 2017. Vol. 145. P. 305–321.

19. Mohamed K. Ismail, Assem A.A. Hassan. An experimental study on flexural behaviour of large-scale concrete beams incorporating crumb rubber and steel fibres. 2017. Vol. 145. P. 97–108.

Информация об авторах

Стельмах Сергей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики.

E-mail: sergej.stelmax@mail.ru

Донской государственный технический университет.

Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162.

Щербань Евгений Михайлович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики.

E-mail: au-geen@mail.ru

Донской государственный технический университет.

Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162.

Сердюков Константин Васильевич, магистрант.

E-mail: serdyukovkv@mail.ru

Донской государственный технический университет.

Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162.

Пестриков Михаил Михайлович, магистрант.

E-mail: pestrmikhail94@mail.ru

Донской государственный технический университет.

Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162.

Яновская Алина Вадимовна, студент кафедры технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики.

E-mail: kgweny@gmail.com

Донской государственный технический университет.

Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162.

Поступила в июне 2017 г.

© Стельмах С.А., Щербань Е.М., Сердюков К.В., Пестриков М.М., Яновская А.В., 2017

Stel'makh S.A., Shcherban' E.M., Serdyukov K.V., Pestrikov M.M., Yanovskaya A.V.
**INFLUENCE OF SOME CHARACTERISTICS OF THE APPLIED COARSE AGGREGATE
ON THE PROPERTIES OF HEAVY CONCRETE, DESIGNED FOR MANUFACTURING
CENTRIFUGGLE PRODUCTS AND CONSTRUCTIONS**

The article is devoted to the problem of heterogeneity of physical and mechanical properties of centrifuged concrete along the wall thickness of the annular section product. One of the ways to solve this problem is to control the factor of fillers, which affects the properties of concrete products and structures working on axial compression. The authors analyzed scientific and technical literature concerning this issue. An experimental study of the influence of the fractional composition of granite gravel on the strength characteristics of concrete of centrifuged products is carried out. It is established that the percentage of fractions of the granite gravel used fraction 5-10 / fraction 5-20 = 50/50, with other things being equal, has the best effect on the prismatic strength of heavy concrete. The results obtained will be applied in subsequent experimental studies by the authors aimed at identifying factors that affect the quality of concrete of centrifuged products and associated with the characteristics of aggregates.

Keywords: *centrifuged concrete, axial compression, annular section product, aggregate fraction, percentage of aggregate fractions, prismatic strength.*

Information about the authors

Stel'makh Sergey Anatol'evich, PhD, Assistant professor.

E-mail: sergej.stelmax@mail.ru

Don State Technical University.

Russia, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1.

Shcherban' Evgeniy Mikhailovich, PhD, Senior lecturer.

E-mail: au-geen@mail.ru

Don State Technical University.

Russia, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1.

Serdyukov Konstantin Vasil'evich, graduate student.

E-mail: serdyukovkv@mail.ru

Don State Technical University.

Russia, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1.

Pestrikov Mikhail Mikhailovich, graduate student.

E-mail: pestrmikhail194@mail.ru

Don State Technical University.

Russia, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1.

Yanovskaya Alina Vadimovna, student.

E-mail: kgweny@gmail.com

Don State Technical University.

Russia, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1.

Received in June 2017

© Stel'makh S.A., Shcherban' E.M., Serdyukov K.V., Pestrikov M.M., Yanovskaya A.V., 2017

Толыпина Н.М., д-р техн. наук, проф.,
Щигорева Е.М., магистрант,
Головин М.В., магистрант,
Щигорев Д.С., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СУЛЬФАТОСТОЙКОСТЬ БЕТОНА НА ОСНОВЕ ХИМИЧЕСКИ АКТИВНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ НЕФЕЛИНСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД*

Tolypina.n@yandex.ru

К слабому звену материалов конгломератной структуры относятся контактные поверхности, так как именно они доступны для диффузии агрессивных агентов вглубь материала. Снизить проводимость контактных поверхностей можно путем использования активных заполнителей, которые взаимодействуя с цементной матрицей по различным механизмам, уменьшают проницаемость контактных поверхностей, что повышает долговечность материалов. Химически активные заполнители взаимодействуют с гидроксидом кальция жидкой фазы бетона с образованием гидросиликатов кальция тоберморитовой группы, что кольматирует контактные поверхности и замедляет (тормозит) диффузию агрессивных компонентов внешней среды вглубь материала. Экспериментальные исследования показали, что активные заполнители положительно влияют на коррозионную стойкость бетона. Авторами, на основе сравнительных исследований установлены преимущества цементных бетонов на химически активном (уртит) заполнителе по сравнению с обычным (кварцевый песок).

Ключевые слова: уртиты, мелкозернистый бетон, сульфатная коррозия, коррозионная стойкость.

Введение. К основным способам повышения долговечности строительных материалов гидратационного твердения относится уменьшение количества алюминатов в цементном клинкере, применение минеральных добавок, связывающих гидроксид кальция, и уменьшение пористости бетона [1–5]. Повысить диффузионное сопротивление проникновению агрессивных ионов можно при помощи активных заполнителей за счет снижения проводимости контактной зоны [6–8]. В нормальных условиях химической активностью по отношению к $\text{Ca}(\text{OH})_2$ жидкой фазы бетона обладают заполнители из вулканических горных пород, шлака и др. Однако, заполнитель из шлака повышает водопотребность бетонной смеси, что приводит к снижению эффекта активного заполнителя [9, 10]. В этой связи вызывает интерес исследование способа повышения коррозионной стойкости бетона благодаря использованию заполнителей на основе уррита. К уникальным свойствам урритов относится то, что они отличаются от апатитонефелиновых руд только количественным соотношением минералов. Ориентировочные запасы урритов в пределах известных апатитовых месторождений Хибинского массива составляют несколько десятков млрд.т.

На основе термодинамических расчетов [11] установлено, что нефелин характеризуется повышенной химической активностью по отношению к $\text{Ca}(\text{OH})_2$, содержащимся в жидкой фазе бетона,

что относит его к химически активным заполнителям. В работе [12] изучена стойкость бетонов на нефелинсодержащем заполнителе в условиях подземных выработок рудников. На основе расчетов [11] установлен ряд сравнительной активности различных минералов как компонентов заполнителей бетонов: нефелин > стеклообразный волластонит > кварц > микроклин > альбит > анортит > кристаллический волластонит. Это показывает, что нефелин обладает повышенной химической активностью по отношению к $\text{Ca}(\text{OH})_2$, что явилось основанием для выбора уррита (нефелинсодержащей породы) в качестве химически активного заполнителя. Этому вопросу посвящается данная работа.

Методика. Для исследований коррозионной стойкости использовали образцы 2,5х2,5х10 см состава Ц:П=1:3, в качестве вяжущего использовали портландцемента ЦЕМ I 42,5 Н (ЗАО «Белгородский цемент»). После испытаний в агрессивных средах в течение 1, 3, 6 и 12 мес образцы подвергали внешнему осмотру, испытывали на прочность при сжатии и изгибе, определяли состав (РФА) и микроструктуру корродированной зоны (РЭМ) [13, 14]. Эталонном служили составы на Курском кварцевом песке карьера «Майская Заря» с модулем крупности $M_{кр}=1,65$; полный остаток на сите № 063–16,7 %; содержание пылевидных и глинистых примесей – 1,5 %; насыпная

плотность – 1473 кг/м³; значение удельной эффективной активности естественных радионуклеидов – 12,0 Бк/кг.

Основная часть. Минеральный состав уртитов характеризуется постоянством, при этом среднее содержание нефелина составляет 71,3 %, эгирина – 16,4 %, полевого шпата – 6,2 %, сфена – 2,8 %, в небольших количествах присутствуют титаномagnetит, апатит, слюда, содалит,

натролит и др. Содержание в породах SO₃ не более 0,18 %, содержание растворимого кремнезема – 20 ммоль/л, что относит уртиты к нереакционноопасным по отношению к щелочам цемента. Уртит обладает высокими физико-механическими показателями: дробимостью не менее 1200, высокой прочностью при сжатии (160 МПа) и морозостойкостью (не менее 300 циклов), низким водопоглощением (0,17 %).

Фазовый состав уртитов приведен на рис. 1.

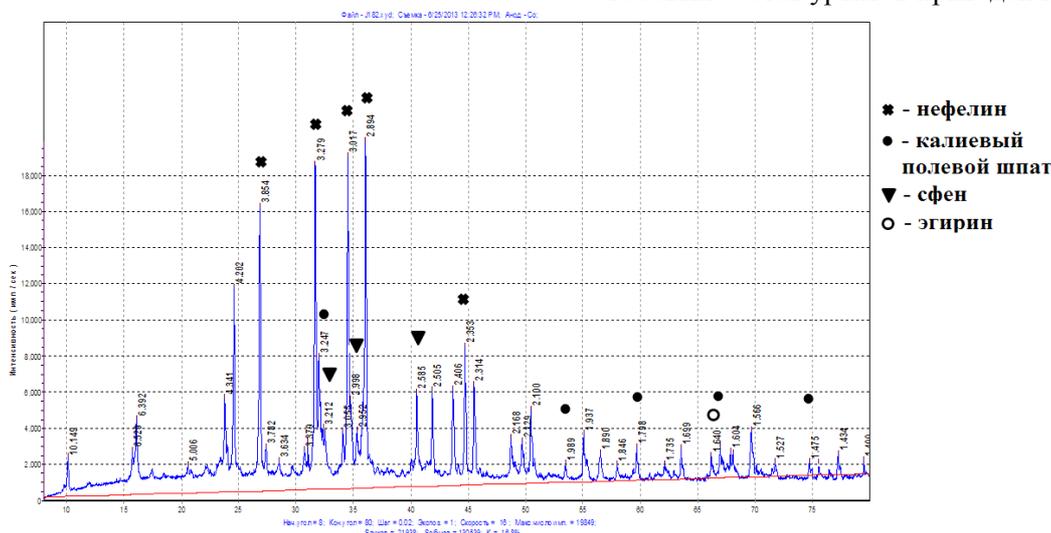


Рис. 1. Рентгенограмма уррита

Рентгенограмма уррита показывает наличие нефелина (3,85; 3,27; 3,01; 2,89; 2,35 Å); калиевого полевого шпата (3,24; 1,98; 1,79 Å); сфена (3,20; 2,59; 2,98; 2,26 Å); эгирина (2,66 Å).

На поверхности уррита содержатся преимущественно положительно заряженные центры, что обусловлено содержанием катионов алюминия в породе. Это приводит к тому, что в зоне контакта формируется в основном прослойка из гидросиликатов кальция с отрицательно заряженной поверхностью, что можно наблюдать на рис. 2, где по контакту заполнителя с цементной матрицей расположен слой гидросиликатного геля толщиной 1–2 мкм (рис. 2).

Из результатов испытаний образцов мелкозернистого бетона следует, что уртиты повышают коэффициент стойкости и прочность бетона, твердеющего в 1 %-м растворе сульфата магния (рис. 3), в сравнении с кварцевым песком.

После 6 мес испытаний прочность при изгибе возрастает на 43 % (R_{изг}), а при сжатии на 46 % (R_{сж}). Раствор MgSO₄ более агрессивен по отношению к бетону на кварцевом песке, при твердении от 3 до 6 мес наблюдалось снижение прочности при изгибе, при этом предел прочности при сжатии не изменился в этом интервале сроков (рис.3). К году испытаний образцы всех составов не имели трещин или других видимых

признаков разрушения. Процесс коррозии в магнезиальных средах сопровождается формированием пленки гидроксида магния на поверхности бетона, за счет взаимодействия MgSO₄ с Ca(OH)₂, диффундирующим к поверхности из бетона. Следует отметить значительную разницу по прочности бетона на уртите и бетона контрольного состава до и после испытаний в растворе MgSO₄. Прочность при сжатии бетона на уртитовом заполнителе превосходила в 2–3 раза, а прочность при изгибе в 1,7–2 раза прочность бетона на кварцевом песке. Коэффициент стойкости составил KС₃₆₀=1,02, что выше 1,3–3,2 раза коэффициента стойкости бетона на кварцевом песке.

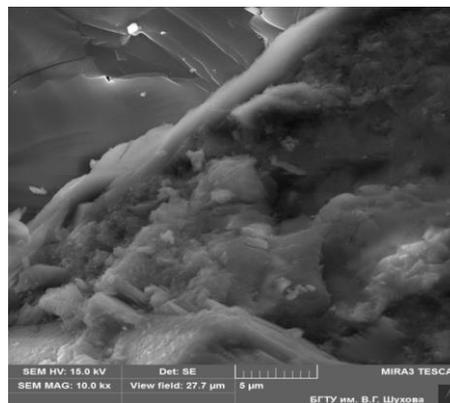


Рис. 2. Контактная зона цементный камень – уртит (180 сут твердения в н.у.)

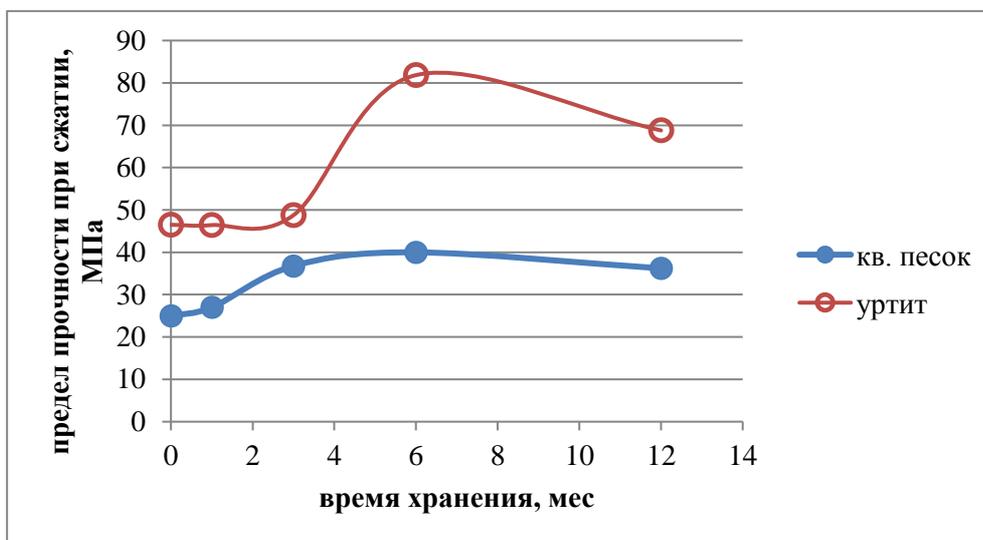
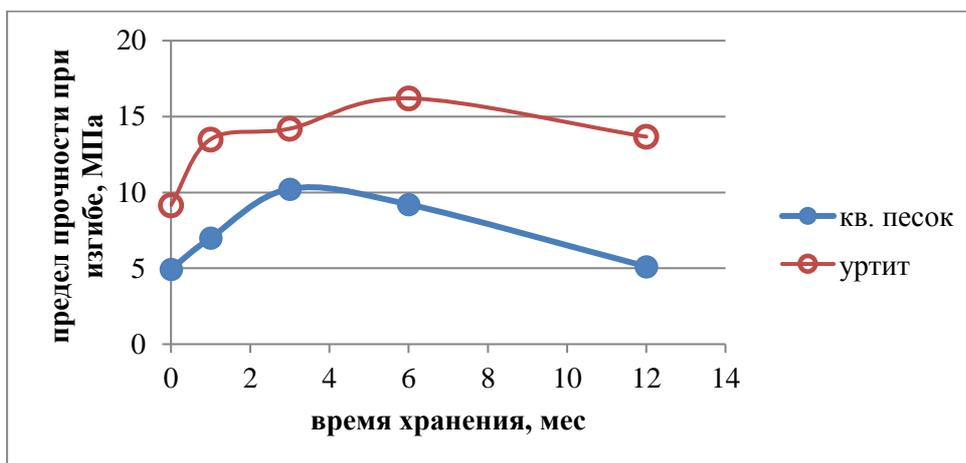


Рис. 3. Кинетика прочности образцов мелкозернистого бетона на уртитовом заполнителе, твердеющего в 1%-ном растворе $MgSO_4$

Рассмотрим рис. 4 (а), где показана частица уррита, а на рис. 4 (б) – участок контактной зоны в корродированном слое, увеличенный в 10 раз. Анализируя микрофотографии можно увидеть, что между частицей уррита и цементным камнем наблюдается прочный контакт, представленный тонким слоем гидратных фаз, образующихся в

результате взаимодействия поверхности заполнителя с гидроксидом кальция. Показано, что контактная зона не подвержена коррозионным процессам из-за слабой проницаемости для агрессивных агентов. При этом трещины, образованные деструктивными коррозионными процессами, образуются в цементном камне, что четко видно на рис. 4 (а).

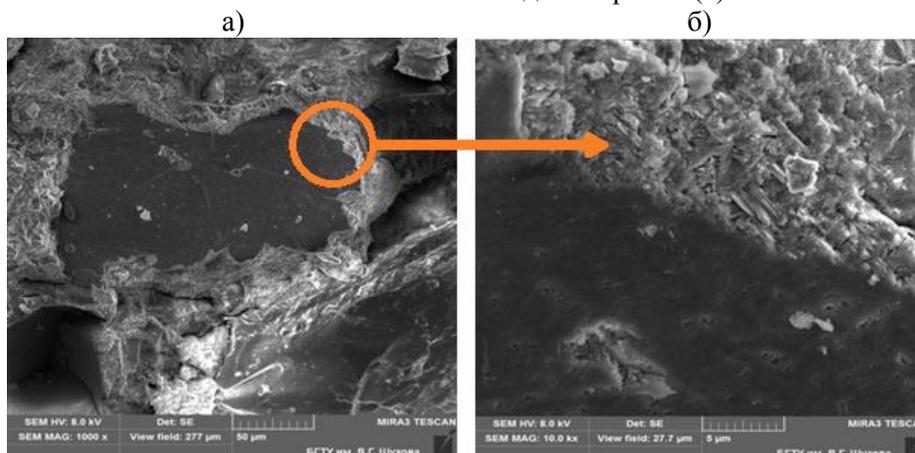


Рис. 4. Контактная зона между уртитом и цементным камнем (р-р $MgSO_4$, 360 сут)

Таким образом, заполнитель из уррита, благодаря повышенной активности по отношению к гидроксиду кальция в сравнении с кварцевым песком, выполняет роль химически активного заполнителя, обеспечивая кольматацию крупнокапиллярных пор на поверхности раздела заполнителей с цементной матрицей бетона, что способствует повышению коррозионной стойкости цементных бетонов.

Выводы. Химически активные заполнители на основе уррита обладают повышенной активностью по отношению к гидроксиду кальция, содержащимся в жидкой фазе бетона, что вызывает кольматацию крупно капиллярных пор и тем самым повышает коррозионную стойкость цементных бетонов в растворах сульфатов натрия и магния.

Коррозионная стойкость мелкозернистого бетона на основе уррита выше в 1,3–2,6 раза, по сравнению с бетоном на кварцевом песке в условиях солевой сульфатной агрессии высокой интенсивности. Это обусловлено снижением проводимости контактных поверхностей между цементной матрицей и заполнителем благодаря химическому сродству породообразующего минерала нефелина к гидроксиду кальция.

Рентгенофлуоресцентный анализ корродированных образцов подтвердил особенности поведения бетонов на активных заполнителях в агрессивных средах. Исследования контактной зоны заполнитель–цементный камень с помощью РЭМ показали, что в бетоне на уррите меньше образуются продуктов коррозии, чем в бетоне на кварцевом песке.

**Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Гузев Е.А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. Под общей редакцией В.М. Москвина. М.: Стройиздат, 1980. 536 с.
2. Штарк И., Вихт Б. Долговечность бетона. Киев: Оранта. 2004. 301 с.
3. Мюллауэр В., Бедду Р., Хайнц Д. Механизмы воздействия сульфатов на бетон: факторы химической и физической устойчивости // Цемент и его применение. 2013. № 9. С. 34–43.
4. Рахимбаев Ш.М., Смирнова, Е.Н., Хахалева Е.Н. О влиянии минерального состава на кинетику твердения цементного камня // Вклад ученых и специалистов в национальную экономику: сб. науч. тр. Междунар. конф., Брянск: Изд-во БГИТА, 2005. Т. 1. С. 188–191.
5. Рахимбаев Ш.М., Хахалева Е.Н. Закономерности кинетики химической коррозии

камня из портландцемента // Композиционные строительные материалы. Теория и практика: матер. Междунар. науч.-техн. конф., Пенза: ПГАСА, 2001. Ч. 2. С. 66–68.

6. Хахалева Е.Н. Исследование коррозионной стойкости цементного камня в отходах сахарного производства // Рациональные энергосберегающие конструкции, здания и сооружения в строительстве и коммунальном хозяйстве: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2002. Ч.2. С. 225–228.

7. Хахалева Е.Н. Влияние вида заполнителя на коррозионную стойкость бетона // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова: Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии, посвященного 150-летию В.Г. Шухова: матер. Междунар. конгресса., Белгород: Изд-во «Один Мир». 2003. №5. Ч. 1. С. 162–164.

8. Rakhimbayev Sh.M., Tolykina N.M., Khakhaleva E.N. Ways Of Strengthening Filler Coupling With Cement Concrete Matrix. International Journal of Applied Engineering Research (IJAER). 2015. №10 (24). P.45069–45074.

9. Хахалева Е.Н., Топчиев А.И. Подбор оптимального грансостава заполнителя из доменного шлака для мелкозернистого бетона // Современные проблемы строительного материаловедения: матер. III Междунар. науч.-практ. конф. школы-семинара молодых ученых, аспирантов и докторантов, Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2001. Ч.1. С. 108–110.

10. Рахимбаев Ш.М., Хахалева Е.Н. Влияние вида заполнителя на коррозионную стойкость бетона в сточных водах, содержащих смеси органических кислот // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2005. № 9. С. 192–194.

11. Рахимбаев И.Ш., Толыпина Н.М. Термодинамический расчет активности в щелочной среде минералов, входящих в состав заполнителей бетонов // Вестник Центрального Регионального отделения: мат-лы Академических научных чтений «Науч. и инженер. пробл. строит.-технол. утилизации техногенных отходов». Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. Вып.13. С.174–178.

12. Белогурова Т.П., Крашенинников О.Н. Утилизация вскрышных пород Хибинских апатитонефелиновых месторождений в строительстве // Строительные материалы. 2004. №7. С. 32–35.

13. Хахалева Е.Н. Исследование коррозионной стойкости цементного камня в сточных водах предприятий пищевой промышленности // Повышение качества среды жизнедеятельности

города и сельских поселений архитектурно-строительными средствами: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2005. С. 252–256.

14. Рахимбаев Ш.М., Толыпина Н.М. Методы оценки коррозионной стойкости цементных композитов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 3. С.23–24.

Информация об авторах

Толыпина Наталья Максимовна, д.т.н., проф. кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

E-mail: Tolypina.n@yandex.ru

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

Щигорева Евгения Максимовна, магистрант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

E-mail: Tolypina.n@yandex.ru

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

Головин Максим Васильевич, магистрант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

E-mail: Tolypina.n@yandex.ru

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

Щигорев Дмитрий Сергеевич, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

E-mail: Tolypina.n@yandex.ru

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

Поступила в июне 2017 г.

© Толыпина Н.М., Щигорева Е.М., Головин М.В., Щигорев Д.С., 2017

Tolypina N.M., Shigareva E.M., Golovin M.V., Shigarev D.S.
SULPHATE RESISTANCE OF CONCRETE MADE FROM REACTIVE FILLER BASED ON NEPHELINE BEARING ROCKS

The weakest link of the materials conglomerate structures are the contact surface. That is what happens diffusion of aggressive agents into the material. To reduce the conductivity of the contact surfaces it is advisable to use the active fillers, which interact with the cement matrix for the different mechanisms, which reduces the permeability of the contact layer and helps increase the durability of products. Due to the interaction of chemically active fillers with the calcium hydroxide of the liquid phase of concrete formed calcium hydrosilicates tobermorite groups that collateral contact surface, which leads to deceleration (braking) of diffusion of aggressive components of the external environment into the porous material and the corrosion rate. Experimental verification confirmed the positive influence of active fillers on the corrosion resistance of concrete. The authors conducted a comparative study of the corrosion of cement concretes with normal aggregate (quartz sand) and chemically active (Artic).

Keywords: *urtites, fine concrete, sulfate corrosion, corrosion resistance.*

Information about the authors

Tolypina Nataliy Maksimovna, DSc, Professor

E-mail: Tolypina.n@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Shigareva Evgeniya Maksimovna, undergraduate

E-mail: Tolypina.n@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Golovin Maksim Vasilievich, undergraduate

E-mail: Tolykina.n@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Shigarev Dmitri Sergeevich, Research assistant.

E-mail: Tolykina.n@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in June 2017

© Tolykina N.M., Shigareva E.M., Golovin, M.V., Shigarev D.S., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c5892fe38.35639609

Дребезгова М.Ю., инж.,
Чернышева Н.В., д-р техн. наук, проф.,
Шаталова С.В., магистр, инж.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

КОМПОЗИЦИОННОЕ ГИПСОВОЕ ВЯЖУЩЕЕ С МНОГОКОМПОНЕНТНЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ РАЗНОГО ГЕНЕЗИСА*

mdrebezgova@mail.ru

В данной статье для проектирования водостойких композиционных гипсовых вяжущих предложены новые виды энергетически насыщенных за счет геологических и техногенных процессов тонкодисперсные минеральные добавки, существенно отличающиеся от традиционно применяемого кварцевого сырья – отходы мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов, нанодисперсный порошок кремнезема, мел и исследована возможность их совместного использования.

Ключевые слова: композиционные гипсовые вяжущие, многокомпонентные минеральные добавки, эксплуатационные характеристики.

Для повышения эффективности технологий возведения объектов архитектурно-строительного назначения, необходимо создание композитов нового поколения, обеспечивающих высокие эксплуатационные характеристики – прочность, водостойкость и морозостойкость, отвечающих требованиям по долговечности, энергоэффективности, экологичности и при этом создающих комфортность среды обитания. Предпочтительными для этих целей, по сравнению с другими вяжущими, являются композиционные гипсовые вяжущие (КГВ), положительные свойства которых (хорошая огнестойкость, звукоизолирующие свойства, разный уровень марочной прочности, низкие значения плотности и теплопроводности и др.) позволяют применять их в архитектурно-строительных системах, особенно при возведении малоэтажных зданий, и внести в реализацию национальной программы «Доступное и комфортное жилье» реальный вклад [1–4]. Изготовление и применение КГВ требуемого качества возможно за счет введения минеральных пуццолановых добавок, которые снижают концентрацию CaO в гипсоцементной системе, твердеющей без опасных внутренних напряжений. В результате сложных физико-химических процессов, происходящих в процессе твердения КГВ, образуются новые гидратные соединения (по сравнению с гипсовым вяжущим), влияющие на основные свойства вяжущего и приближающие его к портландцементу [5–10].

В ранее выполненных исследованиях [11] была обоснована возможность получения КГВ с использованием отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов (отходов ММС), отличающихся полиминеральным составом и наличием реакционно-способных разновидностей основного порообразующего минерала –

кварца, в качестве минеральной добавки. Но, несмотря на потенциальные возможности указанного вяжущего, необходимо обеспечение еще более высоких эксплуатационных характеристик – прочности и водостойкости, обеспечивающих комфортную среду обитания человека, что возможно только при использовании многокомпонентных систем.

Исходя из вышеизложенного, необходимо научное обоснование и создание составов высокоэффективных КГВ с учетом особенностей сырьевых компонентов, а также их совместимости, для обеспечения требуемых эксплуатационных характеристик архитектурно-строительных систем

Основная часть. В работе для проектирования водостойких КГВ предложены новые виды энергетически насыщенных за счет геологических и техногенных процессов тонкодисперсные минеральные добавки, существенно отличающиеся от традиционно применяемого кварцевого сырья – отходы мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов, нанодисперсный порошок кремнезема (НДП), мел и исследована возможность их совместного использования.

Крупнотоннажные отходы мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов отличаются полиминеральным составом с содержанием в них кварца различной степени кристалличности более 70 %. Химический состав отходов ММС (в % по массе) : SiO₂ – 77,7; Al₂O₃ – 0,7; Fe_{о6} – 10,2; MgO – 2,26; CaO – 1,67; SO₃ – 0,127; CO₂ – 3,63; P₂O₅ – 0,025.

Исследовали нанодисперсный порошок кремнезема, полученный из природных гидротермальных источников вулканогенных областей путем концентрирования с применением ультрафильтрационных мембран с последующей крио-

химической вакуумсублимационной сушкой золь кремнезема, способом – разработанным профессором Потаповым В.В. [12] Средний диаметр частиц нанодисперсного порошка составил 7,6 нм, удельная поверхность, определенная путем низкотемпературной адсорбции азота на порометре ASAP-2010 N Micromeritics) 156000 м²/кг, насыпная плотность – 35 кг/м³, средний дзета-потенциал (ζ) поверхности наночастиц – -35,0 мВ. Химический состав НДП кремнезема (в % по массе): SiO₂ – 99,7; Al₂O₃ – 0,173; CaO – 0,034; Na₂O – 0,034; K₂O – 0,069.

Мел технический дисперсный марки МТД-2 с остатком на сите № 014 не более 0,8 %, содержанием CaCO₃ не менее 96 %, применяли в качестве микронаполнителя

В исследованиях устанавливали возможность и эффективность применения нано- и микродисперсных минеральных добавок (НДП и мела) для обеспечения еще более высоких эксплуатационных характеристик известного КГВ с отходами ММС. Помол отходов ММС осуществляли в лабораторной шаровой мельнице. Ранее было установлено [11], что для получения КГВ удельная поверхность отходов ММС не должна

превышать 600 м²/кг, поэтому в работе их помол осуществляли до S_{уд}=500 м²/кг (рис. 1).

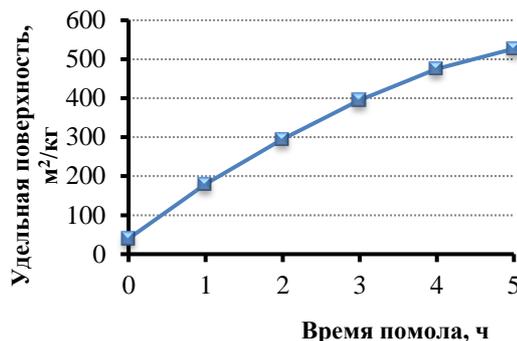


Рис. 1. Кинетика помола отходов ММС

Анализ гранулометрического состава применяемых минеральных добавок показал: тонкомолотые до S_{уд}=500 м²/кг отходы ММС имеют гетерогенную гранулометрию с полимодальным распределением частиц размером от 134,5 до 0,22 мкм, с наличием трех ярко выраженных пиков в области средних и мелких частиц (8,16...0,74 мкм) с достаточно большим их массовым соотношением (до 40 %) и развитой шероховатой поверхностью, что способствует уплотнению микроструктуры твердеющей матрицы (рис. 2).

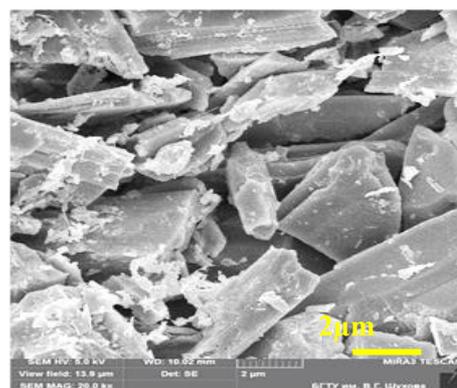
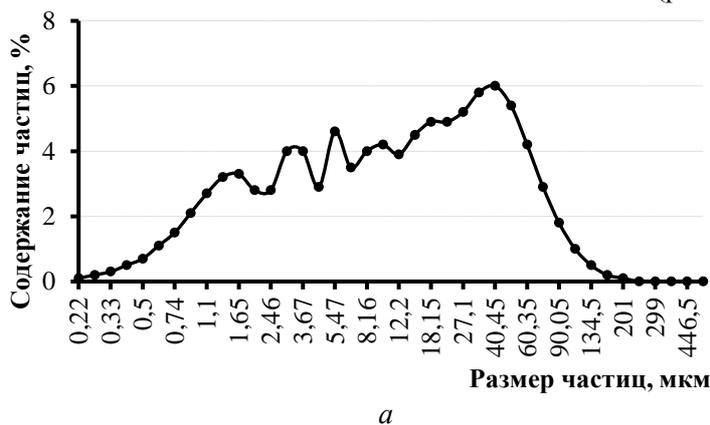


Рис. 2. Распределение частиц (а) отходов ММС и морфология их поверхности (б)

Нанодисперсный порошок кремнезема (НДП) имеет полимодальное распределение частиц размером 5–100 нм (рис. 3).

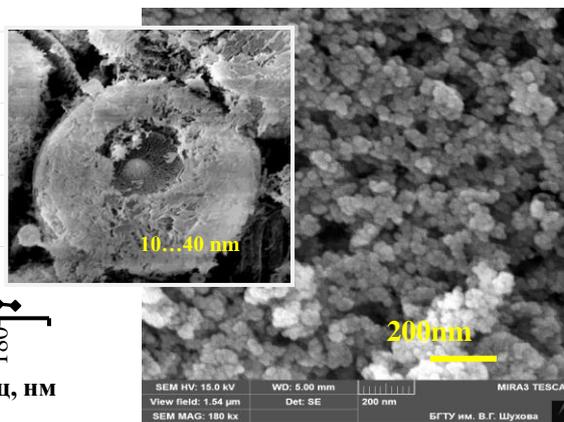
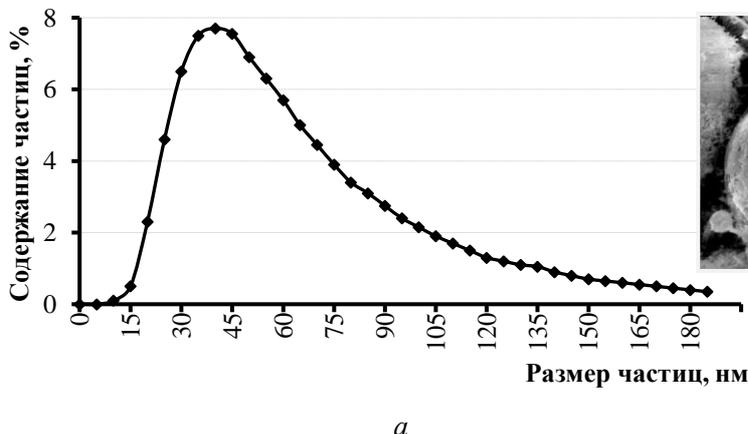
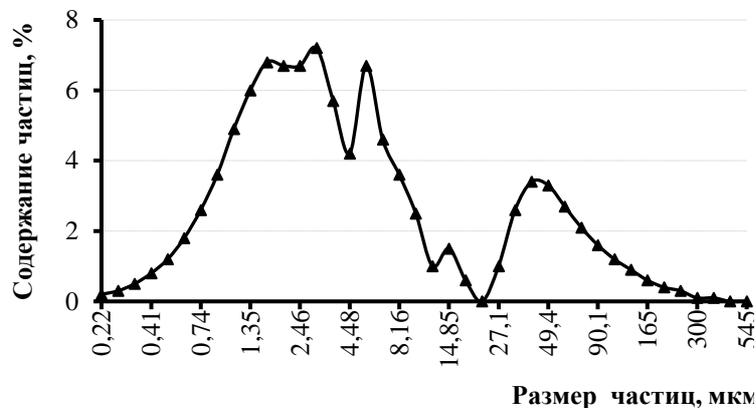
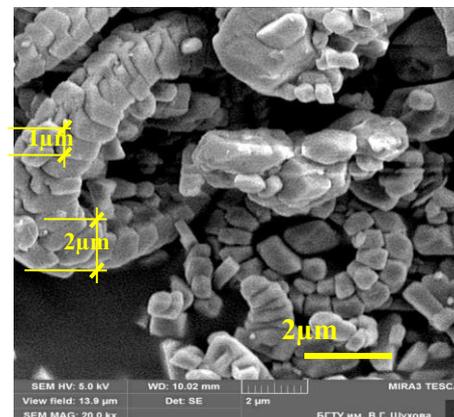


Рис. 3. Распределение частиц (а) НДП и морфология их поверхности (б)

Сферическая форма их частиц с пористо-сетчатой структурой и полостями в центральной части, а также хлопьями толщиной 0,1–0,2 мкм, обуславливает их высокую пуццолановую активность и уникальную способность мгновенно связывать $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с образованием малорастворимых гидросиликатов кальция.



а



б

Рис. 4. Распределение частиц (а) мела и морфология их поверхности (б)

Пористая микроструктура и пространственное строение частично поврежденных кольцевидных и трубчатых образований мела, сложенных из сегментов размерами 1...5 мкм правильной формы. Множество активных центров в зоне разлома повышают его активность, что способствует росту прочности КГВ и подтверждается результатами исследования их физико-механических свойств.

Опытным путем подбирали количество НДП в составе КГВ при условии, чтобы на пятые сутки концентрация CaO в водных суспензиях полуводного гипса, портландцемента и активных минеральных добавок (отходы ММС + НДП), не превышала 1,1 г/л, а на седьмые сутки была менее 0,85 г/л, в соответствии с ТУ 21-31-62-89 «Гипсоцементно-пуццолановое вяжущее» (табл. 1).

Таблица 1

Изменение концентрации CaO в водной суспензии КГВ

№ п/п	Материалы, г				Концентрации CaO в р-ре, г/л, через:	
	Гипс	ПЦ	Отходы ММС	НДП	5 суток	7 суток
1	4	2,5	1,25	-	1,149	1,031
2	4	2,5	2,5	-	1,113	0,865
3	4	2,5	2,5	0,075	1,088	0,847
4	4	2,5	2,5	0,123	1,083	0,834

Было установлено, что дополнительное введение в состав КГВ с отходами ММС (на Г-5, при соотношении ПЦ/отходы ММС=1:1) нанодисперсного порошка в количестве 0,45 % (по массе), способствует дальнейшему снижению концентрации CaO в растворах до требуемых пределов (через 5 суток составила 1,088 г/л; через 7 суток – 0,847 г/л) и стабильности затвердевшего вяжущего что подтверждается результатами исследования их физико-механических свойств.

Происходит ускорение начальной стадии твердения КГВ, повышение его активности (в 2...3 раза) и прочности (до 40 %) затвердевших образцов в 28 суточном возрасте, причем зависимость прочности от массового процента НДП

кремнезема носит немонокотный характер (рис. 5).

В работе исследовали влияние мела на свойства КГВ с отходами ММС (на Г-5). Была установлена оптимальная дозировка мела (1,5 % от массы КГВ), выступающего в качестве центров кристаллизации и микронаполнителя, уплотняющего структуру и позволяющего повысить прочность вяжущего (на 15...20 %) в ранние сроки твердения (рис. 6).

Опираясь на полученные результаты исследований, приготовление водостойкого КГВ осуществляли в несколько этапов. Первоначально получали минеральный модификатор вяжущего (ММВ). Для этого в лабораторной шаровой мель-

нице отходы ММС мололи до $S_{уд}=500 \text{ м}^2/\text{кг}$, а затем домальвали (5, 10 и 15 мин), совместно с ПЦ (в соотношении 1:1) и мелом (1,5 % от массы

КГВ) и определяли оптимальное время его приготовления.

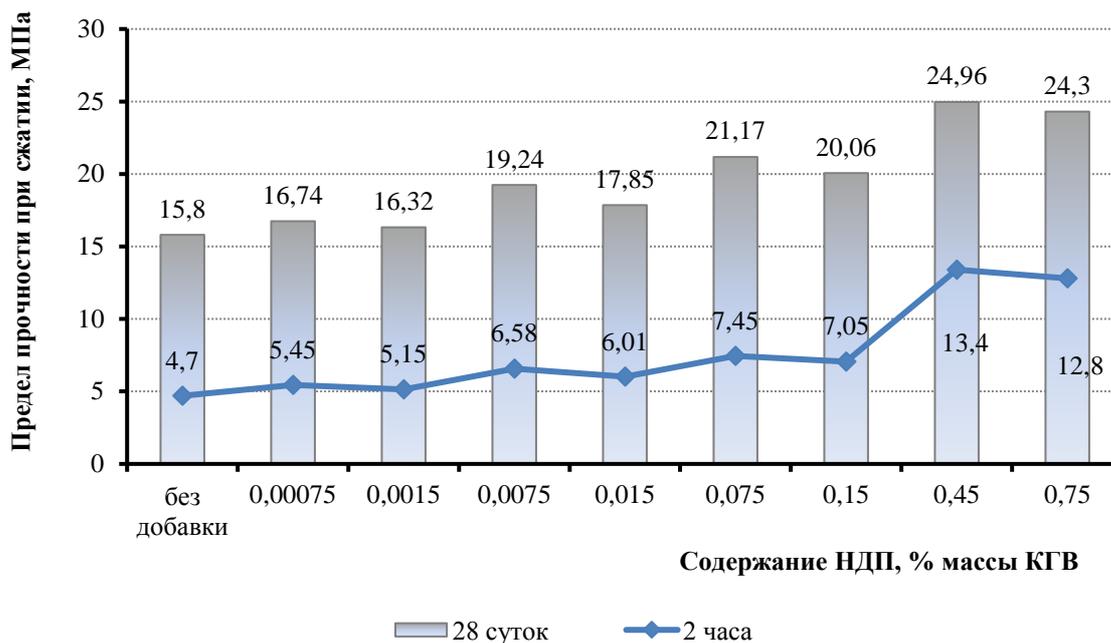


Рис. 5. Изменение прочности КГВ от содержания НДП кремнезема

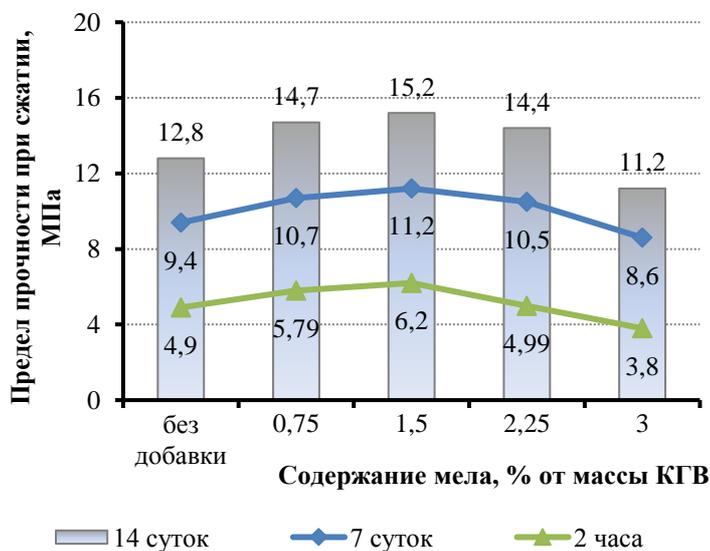


Рис. 6. Изменение прочности КГВ от содержания мела

В результате проведенных исследований было установлено, что при домале компонентов ММВ в течение 5 мин наблюдается повышенное содержание крупных частиц бинарной минеральной добавки с развитой шероховатой поверхностью, что связано с разрушением порообразующих минералов отходов ММС и мела (рис.7-а).

Увеличение времени домала ММВ до 10 мин способствует уменьшению размеров и некоторому усреднению его зерен за счет постепенного истирания и измельчения мела, портландцемента, и крупных частиц отходов ММС полиминерального состава, выступающих своеобразными дополнительными мелющими телами. Наблюдается частичное агрегирование частиц (рис. 7-б).

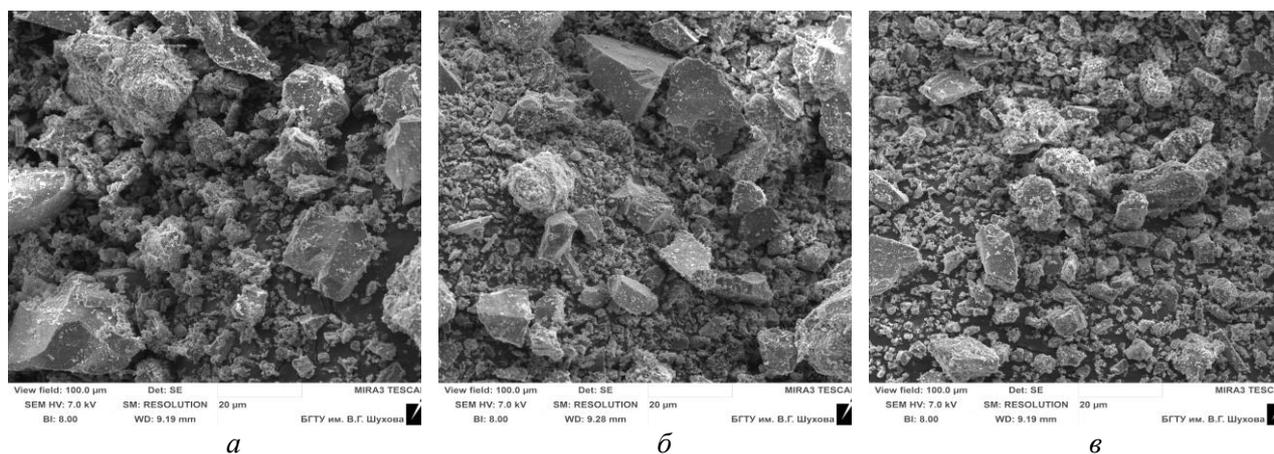


Рис. 7. Морфология поверхности, размер и характер частиц ММВ, полученные при помоле компонентов в течение: а – 5 мин; б – 10 мин; в – 15 мин

При домоле в течение 15 мин происходит прирост удельной поверхности ММВ за счет более тонкого измельчения зерен мела, портландцемента и отходов ММС (представленных кварцем различного генезиса), значительно сокращается количество крупных включений. Измельченные частицы компонентов ММВ собираются в отдельные скопления в виде цепочек, агрегатов шарообразной формы, и наблюдается более выраженное вторичное агрегирование частиц (рис. 7-в).

Домол ММВ в течение 10 и 15 мин является неэффективным из-за повышенного содержания мелких частиц и их вторичного агрегирования, способствующего повышению водопотребности бетонной смеси и увеличению энергозатрат. Наиболее целесообразным является совместный домол ММВ в течение 5 мин, что согласуется с данными по прочности (табл. 2).

Таблица 2

Показатели свойств минерального модификатора вяжущего

Время помола, мин	Удельная поверхность, м ² /кг	Удельная поверхность на приборе Сорби-М (4-точечный метод БЭТ), м ² /г	Средний размер частиц, мкм	НГ	Предел прочности при сжатии МПа, через	
					7 суток	28 суток
5	357	2,3±0,2	5,4	0,29	22,3	36,2
10	392	2,6±0,2	5,1	0,30	21,5	34,3
15	439	2,9±0,2	4,8	0,31	19,8	31,2

Полученное соотношение компонентов вяжущего было положено в основу расчета состава КГВ (% по массе): гипсовое вяжущее – 68,05, портландцемент – 15, тонкомолотые отходы ММС – 15, НДП кремнезема – 0,45, мел – 1,5.

На следующем этапе исследований для повышения эффективности КГВ в течение 3 мин осуществляли совместное перемешивание ММВ с гипсовым вяжущим, включающим β-полугидрат сульфата кальция (Г-5) и α-полугидрат сульфата кальция (Г-16). Определяли их гранулометрический состав, рациональное соотношение и влияние на физико-механические свойства затвердевшего КГВ (рис. 8). Было выявлено, что у КГВ, содержащего в составе гипсового вяжущего 70 % Г-5 и 30 % Г-16 наблюдаются

наибольшее смещение графика в сторону уменьшения размеров частиц с увеличением количества более тонкой фракции, с наличием четырех ярко выраженных пиков: 1 – в области частиц 13,4...16,3 мкм; 2 – 7,34...8,97 мкм; 3 – 4,92...6,01 мкм и 4 – 1,81...3,3 мкм.

Повышение содержания частиц размерами 8,97...1,81 мкм, уплотняющих структуру, приводит к снижению объема пустот между ними, ускорению процесса структурообразования искусственного гипсоцементного камня и увеличению предела прочности на сжатие в ранние сроки твердения до 20 %, со значениями в 28 суточном возрасте до 26,0 МПа (табл. 3).

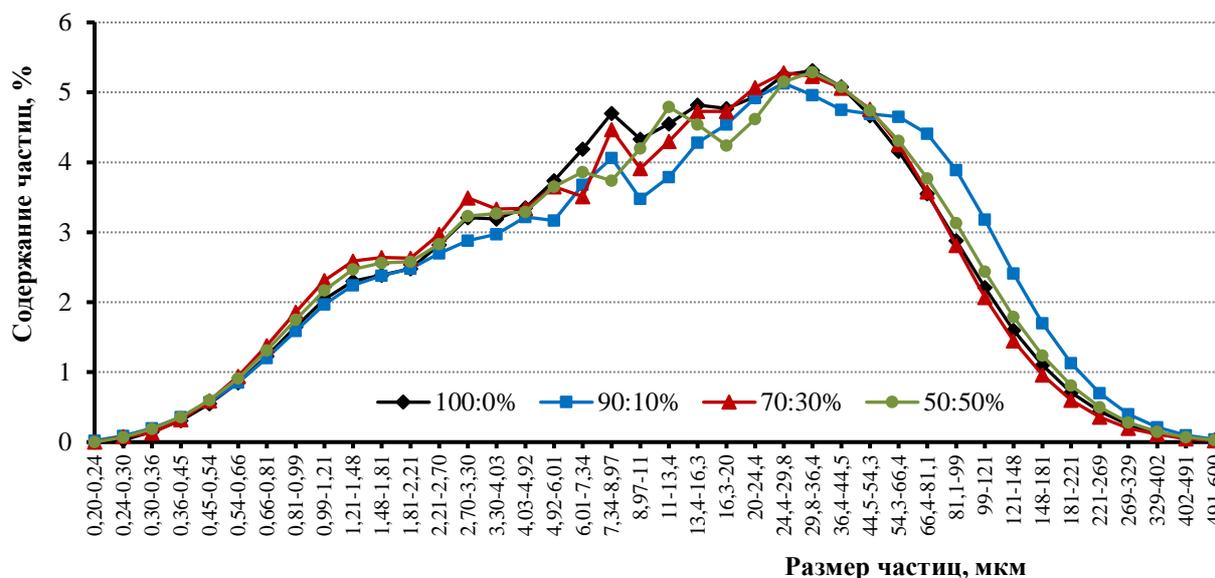


Рис. 8. Гранулометрический состав КГВ с различным соотношением Г-5 и Г-16

Таблица 3

Составы и основные свойства гипсовых вяжущих и КГВ

№ п/п	Состав гипсовых вяжущих и КГВ на их основе, % по массе:						В/Вяз	Расплав, м	Сроки схватывания мин, с		Прочность на сжатие, МПа, в сроки			Кр	
	ГВ		Ц	ММС	НДП	Мел			начал	о	конец	2 ч	7 сут		28 сут
	Г-5	Г-16													
1	100	-	-	-	-	-	0,5	0,180	6-30	10-30	5,9	-	-	0,34	
2	70	-	15	15	-	-	0,5	0,175	6-30	9-00	5,4	10,5	16,4	0,76	
3	68,05	-	15	15	0,45	1,5	0,5	0,100	4-00	4-30	6,3	7,1	17,2	0,78	
4	61,25	6,80					0,5	0,115	4-15	4-55	7,3	8,0	18,6	0,82	
5	47,64	20,41	15	15	0,45	1,5	0,46	0,115	5-45	6-15	7,7	9,0	26,0	0,89	
6							0,5	0,145	6-20	6-50	7,5	8,4	21,6	0,87	
7							0,55	0,200	7-30	8-00	5,2	6,8	14,2	0,85	
8	34,02	34,02					0,5	0,190	7-00	7-30	6,8	7,3	17,1	0,82	

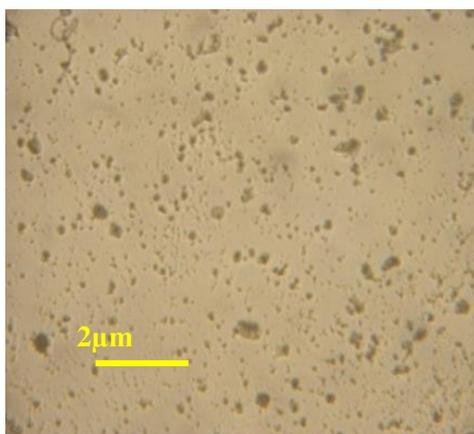


Рис. 9. Распределение частиц НДП в водной суспензии

приготовления гипсоцементной смеси объеме воды с помощью ультразвукового лабораторного смесителя (рис. 9), что способствует равномерному распределению компонентов КГВ и оптимизации их гранулометрического состава, а также ускорению процесса структурообразования. Затем полученную суспензию НДП кремнезема смешивали с предварительно подготовленным КГВ, включающим рациональное количество β-полугидрата сульфата кальция (Г-5), α-полугидрата сульфата кальция (Г-16) и ММВ. Время перемешивания полученной гипсоцементной смеси должно составлять не менее 30 с. Отдельное приготовление суспензии НДП кремнезема решает вопрос сохранности свойств КГВ при хранении, а также позволяет использовать стандартное оборудование для приготовления бетонных смесей на КГВ.

На третьем этапе исследований оптимизацию состава и структуры КГВ осуществляли путем дополнительного введения в его состав НДП кремнезема (0,45 % от массы КГВ). Перемешивание (3 минуты) осуществляли в необходимом для

Выводы. Таким образом, достигнутый уровень физико-механических показателей полученного КГВ соответствует требованиям к вяжущим, применяемым для объектов архитектурно-строительного назначения: коэффициент водостойкости составляет 0,82...0,89 со значениями предела прочности при сжатии до 26 МПа. При этом, ценным свойством активных минеральных добавок (отходов ММС и НДП кремнезема) является их пуццолановая активность, которая интенсифицирует процесс гидратации клинкерных минералов, способствуя связыванию $\text{Ca}(\text{OH})_2$, выделяющемуся при гидратации C_3S , оптимизирует структуру гипсоцементного камня. Более крупные частицы активной минеральной добавки отходов ММС выступают в качестве центров кристаллизации, а также выполняют роль микронаполнителя. Частицы мела выполняют роль микронаполнителя и выступают в качестве центров кристаллизации, способствуя ускорению гидратации алюминатов и образованию с ними различных соединений в начальные сроки твердения, а также повышая раннюю прочность и улучшая эксплуатационные характеристики затвердевшего гипсоцементного камня. Совместное введение в состав КГВ α - и β -полугидрата сульфата кальция (Г-5 и Г-16) способствует более раннему структурообразованию гипсоцементного камня.

**Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. М.: Изд. АСВ, 2006. 526 с.
2. Коровяков В.Ф. Перспективы производства и применения в строительстве водостойких гипсовых вяжущих и изделий // Строительные материалы. 2008. № 3. С. 65–67.
3. Гончаров Ю.А., Дубровина Г.Г., Губская А.Г., Бурьянов А.Ф. Гипсовые материалы и изделия нового поколения. Оценка энергоэффективности. Минск: Колорград, 2016. 336 с.
4. Рахимов Р.З., Халиуллин М.И. Состояние и тенденции развития промышленности гипсовых строительных материалов // Строительные материалы. 2010. № 12. С. 44–46.
5. Бурьянов А.Ф. Модификация структуры и свойств строительных композитов на основе сульфата кальция. Москва: Изд-во Де Нова, 2012. 196 с.
6. Коровяков В.Ф., Бурьянов А.Ф. Научно-технические предпосылки эффективного использования гипсовых материалов в строительстве // Жилищное строительство. 2015. № 12. С. 38–40.
7. Муртазаев С.А.Ю., Чернышева Н.В., Аласханов А.Х., Сайдумов М.С. Использование композиционных гипсовых вяжущих на техногенном сырье в производстве стеновых материалов // Труды Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова, Грозный, 2011. № 11. С. 169–176.
8. Lesovik V.S., Tschernyschova N.W., Drebezova M.Y. Нанодисперсное кремнезёмсодержащее сырьё для повышения эффективности быстротвердеющих композиционных вяжущих (Nanodisperse kiesel säure haltige Rohstoffe zur Verbesserung der Effizienz schneller härten der Bindemittel mischungen) // 2. Weimar Gypsum Conference–Weimar, 26–27 März, 2014. P. 259 – 266.
9. Murtazaiev S.A.Y., Saidumov M.S., Lesovik V.S., Chernysheva N.V., Bataiev D.K.S. Fine-grained cellular concrete creep analysis technique with consideration for carbonation // Modern Applied Science. 2015. Т. 9. № 4. С. 233–245.
10. Tschernyschova N.W., Lessowik W.S., Fischer H.B., Drebesgowa M.J. Gipshaltige kompositbindemittel – zukunft des ökologischen bauens* В сборнике: 19-te INTERNATIONALE BAUSTOFFTAGUNG IBAUSIL (Weimar, 16-18 сентября 2015 г.), Weimar: Institut für Baustoffkunde der Bauhaus-Universität, 2015. С. 699–706.
11. Дребезгова М.Ю., Евсюкова А.С., Чернышева Н.В., Потапов В.В. К вопросу управления процессами структурообразования композиционных гипсовых вяжущих // Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства: Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, д-ра техн. наук, проф. В. С. Лесовика (Белгород, 15-16 марта 2016 г.), Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. Ч. 1. С. 263 – 268.

Информация об авторах

Дребезгова Мария Юрьевна, инженер.

E-mail: mdrebezgova@mail.ru

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

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

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

E-mail: Chernysheva56@rambler.ru

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

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

Шаталова Светлана Вячеславовна, магистр.

E-mail: Chernysheva56@rambler.ru

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

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

Поступила в августе 2017 г.

© Дребезгова М.Ю., Чернышева Н.В., Шаталова С. В., 2017

Drebezgova M.Yu., Chernysheva N.V., Shatalova S.V.
**COMPOSITE GYPSUM BENDING WITH MULTICOMPONENT MINERAL ADDITIVES
OF DIFFERENT GENESIS**

In this article, new types of finely dispersed mineral additives energetically saturated due to geological and technogenic processes, which differ significantly from the traditionally used quartz raw materials - waste of wet magnetic separation of ferruginous quartzites, nanodisperse silica powder, chalk and the possibility of their joint use was investigated.

Keywords: *composite gypsum binders, multicomponent mineral additives, performance characteristics.*

Information about the authors

Drebezgova Maria Yuryevna, engineer.

E-mail: mdrebezgova@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Chernysheva Nataliy Vasilevna, DSc, Professor.

E-mail: Chernysheva56@rambler.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Shatalova Svetlana Vyacheslavovna, engineer.

E-mail: Chernysheva56@rambler.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in August 2017

© Drebezgova M.Yu., Chernysheva N.V., Shatalova S.V., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c58d1df44.27433944

¹Танг Ван Лам, аспирант,¹Булгаков Б.И., канд. техн. наук, доц.,¹Александрова О.В., канд. техн. наук, доц.,¹Ларсен О.А., канд. техн. наук, доц.,¹Нго Суан Хунг, аспирант,²Динь Хай Нам, аспирант¹Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет²Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat ENTPE

ПРИМЕНЕНИЕ РАСТВОРОВ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ

lamvantang@gmail.com

Рассматриваются проблемы, связанные с необходимостью повышения несущей способности грунта при возведении свайных фундаментов в условиях аллювиальных почв в поймах крупных рек, и предлагаются технологические и конструктивные решения, направленные на повышение надежности фундаментов и снижение их материалоемкости.

Описывается метод увеличения несущей способности свайных фундаментов за счет расширения нижнего конца буронабивной сваи путём подачи воды под высоким давлением с последующим нагнетанием раствора тонкодисперсного вяжущего вещества через пробуренные скважины в нижнюю часть ствола сваи для создания прочно-сплошной связи между ее нижним концом и грунтовым слоем гравия или щебня на дне свайного ствола.

Этот метод обладает высокой эффективностью в случае, когда нижняя часть сваи зацементирована в гравийном или скальном грунтах. Поскольку грунты, на которых расположен город Ханой (СРВ) по большей части слабые и рыхлые, то с помощью описанного метода можно повысить несущую способность свайных фундаментов при глубине их заложения от 40 до 65 м.

Ключевые слова: буронабивные сваи, тонкодисперсные вяжущие вещества, свайные фундаменты, несущая способность, уплотнение грунта, бетонные смеси, слабый грунт.

Введение. Ханой – столица Вьетнама и второй по численности населения город страны, которая постоянно растёт и скоро достигнет девяти миллионов жителей. Спрос на покупку жилья является весьма большим в крупных вьетнамских городах, в том числе и в Ханое, в котором в настоящее время широкое распространение получило строительство высотных зданий, а также большепролетных мостов, обширных подземных и многих других сооружений.

В работах [1, 2] сказано, что грунты Ханоя представляет собой пески, супеси, суглинки, а также болотистые и аллювиальные почвы Красной реки. Поэтому повышение несущей способности грунта является одной из важных задач, которую необходимо решать в ходе строительства при сооружении фундаментов высотных зданий и подземных сооружений. Особенно актуальной данная проблема становится если строительные участки расположены на аллювиальных почвах в поймах крупных рек.

В данной работе было проведено исследование возможности использования растворов тонкодисперсных вяжущих веществ для повышения несущей способности буронабивных свай во Вьетнаме.

Методология исследований. Интегрированный метод анализа с методом эксперимента.

Основная часть. На сегодняшний день известны различные способы повышения несущей способности грунтов при строительстве жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений, из которых наиболее эффективным является сооружение свайных фундаментов. Сваи можно применять на различных, главным образом слабых грунтах. Исключения составляют скальные и крупнообломочные грунты. С учетом того, что забивание свай ударным способом в условиях плотной городской застройки недопустимо из-за динамических воздействий на фундаменты близлежащих зданий, наиболее распространенными в последние годы являются буронабивные сваи. Причем, их стоимость может составлять до 40 % от общей стоимости всего сооружения [3]. Поэтому одной из актуальных задач является снижение стоимости работ по сооружению фундаментов на буронабивных сваях, что может быть достигнуто увеличением их несущей способности за счет расширения нижнего конца сваи с помощью растворов на основе тон-

кодисперсных вяжущих веществ. Это метод позволяет значительно снизить затраты на строительство высотных зданий и сооружений.

Технология буронабивных свай давно и успешно применяется в Европе и с начала 90-х годов XX века начала завоевывать российский рынок. В строительной практике Вьетнама эта технология используется уже более двадцати лет [4].

Буронабивные сваи, как следует из их названия, – это способ сооружения свай, который заключается в бурении скважин и последующим их заполнении бетонной смесью. При этом, бетонирование производится с применением металлической арматуры и как с использованием опалубки, так и без неё.

Применение традиционных свай при точечной застройке в условиях городского строительства часто вызывает разрушение и деформацию соседних зданий за счет большой динамической нагрузки, создаваемой при забивке свай. Кроме того, фундаменты высотных зданий в процессе эксплуатации должны выдерживать большие нагрузки, которым традиционные сваи не могут удовлетворять. Поэтому буронабивные сваи являются эффективным способом устройства свайных фундаментов, позволяющим решить эту проблему [5, 6].



Рис. 1. Буронабивные сваи при сооружении фундамента башни «DOLPHIN PLAZA» (Вьетнам)

Как и любой другой тип основания здания, ленточный фундамент с буронабивными сваями имеет свои достоинства и недостатки. К положительным сторонам подобного основания можно отнести [9, 10]:

- достаточно высокую оперативность возведения, позволяющую ускорить процесс строительства;

- практически полную независимость от характеристик грунта, так как данный тип основания отлично подходит как для нормальной

буронабивные сваи в строительстве нашли широкое применение прежде всего в сфере обустройства опорных конструкций для зданий и сооружений различного назначения. В работе [7] описаны основные случаи использования буронабивных свай:

1. В городских условиях, где другие методы забивки свай могут оказать разрушающее динамическое воздействие на окружающие постройки.

2. В сильно заболоченных местностях или при наличии различных типов слабых грунтов, когда их несжимаемый слой расположен слишком глубоко.

3. При строительстве домов на крутом рельефе местности.

4. В случае строительства промышленных зданий и объектов, обладающих большой массой.

Экономически нецелесообразно возведение такого типа фундаментов при строительстве легких каркасных зданий или деревянных построек [7].

Для слабых рыхлых грунтов Ханоя буронабивные сваи – один из самых рациональных способов сооружения фундаментов при строительстве высотных зданий и других, в частности подземных сооружений. Диаметр таких свай составляет 0,8 -2,5 м, а глубина их заложения 40-65 м (рис. 1) [8].

почвы, так и для слабого грунта. Кроме того, можно строить здания с подобным основанием на почвах, склонным к подвижкам;

- такой тип фундамента вполне пригоден для строительства массивных зданий, так как он способен спокойно выдерживать высокие нагрузки;

- данный фундамент выгоден в экономическом плане, так как не требует больших затрат материалов, а также использования сложного оборудования, кроме того, изготовить подобный фундамент можно, в том числе, и своими руками.

Основными недостатками буронабивных свайных фундаментов являются [11, 12]:

- повышенный расход бетонной смеси из-за отсутствия уплотнения грунта, соседствующего с изготавливаемой свайей;
- технологическая сложность монтажа буронабивных свай;
- сложность контроля технологического процесса изготовления свай (особенно в условиях неустойчивых грунтов);
- большой разброс несущей способности однотипных свай в одинаковых геологических



условиях, что значительно затрудняет расчет несущей способности фундамента из буронабивных свай в целом;

- большие трудности очистки зоны под нижней частью сваи от осевшего рыхлого грунта, ила, пыли или глины, которую следует производить для обеспечения требуемой несущей способности свайного фундамента (рис. 2 и 3);
- при использовании основания данного типа крайне сложно оборудовать подвал или цокольный этаж здания.



Рис. 2. Недостатки буронабивных свай, проявившиеся при строительстве во Вьетнаме

Повышение несущей способности буронабивных свай может быть достигнуто двумя способами [13, 14]:

- виброштампованием бетонной смеси при бетонировании скважин;
- усилением грунтового основания ниже забоя скважины вибротрамбованием слоя щебня или гравия.

В работах [15–17] описаны способы повышения несущей способности грунтов основания фундаментов:

- инъекционные способы укрепления грунтов;
- армирование основания вспененными цементогрунтовыми растворами через направленные гидроразрывы;
- укрепление грунтов химическими и цементными растворами через инъекционные трубки, устанавливаемые в теле фундамента;
- армирование оснований сваями-инъекторами;
- армирование оснований буронабивными элементами.

При сооружении свайных фундаментов во Вьетнаме с целью повышения их несущей способности в настоящее время широко используется метод расширения нижнего конца буронабивной сваи с помощью воды, подаваемой под высоким давлением, с последующим нагнета-

нием раствора тонкодисперсного вяжущего вещества через пробуренные скважины в нижнюю часть ствола сваи для создания прочно-сплошной связи между ее нижним концом и грунтовым слоем гравия или щебня на дне свайного ствола [18–20].

Технологическая схема данного способа приведена на рис. 4 и 5. Нагнетаемый раствор помимо цемента и воды содержит суперпластификатор и тонкодисперсные минеральные добавки, например, золу рисовой шелухи и золу-уноса ТЭС. На практике с помощью этого способа были получены хорошие результаты повышения несущей способности слабых грунтов, представленные в табл. 1.

В работах [15–17] описаны способы повышения несущей способности грунтов основания фундаментов:

- инъекционные способы укрепления грунтов;
- армирование основания вспененными цементогрунтовыми растворами через направленные гидроразрывы;
- укрепление грунтов химическими и цементными растворами через инъекционные трубки, устанавливаемые в теле фундамента;
- армирование оснований сваями-инъекторами;
- армирование оснований буронабивными элементами.

При сооружении свайных фундаментов во Вьетнаме с целью повышения их несущей способности в настоящее время широко используется метод расширения нижнего конца буронабивной сваи с помощью воды, подаваемой под высоким давлением, с последующим нагнета-

нием раствора тонкодисперсного вяжущего вещества через пробуренные скважины в нижнюю часть ствола сваи для создания прочно-сплошной связи между ее нижним концом и грунтовым слоем гравия или щебня на дне свайного ствола [18–20].

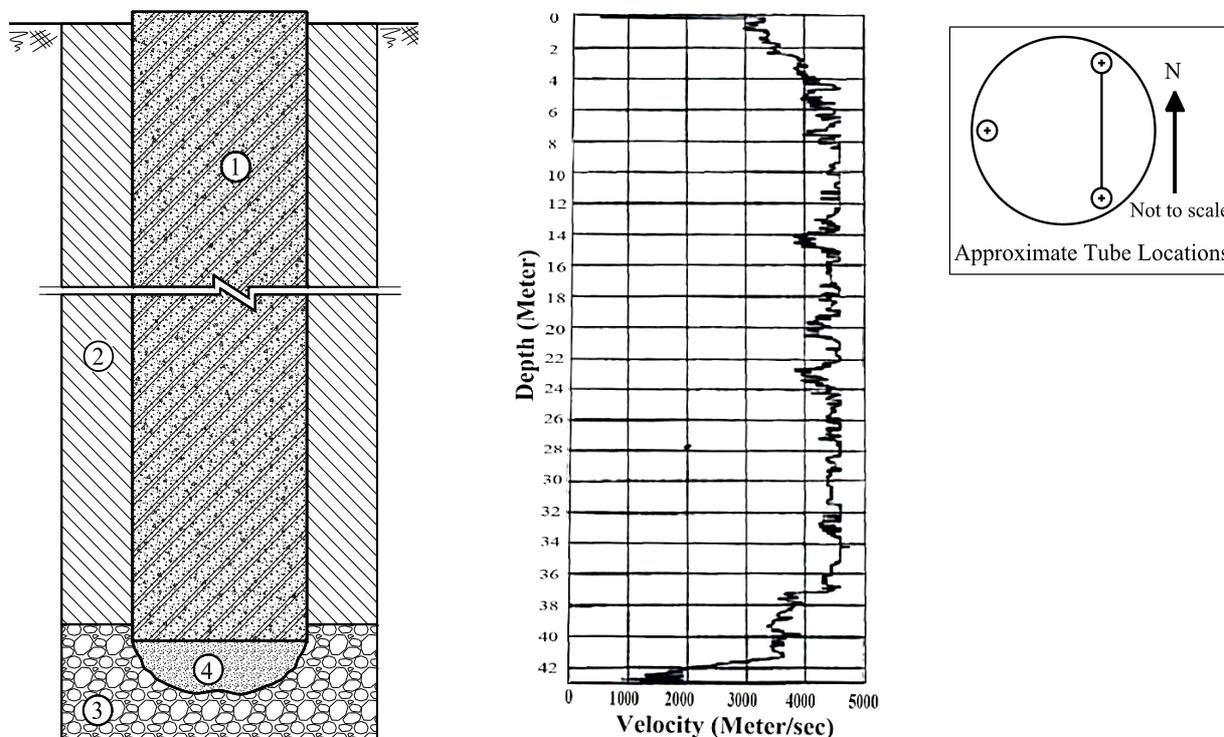


Рис. 3. Результаты ультразвуковой дефектоскопии буронабивных свай

1 – буронабивная свая; 2 – слабый грунт; 3 – слой гравия или щебня; 4 – осевший рыхлый грунт, ил, пыль или глина под нижним концом сваи

Технологическая схема данного способа приведена на рис. 4 и 5. Нагнетаемый раствор помимо цемента и воды содержит суперпластификатор и тонкодисперсные минеральные добавки, например, золу рисовой шелухи и золу-уноса

ТЭС. На практике с помощью этого способа были получены хорошие результаты повышения несущей способности слабых грунтов, представленные в табл. 1.

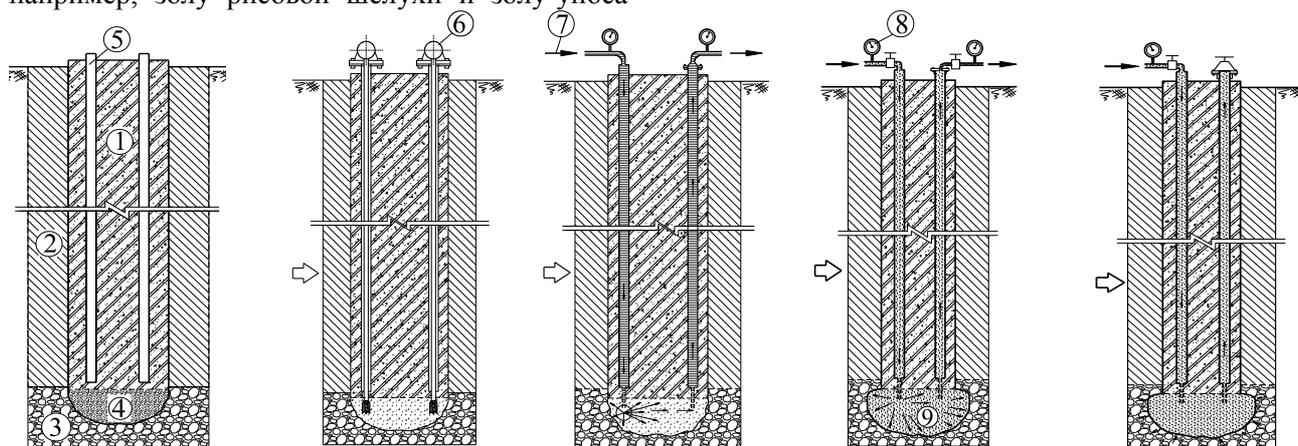


Рис. 4. Схема метода расширения нижнего конца буронабивной сваи с помощью воды, подаваемой под высоким давлением, с последующим нагнетанием раствора тонкодисперсного вяжущего вещества в нижнюю часть ствола сваи

1 – буронабивная свая; 2 – слабый грунт; 3 – слой гравия или щебня; 4 – осевший грунт под нижним концом сваи; 5 – трубы Ø115 мм для бурения нижнего конца ствола сваи; 6 – буровая система; 7 – вода под высоким давлением; 8 – манометр; 9 – раствор тонкодисперсного вяжущего вещества

Таблица 1

Экспериментальные результаты испытаний буронабивных свай на сжатие под действием статической нагрузки

Показатели	Обычные буронабивные сваи		Буронабивные сваи с расширенным с помощью раствора тонкодисперсного вяжущего вещества нижним опорным концом	
	Диаметром 1000 мм	Диаметром 1500 мм	Диаметром 1000 мм	Диаметром 1500 мм
Глубина сваи, м	51,1	51,2	51,6	51,7
Расчетная нагрузка в тоннах	400	600	700	1000
Испытательная нагрузка в тоннах	750	1100	1400	1800

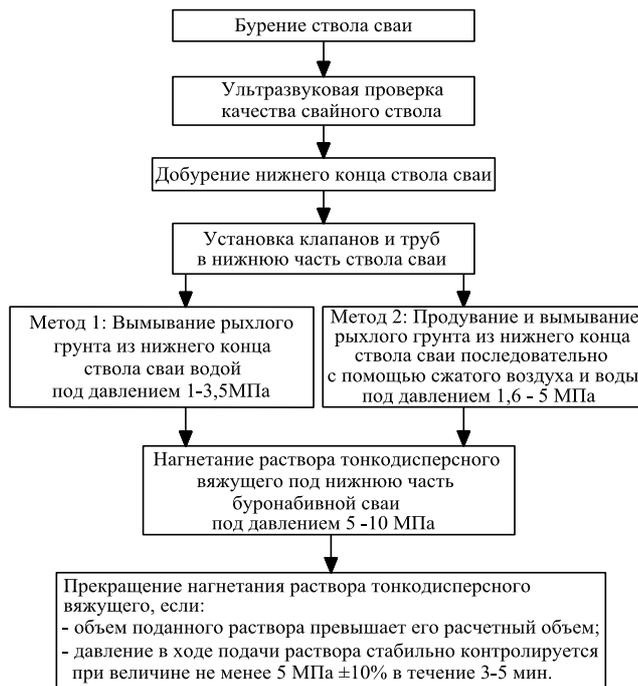


Рис. 5. Метод расширения нижнего конца буронабивной сваи путем подачи воды под высоким давлением с последующим нагнетанием в нижнюю часть свайного ствола раствора тонкодисперсного вяжущего

Примечание: Метод 2 применяется в случае невозможности проведения работ по методу 1.

Согласно описанной технологии после добу- рования нижнего конца сваи и проникновения в прочный слой гравия или щебня на глубину 5 ÷ 10 см производят вымывание рыхлого грунта со

дна ствола сваи и уширение ее нижнего конца пу- тем подачи воды под давлением 1 ÷ 5 МПа (рис. 6–8).



Рис. 6. Установка труб для ультразвукового контроля качества ствола сваи и бурения ее нижнего конца



Рис. 7. Обустройство буровой установки и последующая подача воды под высоким давлением для вымывания рыхлого грунта со дна ствола буронабивной сваи

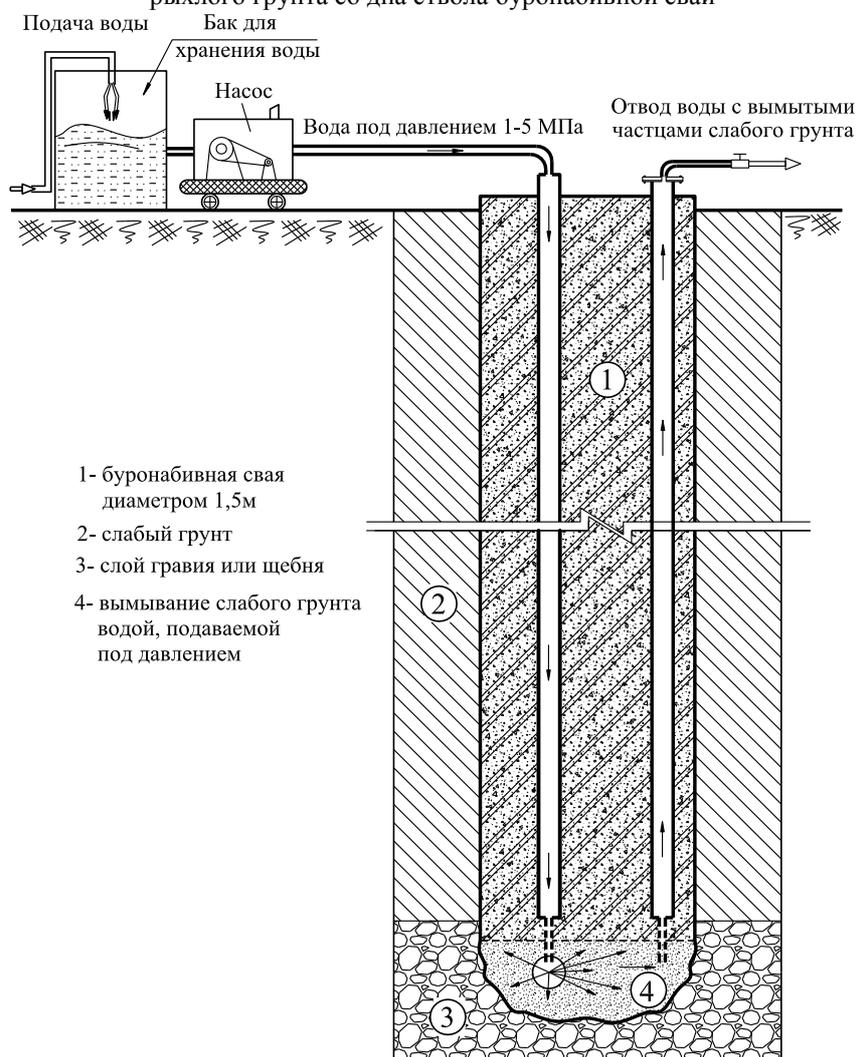


Рис. 8. Технологическая схема вымывания слабого грунта из-под нижнего конца буронабивной сваи

Растворы на основе тонкодисперсных вяжущих веществ, как правило, приготавливают в смесителях принудительного действия непосредственно на строительной площадке. В случае большой потребности в растворных смесях они могут быть приготовлены в бетоносмесительных

установках на заводах с последующей транспортировкой в автобетоносмесителях к месту строительства.

После этого нагнетают приготовленный раствор тонкодисперсного вяжущего вещества под давлением $5 \div 10$ МПа через пробуренные скважины в нижнюю часть ствола сваи для

создание прочно-сплошной связи между ее нижним концом и грунтовым слоем гравия или щебня на дне свайного ствола (рис. 9 и 10).

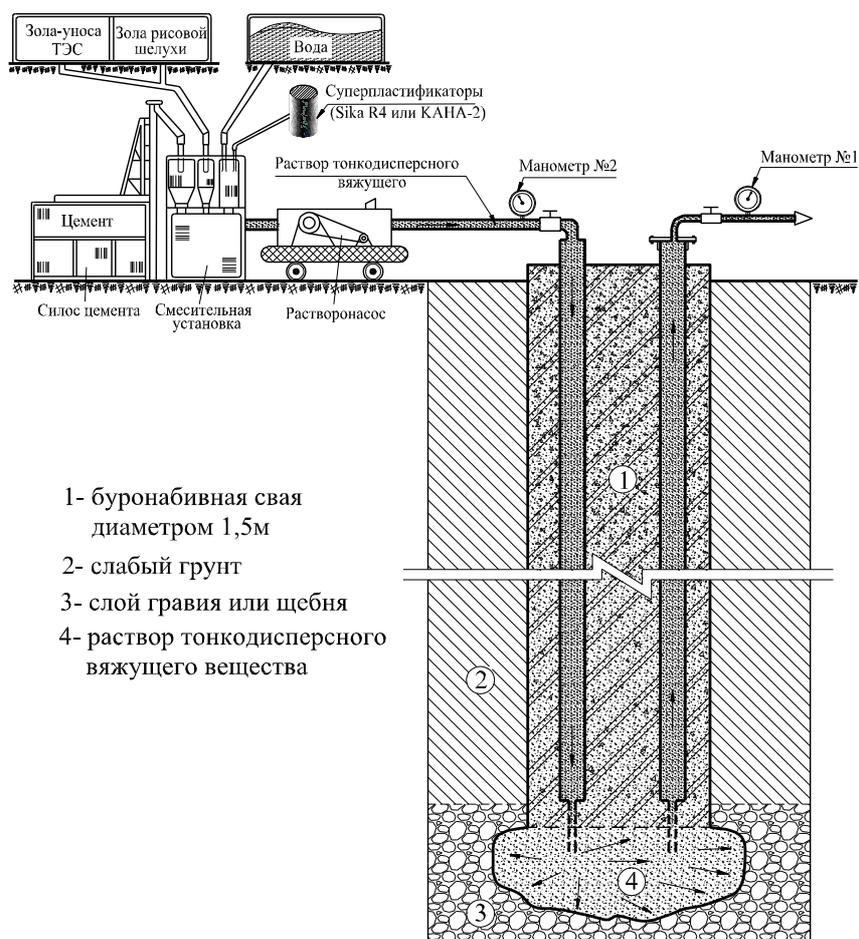


Рис. 9. Технологическая схема усиления нижнего конца буронабивной сваи с помощью раствора тонкодисперсного вяжущего вещества, подаваемого под давлением $5 \div 10$ МПа



Рис. 10. Нагнетание раствора тонкодисперсного вяжущего вещества под давлением в нижнюю часть буронабивной сваи

Этот метод обладает высокой эффективностью в случае, когда нижняя часть сваи зашпелена в гравийном или скальном грунтах. Поскольку грунты, на которых расположен Ханой, в основном слабые, так как сложены рыхлыми породами, то с помощью этого метода можно

повысить несущую способность свайных фундаментов при глубине их заложения от 40 до 65 м.

Выводы. Опыт применения описанного метода сооружения свайных фундаментов в ходе

строительства некоторых высотных зданий в городе Ханой позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Путем применения растворов тонкодисперсных вяжущих веществ, подаваемых под давлением в нижнюю расширенную часть буронабивных свай, их несущая способность может быть повышена в $1,6 \div 1,9$ раза при сохранении их глубины, диаметра, а также объема используемой армирующей стали. За счет этого можно сократить количество свай в каждом ростверке фундамента, а также уменьшить объемы самих ростверков, что упростит производственные процессы и увеличит темпы строительства.

2. Этот метод эффективно применять для грунтов, в которых нижняя часть сваи опирается на плотный слой гравия или щебня, что характерно для инженерно-геологических условий Ханоя, а также для аллювиальных почв в поймах крупных рек на севере Вьетнама.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Nguyễn Quang Chiêu. Thiết kế và thi công nền đắp trên đất yếu. Nhà xuất bản Xây dựng, năm 2004, 190 tr. (Нгуен Куанг Чиёу. Проектирование и строительство насыпей на слабых грунтах. Изд. Строительство. 2004. 190 с.).
2. Nguyễn Uyên. Xử lý nền đất yếu trong xây dựng. Nhà xuất bản Xây dựng, năm 2005, 210 tr. (Нгуен Уйен. Методы закрепления слабых грунтов в строительстве. Изд. Строительство. 2005. 210 с.).
3. Губатенко М.С. Обоснование структуры и рациональных параметров вибрационно-радикального снаряда для уплотнения стенок вертикальных скважин под буронабивные сваи. Автореферат дис. к.т.н. Орел. 2011, 16 с.
4. Верстов В.В., Гайдо А.Н. Технология устройства свайных фундаментов. СПб., 2010. 180 с.
5. Полищук А. И. Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий. Томск, 2005. 427 с.
6. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция. М., 2011. 90 с.
7. Мангушев Р.А., Ершов А.В., Осокин А.И. Современные свайные технологии. СПб., 2010. 240 с.
8. Nguyễn Văn Quảng. Nền móng và tầng hầm nhà cao tầng// Nhà xuất bản xây dựng. Hà Nội 2006, 174 tr. (Нгуен Ван Куанг. Фундаменты и подвалы высотных зданий. Изд. Строительство. Ханой, 2006, 174 с.).
9. Верстов В.В., Гайдо А.Н., Иванов Я.В. Производство шпунтовых и свайных работ. СПб., ЭБС АСВ, 2011, 292 с.
10. Nguyễn Bá Kế. Thi công cọc khoan nhồi. Nhà xuất bản xây dựng Hà Nội, 2010, 258 tr. (Нгуен Ба Ке. Технология изготовления буронабивных свай. Изд. Строительство Ханой, 2010, 258 с.).
11. Буронабивные сваи: область применения и преимущества // ЗАО "ПСУ Гидроспецстрой" [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gssm.ru/>.
12. Nguyễn Việt Trung. Sự cố điển hình trong thi công móng cọc khoan nhồi. Đại học giao thông vận tải Hà Nội, 11/2004, 35 tr. (Нгуен Вьет Чунг. Типичные происшествия при строительстве свайных фундаментов // Ханойский транспортный университет, 11/2004, 35 с.).
13. МГСН 2.07-01. Основания, фундаменты и подземные сооружения. М., 2003, 41 с.
14. ОДМ 218.2.016-2011. Методические рекомендации по проектированию и устройству буронабивных свай повышенной несущей способности по грунту. М., 2013, 30 с.
15. ТСН 50-306-2005. Основания и фундаменты повышенной несущей способности// Ростов-на-Дону, 2005, 39 с.
16. Богов С.Г. Проблемы устройства свайных оснований в городской застройке в условиях слабых грунтов Санкт-Петербурга // Реконструкция городов и геотехническое строительство. 2004. № 8. С. 119–127.
17. Nuzhdin L.V., Nuzhdin M.L., Kozminykh K.V. [et al.]. Evaluation of deformation properties of soils using a wedge dilatometer and improvement of forecast accuracy of buildings settlement. Proceedings of ATC7 Workshop, 18ICSMGE "Challenges and innovations in Geotechnics". Paris: Presses des Ponts, 2013, pp. 68-75.
18. Nguyễn Văn Khánh. Ứng dụng công nghệ thổi rửa và bơm phụt vữa vào đáy cọc nhằm tăng sức chịu tải của cọc khoan nhồi. Đề tài nghiên cứu khoa học mã số 01C-04/01-2005-01. Hà Nội năm 2005, 63 tr. (Нгуен Ван Хань. Использование продувания и вымывания под нижним концом буронабивного сваи для увеличения ее несущей способности. Научно-исследовательский проект, шифр: 01C-04 /01-2005-01. Ханой 2005, 63 с.).
19. Trần Nhật Thành, Nguyễn Văn Khánh. Thổi rửa và bơm phụt vữa gia cường chân cọc khoan nhồi// Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng 03/2006. Tr. 28-31. (Чан Нят Тхань, Нгуен Ван Хань. Применение воды под высоким давлением для вымывания рыхлого грунта из нижнего конца ствола буронабивного сваи и укрепления конца сваи с помощью растворной цементной смеси // Техника и технологии строительства. 2006. №3. С. 28-31.).
20. Nguyễn Văn Khánh. Tăng cường khả năng chịu tải của móng cọc khoan nhồi bằng công nghệ thổi rửa sau – một ứng dụng đạt hiệu quả cao trên địa bàn Hà Nội// Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây

đưng 10/9-2011. Tr. 112-114. (Чан Нят Тхань, Повышение несущей способности буронабивных свай путем подачи воды под высоким давлением

в городе Ханой // Техника и технологии строительства. 2011. №9. С. 112–114.).

Информация об авторах

Танг Ван Лам, аспирант кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов».

E-mail: lamvantang@gmail.com

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Россия, 129337, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.

Булгаков Борис Игоревич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов».

E-mail: fakultetst@mail.ru

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Россия, 129337, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.

Александрова Ольга Владимировна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов».

E-mail: aleks_olvl@mail.ru

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Россия, 129337, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.

Ларсен Оксана Александровна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов».

E-mail: larsen.oksana@mail.ru

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Россия, 129337, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.

Нго Суан Хунг, аспирант кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов».

E-mail: xuanhung1610@gmail.com.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Россия, 129337, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.

Динь Хай Нам, аспирант кафедры «Tribology and Systems Dynamics Laboratory LTDS UMR 5513».

E-mail: hainam.dinh@entpe.fr.

Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat ENTPE.

Rue Maurice Audin, 69518, Vaulx en Velin cedex-France.

Поступила в сентябре 2017 г.

© Танг Ван Лам, Булгаков Б.И., Александрова О.В., Ларсен О.А., Нго Суан Хунг, Динь Хай Нам, 2017

Tang Van Lam, Bulgakov B.I., Alexandrova O.V., Larsen O.A., Ngo Xuan Hung, Dinh Hai Nam
APPLICATION OF SOLUTIONS FINELY DISPERSED BINDERS TO INCREASE THE BEARING CAPACITY OF THE BORED PILE

Discusses the problems associated with the need to increase the bearing capacity of soil during the construction of pile foundations in conditions of alluvial soils in the floodplains of major rivers, and offers technological and design solutions aimed at improving the reliability of the foundations and reduce their material intensity.

Describes a method to increase the bearing capacity of pile foundations by means of extension of the lower end of bored piles by spraying water under high pressure with subsequent injection of a solution of a particulate binder through a drilled well in the lower part of the pile shaft for the establishment of a permanently solid connection between its lower end and a soil layer of gravel or crushed stone at the bottom of the pile trunk.

This method has a high efficiency in the case where the lower part of the pile is clamped in gravel or rocky soil. Because the soil on which the city of Hanoi (Vietnam) for the most part weak and loose, using the described method it is possible to increase the bearing capacity of pile foundations in the depth of their laying from 40 to 65 m.

Keywords: bored pile, finely dispersed binders, pile foundations, bearing capacity, soil compaction, concrete mix, weak ground.

Information about the authors

Tang Van Lam, Research assistant.

E-mail: lamvantang@gmail.com

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).

Russia, Moscow, 129337, Jaroslavskoe shosse, 26.

Bulgakov Boris Igorevich, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: fakultetst@mail.ru

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).

Russia, Moscow, 129337, Jaroslavskoe shosse, 26.

Aleksandrova Ol'ga Vladimirovna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: aleks_olvl@mail.ru

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).

Russia, Moscow, 129337, Jaroslavskoe shosse, 26.

Larsen Oksana Aleksandrovna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: larsen.oksana@mail.ru

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).

Russia, Moscow, 129337, Jaroslavskoe shosse, 26.

Ngo Xuan Hung, Research assistant.

E-mail: xuanhung1610@gmail.com.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).

Russia, Moscow, 129337, Jaroslavskoe shosse, 26.

Dinh Hai Nam, Research assistant.

E-mail: hainam.dinh@entpe.fr.

Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat ENTPE.

Rue Maurice Audin, 69518, Vaulx en Velin cedex-France.

Received in September 2017

© Tang Van Lam, Bulgakov B.I., Alexandrova O.V., Larsen O.A., Ngo Xuan Hung, Dinh Hai Nam, 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c592c20d6.03870166

¹Енговатов И.А., д-р техн. наук, проф.^{1,2} Синюшин Д.К., зам. начальника отдела АО «ГСПИ»¹Национальный исследовательский московский государственный строительный университет²Акционерное общество «Государственный специализированный проектный институт»

МИНИМИЗАЦИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ПРИ ВЫВОДЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ НОВЫХ ПОКОЛЕНИЙ

dimsin@bk.ru

На сегодняшний день на международном рынке развивающимися странами сформировался спрос на большие энергетические мощности. Многие развитые страны и частные компании уже предлагают свои услуги по предоставлению энергии разных источников. В этой борьбе Росатом поставил цель – предложить миру чистую, безопасную и главное – дешевую энергию. В статье автор затрагивает темы сокращения издержек на всех стадиях жизненного цикла энергоблока, а также предлагает рассмотреть сокращение издержек в части обращения с радиоактивными отходами на стадии «вывод из эксплуатации» за счет применения «низкоактивируемого бетона». Основное внимание автор концентрирует на анализе расчетных исследований наведенной активности бетонов радиационной защиты, и на осознанном выборе «низкоактивируемого бетона» для устройства радиационной защиты реакторной установки.

Ключевые слова: энергоблоки АЭС, вывод из эксплуатации, наведенная активность, радиоактивные отходы, бетоны радиационной защиты.

Стратегический совет Росатома в 2014 году сформировал шесть ценностей Росатома. Одна из этих ценностей – На шаг впереди: мы стремимся быть лидером на глобальных рынках. Мы всегда на шаг впереди в технологиях, знаниях и качествах наших сотрудников. Мы предвидим, что будет завтра, и готовы к этому сегодня. Мы постоянно развиваемся и учимся. Каждый день мы стараемся работать лучше, чем вчера (из протокола Стратегического совета №1-СС/3-Пр от 03.07.2014).

Также Росатом поставил перед собой амбициозные цели – снижение себестоимости продукции и повышение доли на международном рынке. И такие цели необходимы. Рынок энергии уже сформирован, и игроков на этом рынке больше чем достаточно. А значит, Росатом должен предложить такие энергоблоки АЭС, которые смогут конкурировать по стоимости и срокам строительства с остальными игроками: Китай, США, Франция и др., а также предложить выгодные условия по эксплуатации энергоблока и выводу энергоблока из эксплуатации, и, как следствие, низкую стоимость энергии для развивающихся стран.

Конечно, не стоит забывать и о безопасности АЭС. Мир помнит об уроках Уиндскейла, Три-Майл-Айленда, Сен-Лоран-дез-О, Чернобыля, Фукусимы. Общественность зачастую скептически относится к чистой и безопасной атомной энергии. Поэтому очень важно предложить миру не только дешевую конкурентоспособную энер-

гию, но и энергию, отвечающую всем требованиям безопасности на всех этапах жизненного цикла.

Как известно, жизненный цикл любой электростанции, и не только электростанции, состоит из нескольких основных этапов: выбора площадки, проектирования (проектно-изыскательских работ), строительства, эксплуатации, вывода из эксплуатации и возврата площадки (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что проект окупается только за счет продажи энергии на этапе эксплуатации энергоблока. Остальные этапы жизненного цикла требуют вложений денежных средств.

Согласно рис.1 можно посчитать минимальную цену одного кВт·ч, при которой проект будет безубыточным.

$$P_{min} = \frac{C_a + C_b + C_c + C_f + C_{dc}}{W \cdot T} \quad (1)$$

Пояснения к формуле 1:

C_a – стоимость этапа «Выбор площадки» и этапа «Проектирование»

C_b – стоимость этапа «Строительство»

C_c – стоимость этапа «Эксплуатация»

C_f – стоимость топлива

C_{dc} – стоимость этапа «Вывод из эксплуатации» и этапа «Возврат площадки»

W – мощность энергоблока

T – время работы энергоблока

Эта цена и будет отправной точкой при конкурентной борьбе не только между корпорациями по атомной энергии разных стран, но и между различными видами энергетики.

На сегодняшний день цена за один кВт·ч зависит от эффективного применения различных инструментов на каждом этапе жизненного цикла. Разберем некоторые из них:

- при этапе «Проектирование» снижение затрат достигается за счет применения современных САПР, которые позволяют снизить время проектирования блока, а также исключить коллизии (ошибки при проектировании, всплывающие на стадии строительства и требующие зачастую большого количества времени и средств для их устранения);

- при этапе «Строительство» снижение затрат достигается за счет применения современных методов возведения зданий и сооружений, грамотного планирования строительства и поставки оборудования. Это касается крупногабаритного оборудования, требующего совместного монтажа со строительными конструкциями.

Вероятно, на этапе «Вывод из эксплуатации» также можно снизить затраты. Рассмотрим этот этап подробнее.

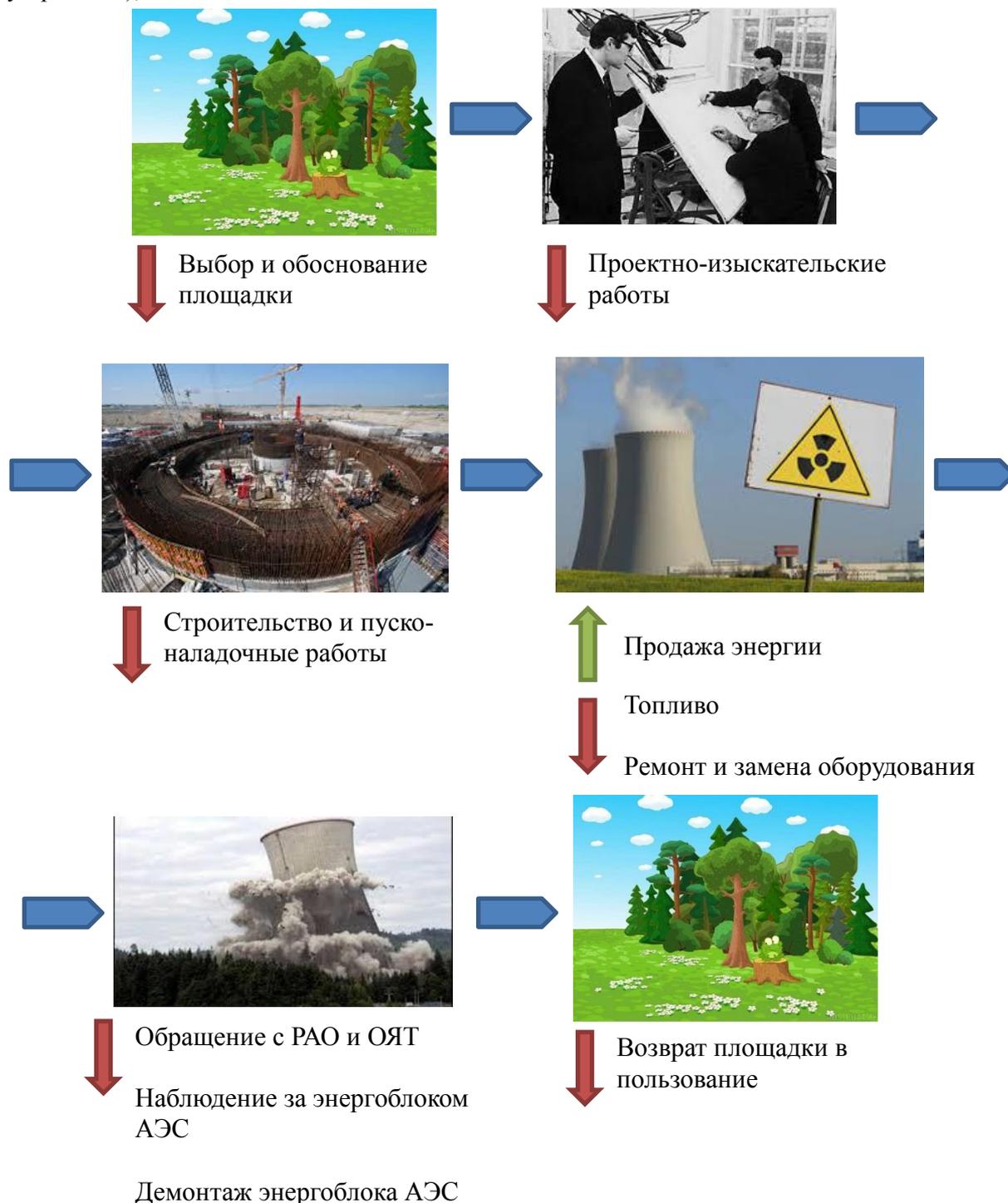


Рис. 1. Жизненный цикл АЭС. РАО – радиоактивные отходы; ОЯТ – отработанное ядерное топливо

Этап «Вывод из эксплуатации» (ВЭ) начинается тогда, когда энергоблок уже не вырабатывает энергию, из реактора выгружено топливо, а жидкости практически всех систем слиты. Но при этом энергоблок находится под наблюдением, является ядерно-радиационным опасным объектом (ЯРОО), и требует к себе все того же отношения в части физической защиты, снабжения электроэнергией и пр. Все активированные конструкции и оборудование являются уже радиоактивными отходами (РАО) разных категорий: от низкоактивных отходов до высокоактивных. Стоимость обращения с 1 м^3 РАО различ-

ного вида варьируется от 1,2 млн. руб. для высокоактивных (ВАО) и до 130 тыс. руб. для низкоактивных (НАО) [1]. Поэтому очень важно найти золотую середину во времени, при которой можно переходить от пассивного сохранения энергоблока под наблюдением к активным действиям по демонтажу энергоблока, и при которой соотношение стоимости этапа ВЭ и безопасности персонала, населения и окружающей среды при проведении работ будет максимально выгодным. На рисунке 2 показано оптимальное время для активных действий по выводу из эксплуатации существующих энергоблоков АЭС. Сегодня оно составляет примерно 25–30 лет [2].

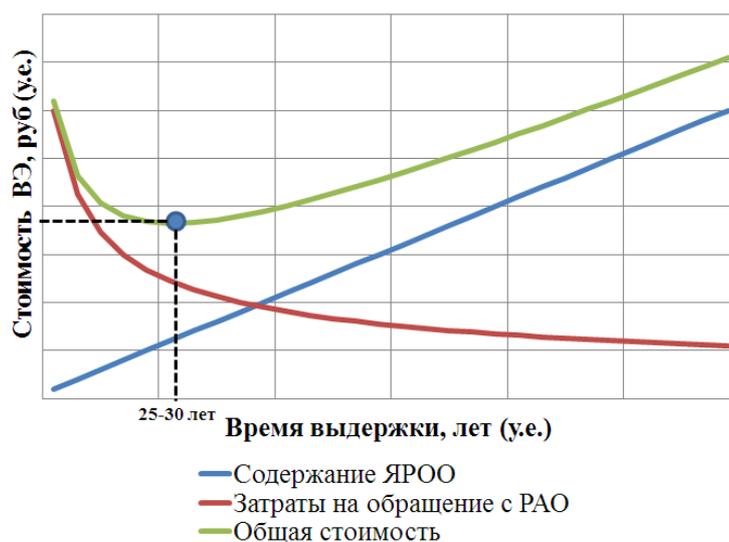


Рис. 2. оптимальное время при ВЭ энергоблока АЭС

Основным источником РАО является оборудование и радиационно-тепловая защита, выполненная из особого бетона. Исследования показали, что объем радиоактивных отходов, состоящих из активированного бетона, может составлять десятки тысяч кубических метров [3].

Результаты анализа расчетов, проведенных на кафедре СОТАЭ, НИУ МГСУ, показали, что осознанный выбор низкоактивируемых бетонов для устройства радиационной защиты на стадии «Проектирование» позволяет снизить количество и категорию РАО, и, как следствие, сократить время пассивного наблюдения за энергоблоком на стадии «Вывод из эксплуатации». Стоит отметить, что такой подход отвечает требованиям отечественных нормативных документов, а также документов МАГАТЭ [4, 5].

Разберемся с понятием «низкоактивируемый бетон».

Как известно, бетон является сложнейшим конгломератом. Основные компоненты бетона – вяжущее, вода, мелкий заполнитель – песок и крупный заполнитель – щебень горной породы. Каждый компонент представляет собой совокупность некоторых химических элементов. Детальное рассмотрение химического строения каждого

компонента бетонной смеси показало, что бетонная смесь содержит в себе практически всю таблицу Менделеева, причем концентрации химических элементов в бетоне варьируются в следующем порядке [2, 6-8]: более 1% по массе (основные элементы, например, кальций, железо), от 1 % до 0,01 % (примесные элементы, например, литий) и менее 0,01% по массе (следовые элементы, например европий, торий, уран).

Под воздействием нейтронного излучения, генерируемого активной зоной реактора, химические элементы подвергаются активации – переходом из стабильного состояния в возбужденное – нестабильное. Образующиеся нестабильные радиоактивные изотопы определяют наведенную радиоактивность бетона – источника РАО. Такого рода исследования проводились в России и за рубежом [2, 3, 6, 8, 9–10]. Исследования велись по нескольким направлениям:

1. исследование содержания элементов в составе конструкционных и защитных материалов, на изотопах которых образуются долгоживущие радионуклиды, так называемых активационно-опасных элементов;

2. расчетные исследования уровней активации защитных материалов и конструкций на остановленных ядерных установках;

3. расчетное прогнозирование объемов и классификации радиоактивных отходов при будущем выводе из эксплуатации действующих ядерных установок.

Исследования показали, что активационно-опасные элементы имеют разные концентрации в бетоне: от основных до следовых [6, 7]. Важнейшие активационно-опасные химические элементы и их характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Важнейшие активационно-опасные элементы и их характеристики

№	Радионуклид	Реакция образования	Определяющий вид излучения: α, β, γ-излучение, КХ-характеристическое излучение, электроны Ожэ	Период полураспада T _{1/2}
1	³ H	⁶ Li(n,p) ³ H	β	12,35 года
2	⁴¹ Ca	⁴⁰ Ca(n,γ) ⁴¹ Ca	электроны Ожэ	1,4·10 ⁵ лет
3	¹⁵² Eu	¹⁵¹ Eu(n,γ) ¹⁵² Eu	γ	13,542 лет
4	¹⁵⁴ Eu	¹⁵³ Eu(n,γ) ¹⁵⁴ Eu.	γ	8,592 лет
5	⁵⁵ Fe	⁵⁴ Fe(n,γ) ⁵⁵ Fe	КХ	2,73 года
6	⁶⁰ Co	⁵⁹ Co(n,γ) ⁶⁰ Co	γ	5,27 лет
7	⁶³ Ni	⁶² Ni(n,γ) ⁶³ Ni	β	101,1 лет
8	⁵⁹ Ni	⁵⁸ Ni(n,γ) ⁵⁹ Ni	β, КХ	7,5·10 ⁴ лет
9	⁹⁴ Nb	⁹³ Nb(n,γ) ⁹⁴ Nb	γ	2,03·10 ⁴ лет
10	²³² Th	²³² Th(n,γ) ²³³ U	α	1,58·10 ⁵ лет
11	²³⁸ U	²³⁹ U(n,γ) ²³⁹ Pu	α	2,4·10 ⁴ лет

В зависимости от периода полураспада каждого образованного радионуклида, мощности потоков нейтронов разных энергий и времени облучения материала можно составить график спада удельной активности с течением времени. При-

мер графика спада удельной активности основных радионуклидов и суммарной удельной активности, выполненный для бетона «сухой» защиты на серпентините в геометрии шахты реактора ВВЭР-ТОИ при времени облучения 60 лет приведен на рис. 3.

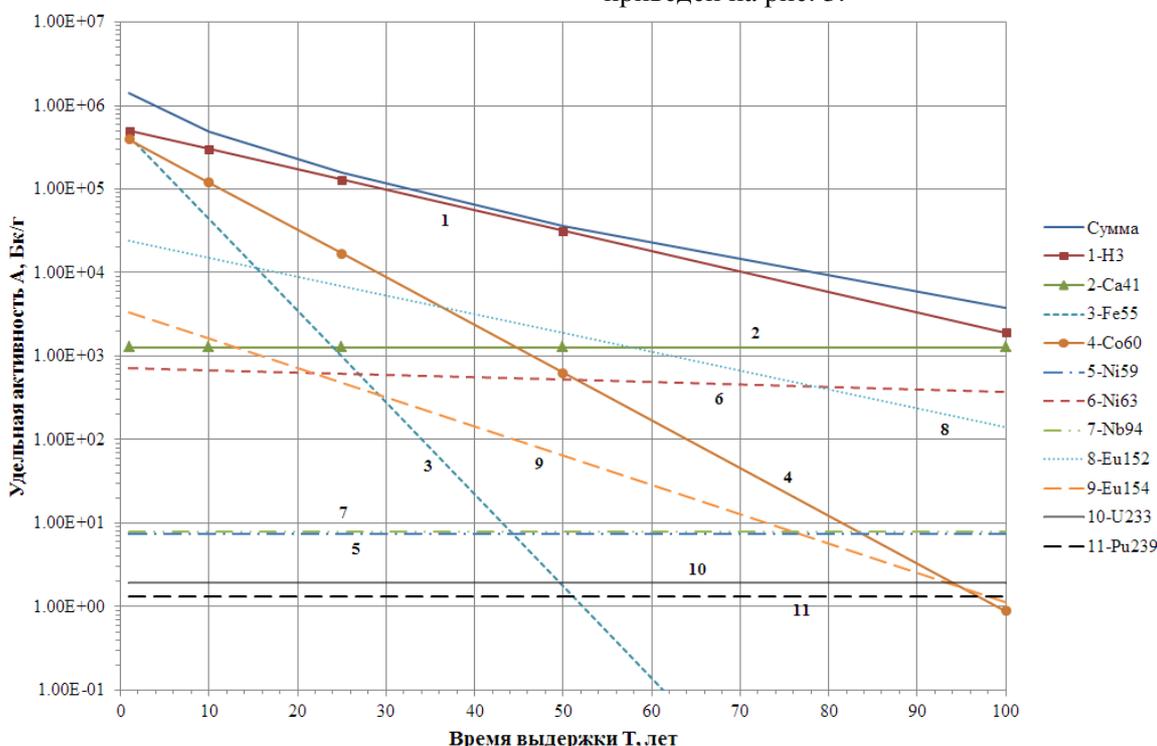


Рис. 3. График спада удельной активности основных радионуклидов и суммарной удельной активности с течением времени

Значит, низкоактивируемым бетоном будем называть такой бетон, в химическом составе которого концентрации активационно-опасных элементов будут минимальны. То есть содержание активационно-опасных элементов должно быть минимальным в каждом компоненте бетонной смеси.

Для расчета наведенной активности радиационной защиты были выбраны основные составы бетонов, охватывающие широкий диапазон выбора крупного и мелкого заполнителя, и

добавок. Исходными данными для задачи служили геометрия шахты реактора ВВЭР-ТОИ и соответствующие для этого реактора характеристики потоков нейтронов разных энергий. Методика расчета принималась в соответствии с [10-13].

Расчеты показали, что в зависимости от выбора заполнителя и добавок, активация и спад суммарной удельной активности будут различны. На рис. 4 приведены результаты расчетов активации и спада суммарной удельной активности для различных бетонов с течением времени.

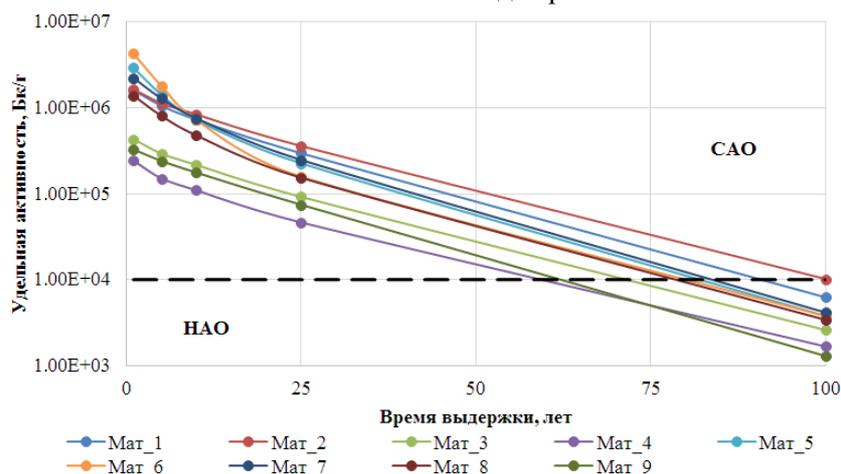


Рис. 4. Активация и спад суммарной удельной активности для различных составов бетонов с течением времени*

* отличием разных материалов является их технологический состав, а также вид заполнителей, вяжущих, добавок. В настоящий момент технологические составы бетонов готовятся к патентованию

Как видно из рисунка 4, осознанный выбор низкоактивируемого бетона для устройства радиационной защиты энергоблока АЭС на стадии «Проектирование» влечет за собой сдвиг кривой «Обращение с РАО» рисунка 2, и, как следствие, сдвиг кривой «Общая стоимость» при выводе энергоблока АЭС из эксплуатации (рис. 5). Так,

материал №2 на протяжении 100 лет будет относиться к среднеактивным отходам, когда материал №4 уже через 60 лет можно будет отнести к низкоактивным отходам. Следовательно, сохранение ЯРОО под наблюдением, при условии возможности демонтажа только низкоактивных отходов, можно сократить на 40 лет.

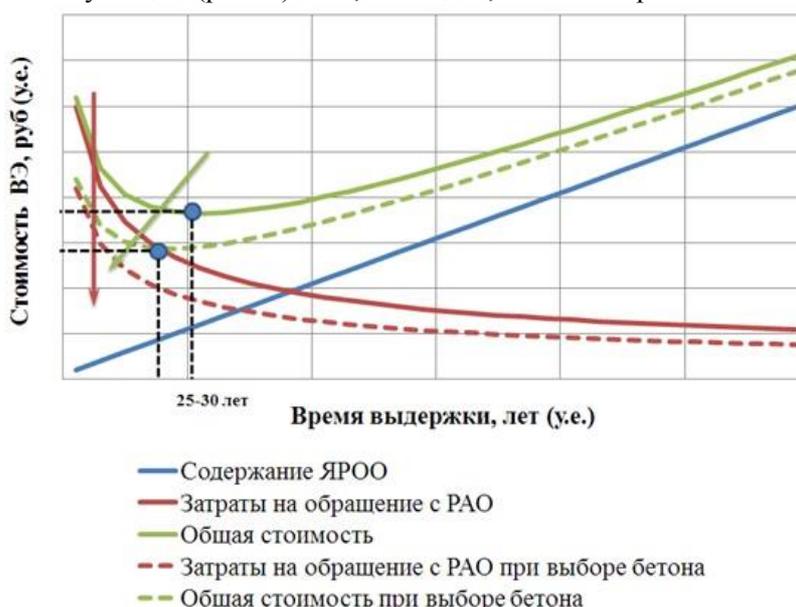


Рис. 5. Оптимальное время ВЭ при осознанном выборе бетона радиационной защиты

Выводы:

Осознанный выбор низкоактивируемых бетонов для устройства радиационной защиты реактора на стадии «Проектирование» позволяет:

1. сократить время сохранения ЯРОО под наблюдением на этапе «Вывод из эксплуатации»;
2. снизить объемы и категорию образующихся РАО, и сократить стоимость обращения с РАО на этапе «Вывод из эксплуатации»;
3. сместить точку перехода от пассивного наблюдения за ЯРОО к активным действиям по демонтажу строительных конструкций и оборудования за счет минимальной активности материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов Е., Коротков А., Пырклов И. Радионуклидный вектор. М.: Росэнергоатом, 2015. №1. С. 42–45.
2. И.А. Енговатов, В.П. Машкович, Ю.В. Орлов, Б.Г. Пологих, Н.С. Хлопкин, С.Г. Цыпин. Радиационная безопасность при выводе из эксплуатации реакторных установок гражданского и военного назначения. Проект МНТЦ №465-97/ Под редакцией Н.С. Хлопкина. М.: Изд. «ПАИМС», 1999. 300 с.
3. Былкин Б.К., Давыдова Г.Б., Журбенко Е.А. Радиоактивные отходы при демонтаже реакторных установок // Атомная энергия. 2011. Т.110. №3. С. 171–172.
4. Decommissioning Strategies for Facilities Using Radioactive Material. Safety Reports Ser. № 50. Vienna: IAEA, 2007.
5. Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации блока АС: НП- 012 – 99. ГАН России, Москва 1999 г.
6. Evans J.C., Lepel E.A., Sundens R.W. et. al. Long-lived activation products in Light-water Reactor Construction Materials: Implication for Decommissioning // Radioactive Waste Management and the Nuclear Fuel Cycle. 1988. Vol. 11(1). P. 1–39.
7. Radiation Safety Assurance: Decommissioning Nuclear Reactors at Civil and Military Installations. Engovatov I.A., Mashkovich V.P., Orlov Y.V., Pologikh B.G., Khlopkin N.S., Tsy-pin. Monographia. Arlington, VA 22201 USA 2005. Ser. ISTC Science and Technology Series Tom Volume 4.
8. Былкин Б.К., Енговатов И.А. Вывод из эксплуатации реакторных установок. Монография. М.: Изд. МГСУ, 2014. С. 228.
9. Nazarov V.M., Frontyasyeva M.V., Engovatov I.A. et al. N.I. Activation studies of concrete binding agent ingredients used for nuclear radiation shielding. Kernenergie. 1991. 34. S. 7–8.
10. Былкин Б.К., Енговатов И.А. Кожевников А.Н. Выбор бетона радиационной защиты для АЭС нового поколения // Атомная энергия. 2015. Т.118. Вып. 6. С.350–354.
11. Енговатов И.А., Былкин Б.К., Кожевников А.Н. Оптимизация составов бетонов радиационной защиты АЭС / Сборник докладов девятой международной научно-технич. конференции «Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики» (МНТК-2014) // Концерн Росэнергоатом (Москва, 21–23 мая 2014 г.), М.: Концерн Росэнергоатом, 2014. С. 311–316.
12. Былкин Б.К., Енговатов И.А., Кожевников А.Н., Синюшин Д.К. Радиоактивные отходы активированных конструкций бетонной защиты при демонтаже ядерных энергетических установок / Сборник докладов десятой юбилейной Российской научной конференции «Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях» // РАН –ГНЦ ФЭИ (Москва - Обнинск, 22–25 сен. 2015 г.), М.: ООО «САМ Полиграфист», 2015. С. 311–316.
13. Былкин Б.К., Кожевников А.Н., Енговатов И.А., Синюшин Д.К. Определение категории радиоактивности бетона радиационной защиты ядерных установок при выводе их из эксплуатации // Атомная энергия. 2016. Т.121. Вып.5. С. 298–300.

Информация об авторах

Енговатов Игорь Анатольевич, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры строительства объектов тепловой и атомной энергетики.

E-mail: eng46@mail.ru.

Национальный исследовательский московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ). Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Синюшин Дмитрий Константинович, старший преподаватель кафедры строительства объектов тепловой и атомной энергетики; зам. начальника архитектурно-строительного отдела

E-mail: dimsin@bk.ru.

Национальный исследовательский московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ). Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Акционерное общество «Государственный специализированный проектный институт»
Россия, 115088, Москва, ул. Шарикоподшипниковская, д. 4

Поступила в сентябре 2017 г.

© Енговатов И.А., Сinyushин Д.К., 2017

Engovatov I.A., Sinyushin D. K.
**MINIMIZATION OF RADIOACTIVE WASTES IN DECOMMISSIONING OF NEW
GENERATION NUCLEAR POWER PLANTS**

Today developing countries have created a demand for large energy capacities on the international markets. Lots of developed countries and private companies are already offering energy supplies from different sources. In this fight, Rosatom has set a goal - to offer the world a clean, safe and, most importantly, cheap energy. This article is dedicated to the topic of cost reduction at all stages of the life cycle of the power unit. The author suggests to consider cost reduction opportunities in radioactive waste management at the "decommissioning" stage behind the usage of "low activated concrete". The article contains data analysis on induced activity of the radiation protective concretes which supports a conscious choice of "low activated concrete" for radiation protection module of the reactor

Keywords: *NPP blocks, decommissioning, neutron induced activity, radioactive waste, radiation shielding concrete.*

Information about the authors

Engovatov Igor Anatolyevich., DSc., Professor.

E-mail: eng46@mail.ru.

National Research Moscow State University of Civil Engineering.

Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe hw, 26.

Sinyushin Dmitry Konstantinovich, senior lecturer, deputy head of department

E-mail: dimsin@bk.ru.

National Research Moscow State University of Civil Engineering.

Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe hw, 26.

JSC "State Specialized Design Institute"

Russia, 115088, Moscow, Sharikopodshipnikovskaya st., 4.

Received in September 2017

© Engovatov I.A., Sinyushin D.K., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c5972afe5.94172861

Маилян Л.Р., д-р техн. наук, проф.,
Стельмах С.А., канд. техн. наук, доц.,
Холодняк М.Г., инженер,
Щербань Е.М., канд. техн. наук, ст. преп.
Донской государственный технический университет

ВЫБОР СОСТАВА ЦЕНТРИФУГИРОВАННОГО БЕТОНА НА ТЯЖЕЛЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ

au-geen@mail.ru

Статья посвящена вопросу особенностей расчета состава центрифугированных бетонов на тяжелых заполнителях. Описан эксперимент, проведенный согласно требованиям нормативных документов, касающихся конструкций кольцевого сечения. Рассмотрено действие, оказываемое фракцией 2,5÷5 на физические свойства смеси фракции щебня 5÷20. Приведен исследуемый состав бетонной смеси и физико-механические характеристики бетона из нее. Описано основное оборудование, назначен режим тепловлажностной обработки. Получен состав бетона класса В40. Даны рекомендации для дальнейших исследований по повышению эксплуатационных характеристик изделий и конструкций кольцевого сечения из тяжелого бетона.

Ключевые слова: конструкции и изделия кольцевого сечения, центрифугированный бетон, остаточное водоцементное отношение, подбор состава центрифугированного бетона, оптимальный расход цемента центрифугированных бетонов, режим тепловлажностной обработки центрифугированных бетонов.

Введение. Согласно требованиям нормативных документов, касающихся расчета конструкций кольцевого сечения [1–3], с учетом результатов рассева пробы гранитного щебня контрольного состава, для исследований использовались фракции 10÷20 и 5÷10 мм в соотношении 65÷35. При этом, в контрольном составе содержалось около 12 % щебня фракций размером 2,5÷5 мм.

В этой связи, исследовалось влияние фракций 2,5÷5 мм на насыпную плотность и пустотность смеси гранитного щебня [4–6].

Основная часть. Нормативные документы по производству центрифугированных железобетонных конструкций определяют основные требования к качеству сырьевых материалов для приготовления бетонных смесей.

В качестве вяжущих допускается использование портландцемента без добавки или с минеральными добавками высоких марок. В качестве минеральной добавки могут быть использованы гранулированные доменные шлаки в количестве не более 20 % от массы цемента. Допускается использование портландцементов, предназначенных для бетонных покрытий автомобильных дорог и сульфатостойких портландцементов.

Такие требования к цементам вызваны тем, что в процессе центрифугирования изменяется вещественный состав используемого портландцемента, так как легкие тонкомолотые добавки быстро отжимаются к внутренней полости изделия и уходят в шлам.

Замечено, что одним из решающих факторов, оказывающим влияние на прочность центрифугированного бетона и его однородность, является нормальная густота цементного теста (НГЦТ), которая не должна превышать 28 %. В работе [7] установлено, что изменение НГЦТ с 24 до 28 % увеличивает длительность центрифугирования в 1,3 раза. Повышение прочности центрифугированного бетона за счет увеличения расхода цемента сверх оптимального его содержания не дает пропорционального эффекта. Установлено [7], что увеличение расхода цемента сверх 500 кг/м³ в два раза увеличивает термоусадочные деформации.

В качестве мелкого заполнителя нормативные документы допускают использование крупно- и среднезернистых природных и дробленых песков. В тех случаях, когда применяется мелкий песок, следует на 3 мин увеличивать продолжительность центрифугирования. Повышенная водопотребность бетонных смесей на мелких песках ведет к увеличению начального водоцементного отношения (В/Ц) и требует дополнительного расхода цемента для получения гарантированной прочности бетона. Например, увеличение начального В/Ц с 0,35 до 0,41 ведет к снижению прочности бетона в среднем на 28 %, при этом меняется и величина переходного коэффициента от прочности вибрированных образцов к прочности центрифугированных.

В качестве крупного заполнителя допускается использование щебня или щебня из гравия

из прочных и морозостойких горных пород. Особо подчеркиваются требования к зерновому составу крупного заполнителя. Рекомендуется осуществлять дозировку двух фракций 5–10 и 10–20 мм отдельно при соотношении между ними 1:1,5 и при максимально допустимой пустотности смеси до 40 % [8].

На базе лаборатории кафедры «Технология вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики» Академии строительства и архитектуры Донского государственного технического университета проведены исследования, показавшие, что введение в щебеночную смесь фракций 2,5±5 мм в количестве около 12–10 % от общей массы крупного заполнителя снижает ее пустотность до 38 % (рис. 1). В дальнейших исследованиях использовались три фракции гранитного щебня

Павловского месторождения Воронежской области в следующих соотношениях по массе: 10±20 мм – 60 %; 5±10 мм – 30 % и 2,5±5 мм – 10 %.

Для установления оптимального соотношения между мелким и крупным заполнителем в бетоне центробежного уплотнения использовалась методика [2]. Расчет составов производился при трех вариантах расхода цемента 500, 550, 600 кг/м³, марка по удобоукладываемости бетонной смеси была П1 (с осадкой конуса ОК=2–3 см на момент центрифугирования). Бетонная смесь для изготовления контрольных образцов приготавливалась в лабораторном бетоносмесителе принудительного перемешивания БЛ-10 (рис. 2). Фотографии образцов приведены на рис. 3.

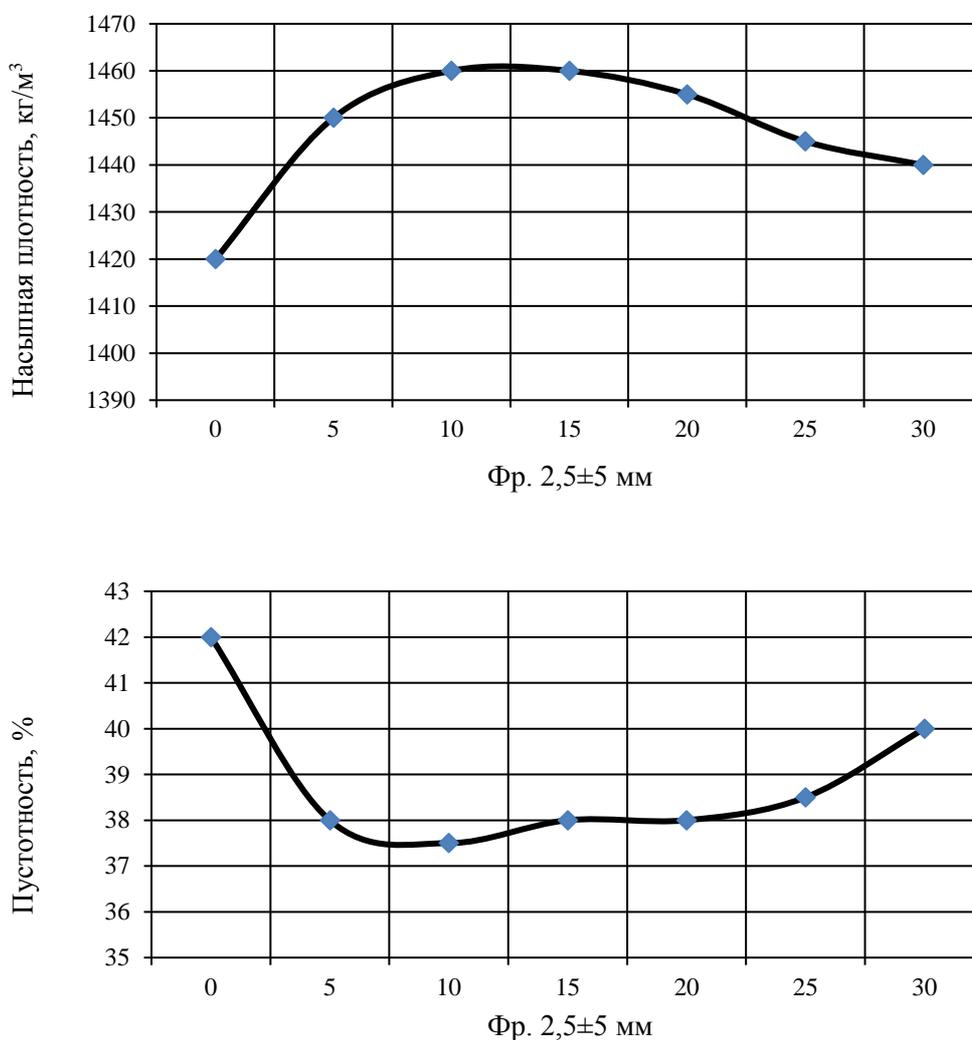


Рис. 1. Зависимость свойств смеси фракций 5±20 мм гранитного щебня от введения фракций 2,5±5 мм

Бетоносмеситель лабораторный БЛ-10, настольный, принудительного действия (турбулентный) предназначен для приготовления растворов и бетонов в лабораториях для контроля качества строительных материалов.

Технические характеристики бетоносмесителя лабораторного БЛ-10 приведены в табл. 1.

Оптимальное соотношение песка и цемента (П/Ц) устанавливалось опытным путем по минимальному водоцементному отношению (В/Ц)

при заданном расходе цемента. За оптимальную принималась бетонная смесь с минимальным значением В/Ц, при центрифугировании которой на внутренней поверхности кольца появлялись вкрапления фракций щебня, выступающие из бетона на $1/3$ своей величины, с расстоянием между зернами в пределах $3 \div 6$ см [1].

Необходимая длительность центрифугирования исследуемых бетонных смесей, была принята на основе анализа литературных и нормативных данных [2] и составила 20 мин. После трехчасовой выдержки образцы подвергались тепловлажностной обработке по режиму $3+10+3$ ч при температуре изотермического прогрева 80 ± 2 °С.

Образцы до испытания выдерживались в течение 27 суток в нормальных условиях [3], после чего из них выпиливали образцы необходимой формы и размеров. Результаты испытаний полученных бетонов приведены на рис. 4.



Рис. 2. Бетоносмеситель лабораторный БЛ-10

Таблица 1

Технические характеристики бетоносмесителя БЛ-10

Параметр	Значение
Геометрический объем, не более л	23
Объем готового замеса бетонной смеси, не более л	10
Число оборотов барабана, не менее об/мин	47
Время перемешивания, с	40–60
Крупность заполнителей, не более мм	40
Мощность двигателя, кВт	0,37
Потребляемый ток, А	1,18
Габаритные размеры, не более мм	
- длина	410
- ширина	410
- высота	450
Масса, кг	25



Рис. 3. Образцы из центрифугированного бетона перед тепловлажностной обработкой

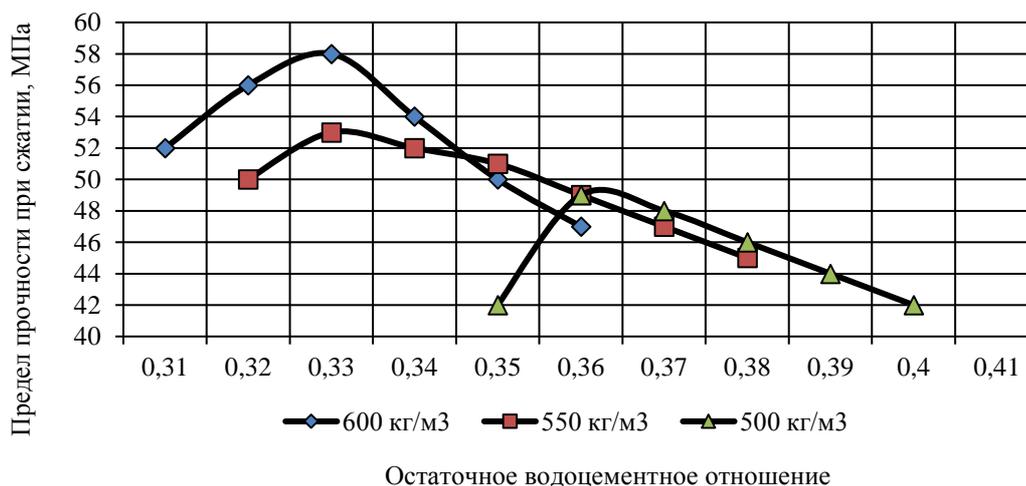


Рис. 4. Зависимость прочности центрифугированного бетона при различных расходах цемента от остаточного В/Ц

В результате проведенных экспериментов авторами было найдено оптимальное соотношение (рис. 5) между песком и гранитным щебнем П/Щ = 0,3, обеспечивающее минимальный расход цемента для бетона В40 (Ц=520 кг/м³) и ми-

нимальный выход цемента в шлам, что подтверждает низкая плотность шлама, отжатого в процессе 20-минутного уплотнения на центрифуге. Состав центрифугированного бетона приведен в табл. 2.

Таблица 2

Состав центрифугированного бетона

Состав	Расход материала на 1 м³ бетона, кг						Плотность шлама, г/см³	В/Ц начальное	В/Ц конечное	Прочность при сжатии, МПа
	Цемент	Вода	Песок	Гранитный щебень, фракций мм						
				10±20	5±10	2,5±5				
С№1	520	193	396	778	409	132	1,22	0,371	0,338	50
	524	177	405	796	418	135				

Примечание к таблице. Над чертой – до, а под чертой – после центрифугирования.

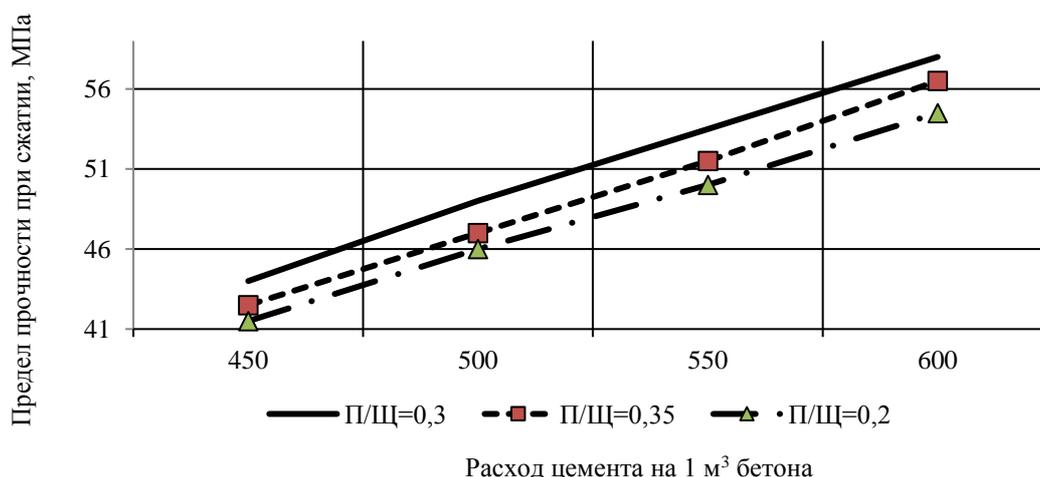


Рис. 5. Выбор оптимального расхода цемента для центрифугированного бетона В40 в 28 суточном возрасте (бетон тяжелый)

Вывод. Полученный состав бетона класса В40 рекомендован для дальнейших исследований по повышению эксплуатационных характеристик изделий и конструкций кольцевого сечения из тяжелого бетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по проектированию, изготовлению и применению железобетонных центрифугированных конструкций кольцевого сечения. М.: НИИЖБ, 1979. С.47–50, 64–71.

2. ВСН 1-90 «Технологические правила изготовления центрифугированных стоек опор контактной сети, линий связи и автоблокировки».
3. ГОСТ 10180–2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».
4. Богданов В.С., Ильин А.С., Семикопенко И.А. Процессы в производстве строительных материалов и изделий. Белгород: «Везелица», 2007. 512 с.
5. Виноградов Б.Н. Влияние заполнителей на структуру и свойства бетонов. М.: Стройиздат, 1986. 249 с.
6. Невский В.А., Федоренко Ю.В., Лысенко Е.И., Петров В.П., Шурыгин В.П. Комбинированные заполнители в центрифугированном бетоне // Транспортное строительство. 1983. №7. С. 30–31.
7. Михайлов Н. В., Пашковский В. Г. Проблема продольных трещин в центрифугированных опорах // Энергетическое строительство. 1967. №2. С. 60–66.
8. Раджан Сувал Свойства центрифугированного бетона и совершенствование проектирования центрифугированных железобетонных стоек опор ЛЭП: дис.... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 1997. 267 с.
9. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества (технология и свойства). М.: Стройиздат, 1966. 407 с.
10. Лебедев А.П., Кмит П.Ф. Пути совершенствования производства сборных железобетонных труб и колец // Обзорная информация. Серия «Строительство». Минск, 1976. 40 с.
11. Олюнин В.В. Способы обеспечения качества крупного заполнителя для производства напорных труб // Бетон и железобетон. 1986. №5. С. 15–16.
12. Производство бетонных и железобетонных конструкций: Справочник. Под ред. Б.В. Гусева, А.И. Звездава, К.М. Королева. М.: Издат. Центр «Новый век», 1998. 384с.
13. Романенко Е.Ю. Высокопрочные бетоны с минеральными пористыми и волокнистыми добавками для изготовления длинномерных центрифугированных конструкций: дис.... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 1989. 179 с.
14. Руководство по изготовлению железобетонных центрифугированных стоек опор контактной сети и воздушных линий автоблокировки из бетонов с комбинированным заполнителем. М.: ЦНИИС, 1989. 35 с.
15. Pooya Alaei, Bing Li. High-strength concrete exterior beam-column joints with high-yield strength steel reinforcements // Engineering Structures. 2017. Vol. 145. P. 305–321.
16. Mohamed K. Ismail, Assem A.A. Hassan. An experimental study on flexural behaviour of large-scale concrete beams incorporating crumb rubber and steel fibres. 2017. Vol. 145. P. 97–108.

Информация об авторах

Маилян Левон Рафаэлович, член-корреспондент РААСН, доктор технических наук, профессор кафедры железобетонных и каменных конструкций.

E-mail: mailyan@sroufo.ru

Донской государственный технический университет.
Россия, 344000, Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1.

Стельмах Сергей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики.

E-mail: sergej.stelmax@mail.ru

Донской государственный технический университет.
Россия, 344000, Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1.

Холодняк Михаил Геннадиевич, инженер кафедры технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики.

E-mail: xolodniak@yandex.ru

Донской государственный технический университет.
Россия, 344000, Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1.

Щербань Евгений Михайлович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики.

E-mail: au-geen@mail.ru

Донской государственный технический университет.
Россия, 344000, Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1.

Поступила в сентябре 2017 г.

© Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Холодняк М.Г., Щербань Е.М., 2017

Mailyan L.R., Stel'makh S.A., Kholodnyak M.G., Shcherban' E.M.

SELECTION OF THE COMPOSITION OF CENTRIFUGED CONCRETE ON HEAVY FILLERS

The article is devoted to the peculiarities of calculating the composition of centrifuged concretes on heavy fillers. An experiment was performed, which was carried out in accordance with the requirements of normative documents concerning structures of the annular section. The action exerted by the 2.5÷5 fraction on the physical properties of the mixture of the fraction of crushed stone 5÷20 is considered. The investigated composition of the concrete mix and the physical and mechanical characteristics of concrete from it are given. The basic equipment is described; the mode of heat and moisture treatment is assigned. The composition of concrete is class B40. Recommendations are given for further studies to improve the performance characteristics of products and structures of the annular section of heavy concrete.

Keywords: *constructions and products of annular section, centrifuged concrete, residual water-cement ratio, selection of the composition of centrifuged concrete, optimal cement consumption of centrifuged concrete, heat treatment regime for centrifuged concrete.*

Information about the authors

Mailyan Levon Rafaelovich, DSc, Professor.

E-mail: mailyan@sroufo.ru

Don State Technical University.

Russia, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1.

Stel'makh Sergey Anatol'evich, PhD, Assistant professor.

E-mail: sergej.stelmax@mail.ru

Don State Technical University.

Russia, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1.

Kholodnyak Mikhail Gennadievich, engineer.

E-mail: xolodniak@yandex.ru

Don State Technical University.

Russia, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1.

Shcherban' Evgeniy Mikhaylovich, PhD, Senior lecturer.

E-mail: au-geen@mail.ru

Don State Technical University.

Russia, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1.

Received in September 2017

© Mailyan L.R., Stel'makh S.A., Kholodnyak M.G., Shcherban' E.M., 2017

¹Рыбникова И.А., ст. препод.,²Рыбников А.М., канд. техн. наук, доц., ст. научн. сотр.¹Белгородский государственный технологический университета имени В. Г. Шухова
(Новороссийский филиал)²Государственный морской университет им. адм. Ф. Ф. Ушакова (г. Новороссийск)

ИЗ ОПЫТА УСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТОВ В СЛАБЫХ ГРУНТАХ

a.ribnikov@novoroskhp.ru

Дано определение слабых грунтов как оснований сооружений. Рассмотрены конструкции забивных пирамидальных, булавовидных, конических набивных свай в выштампованных скважинах, а также фундаментов в вытрамбованных котлованах. Приведены результаты полевых натурных испытаний статической вдавливающей нагрузкой в слабых грунтах, по результатам которых определена их несущая способность и выполнены проекты фундаментов указанных конструкций. Отработана технология устройства свай и фундаментов с использованием специального оборудования. Освещён положительный опыт применения фундаментов в слабых грунтах под здания и сооружения различного назначения в разных регионах. Наблюдения за осадками возведенных зданий и сооружений на рассматриваемых конструкциях фундаментов показал их надёжность.

Ключевые слова: слабые грунты, пирамидальные сваи, вытрамбованный котлован, выштампованная скважина, коническая свая, булавовидная свая, несущая способность.

Введение. К слабым грунтам принято относить связные грунты (чаще водонасыщенные), имеющие прочность на сдвиг в природном залегании менее 0,075 МПа или модуль деформации $E \leq 0,05$ МПа [1]. При приложении нагрузок на основание такие грунты теряют свою прочность и сильно сжимаются. Поэтому на них возводить здания и сооружения не рекомендуется. Основания требуется укрепить, заменить прочными грунтами или прорезать сваями. Имеется положительный опыт устройства фундаментов в рассматриваемых грунтах. К рациональным конструкциям в этих условиях можно отнести: фундаменты в вытрамбованных котлованах; пирамидальные забивные сваи; конические набивные сваи в пробитых скважинах; булавовидные сваи, прорезающие слабые грунты и опирающиеся на нижележащие более прочные грунты.

Методология. Для реального применения новых прогрессивных конструкций фундаментов, в том числе на слабых грунтах, требуется изучение их работы на моделях и в реальных условиях. Если фундамент составной конструкции (например, свайный), то исследуется работа его основного элемента – одиночной сваи, реже – работа свай в группе (кусте). Достоверными являются результаты испытаний натурных конструкций свай и фундаментов в естественных природных условиях. В данной работе описан опыт строительства объектов на пирамидальных и булавовидных сваях, на конических сваях в пробитых скважинах, а также фундаментов в вытрамбованных котлованах. Для внедрения в практику строительства указанных конструкций проводились полевые натурные испытания на

действие на них вертикальной вдавливающей нагрузки по ГОСТ 5686-2012 [2]. Разрабатывались проекты фундаментов перечисленных конструкций, отработывались технология их устройства, и по завершении строительства осуществлялись длительные наблюдения за осадками построенных объектов.

Основная часть. Особенностью просадочных грунтов, имеющих пористую структуру, является уменьшение их в объёме вследствие замачивания их водой при постоянной внешней нагрузке и/или нагрузке от собственного веса. То есть, при замачивании ячеистая структура пор разрушается, и грунты переходят в категорию слабых ненадёжных грунтов. Одним из эффективных способов использования фундаментов в просадочных грунтах являются фундаменты из пирамидальных свай, при погружении которых происходит уплотнение окружающего их грунта.

Пирамидальные сваи (трёхгранные или четырёхгранные), имея форму объёмного клина, при погружении в распор уплотняют основание по боковой поверхности, и в пределах деформируемой зоны в значительной мере ликвидируют просадочные свойства (пористость) грунта. Они эффективны с точки зрения работы при действии горизонтальной нагрузки в силу развитого поперечного сечения верхней части сваи (головы). К назначению их несущей способности надёжнее всего подходить на основе данных полевых испытаний при полном замачивании основания из просадочных грунтов.

С целью определения специфики поведения четырёхгранных пирамидальных свай в проса-

дочных грунтах были проведены их натурные испытания в грунтах естественной влажности и в условиях полного замачивания основания [3]. Испытания проводились на двух экспериментальных площадках строительства – тепличного комбината и жилого многоэтажного дома в г. Курске, для фундаментов с двумя типоразмерами свай. Грунты первой площадки (тепличный комбинат) представлены лёссовидными суглинками I типа по просадочности до глубины 5 м. Они подстилаются напластованиями из непросадочных суглинков, мелких и пылеватых песков. Вторая площадка (жилой дом) сложена сверху-вниз лёссовидными просадочными суглинками мощностью 6 м, двухметровой прослойкой непросадочного суглинка и слоем мелкого песка до разведанной глубины 10,5 м.

Испытания проводились в два этапа. На первом этапе испытывались сваи в грунтах естественной влажности. На втором этапе после проведения испытаний свай на площадках в грунтах естественной влажности просадочные грунты замачивались на всю толщу через дренарующие скважины до степени влажности $G > 0,8$.

На первой площадке проводились испытания статической вдавливающей нагрузкой четырёх свай марки СП 3,5-40/10 длиной 3,5 м, сечением головы 0,4×0,4 м, острия 0,1×0,1 м и углом конусности (угол сбега граней) $\alpha^0 = 2,5^0$. На второй площадке испытывались три сваи марки СП 6-60/20 длиной 6 м сечением головы 0,6×0,6 м, острия 0,2×0,2 м и углом конусности (угол сбега граней) $\alpha^0 = 2^0$. Таким образом, на первой площадке сваи полностью располагались в просадочном грунте, а на второй – опирались концами на непросадочную толщу.

Испытания в пределах каждой площадки производились до и после замачивания по методике ГОСТ 5686-2012 [2]. Несущая способность свай в грунте естественной влажности $F_{ест}$ и в замоченном грунте $F_{зам}$ назначалась по графику зависимости «нагрузка – осадка» согласно СП 24.13330.2011 [4] при осадке свай на 20 мм как для производственных и гражданских зданий с полным железобетонным каркасом в соответствии с СП 22.13330.2011 [5]. Результаты испытаний, а также несущая способность свай, определённая расчётным путём $F_{расч}$ по нормативу [5], сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты испытаний четырёхгранных пирамидальных свай

Марка пирамидальной сваи	Объём сваи V, м ³	Несущая способность сваи, кН			$F_{ест} / V,$ $F_{зам} / V,$ кН/м ³	$F_{ест} / F_{расч}$	$F_{зам} / F_{ест}$
		$F_{расч}$	$F_{ест}$	$F_{зам}$			
Площадка № 1							
СП 3,5-40/10-1	0,245	213	195	-	796	0,92	-
СП 3,5-40/10-2	0,245	213	-	159	649	-	0,82
СП 3,5-40/10-3	0,245	213	170	-	694	0,80	-
СП 3,5-40/10-4	0,245	213	-	146	596	-	0,86
Площадка № 2							
СП 6-60/20-1	1,040	824	-	422	406	-	0,66
СП 6-60/20-2	1,040	824	-	511	491	-	0,80
СП 6-60/20-3	1,040	824	636	-	612	0,77	-

Испытания позволили установить, что сопротивление пирамидальных свай вдавливающим нагрузкам в лёссовых грунтах I типа по просадочности естественной влажности снижается при замачивании грунтов на 14–34 %. Причём большее снижение наблюдается у свай с меньшим углом конусности. В то же время более высокой удельной несущей способностью (на 1 м³ материала) обладают сваи с большим углом α^0 . Расхождение расчётной несущей способности сваи $F_{расч}$ с фактической несущей способностью в грунтах естественной влажности $F_{ест}$ находится в пределах 8–23 % в сторону увеличения.

Анализ приведенных данных показывает, что пирамидальные сваи могут быть применены в качестве свайных фундаментов под малоэтажные

жилые дома, сельскохозяйственные и малонагруженные промышленные объекты, возводимые на грунтах I типа по просадочности. Результаты испытаний послужили основой для разработки проекта свайных фундаментов тепличного комбината в г. Курске. Применение здесь пирамидальных свай (рис.1) позволило практически исключить земляные работы для устройства котлована, снизить трудовые затраты на 322 чел.-дня и стоимость работ нулевого цикла на 26 %. Длительные наблюдения за деформациями фундаментов этого объекта с влажным режимом эксплуатации (полив овощей) показали, что они значительно меньше предельно допустимых.



Рис. 1. Забивка пирамидальных свай на тепличном комбинате в г. Курске

Как показала практика строительства, в слабых грунтах при действии вдавливающей нагрузки эффективны конструкции **фундаментов в вытрамбованных котлованах**. Котлован под каждый отдельный фундамент образуется методом вытрамбовывания на необходимую глубину тяжёлыми трамбовками, имеющими сужение к низу. Затем котлован армируется (при необходимости) и бетонируется. Под основанием фундамента и по его боковой поверхности образуется зона уплотнённого грунта, что повышает несущую способность основания. В результате снижается расход монолитного бетона и опалубочных работ, сокращается объём земляных работ, исключается выполнение ручных работ. Надземные части сооружений можно опирать непосредственно на такие фундаменты, или можно также выполнять в них стаканы под железобетонные колонны.

Отработка технологии вытрамбовывания котлована осуществлялась с использованием трамбовки шестигранной формы (диаметром описанной окружности в верхней части 1,4 м, нижней – 0,8 м) высотой 2,5 м с заострением (рис.2). Для утяжеления трамбовки весом до 7 т её заполнили бетоном. Площадки со слабыми грунтами были выбраны в городах Оренбурге и Липецке. Трамбовка сбрасывалась с высоты 7...10 м по направляющей штанге на каретке, которой был оборудован экскаватор. Время падения трамбовки – 2-3 сек. Для достижения полного заглубления такой трамбовки в грунт требовалось от 20 до 40 ударов – в зависимости от характеристик грунта. При появлении заклинивания в забой добавлялась вода в объёме 15–20 литров. Стенки котлованов получались хорошего качества, ровные, с гладкими уплотнёнными поверхностями, повторяющими форму трамбовки (рис. 3).

С целью повышения несущей способности фундаментов в дно котлована также может втрамбовываться гравий фракции 20...40 мм, порциями по 0,10... 0,25 м³ до необходимого отказа погружения трамбовки. Рекомендованные

нагрузки на такие фундаменты, как показали результаты испытаний в слабых грунтах, составляют до 600...900 кН. На фундаментах в вытрамбованных котлованах построены эстакады технологического трубопровода и теплосетей, складские помещения, подсобные и одноэтажные производственные корпуса.

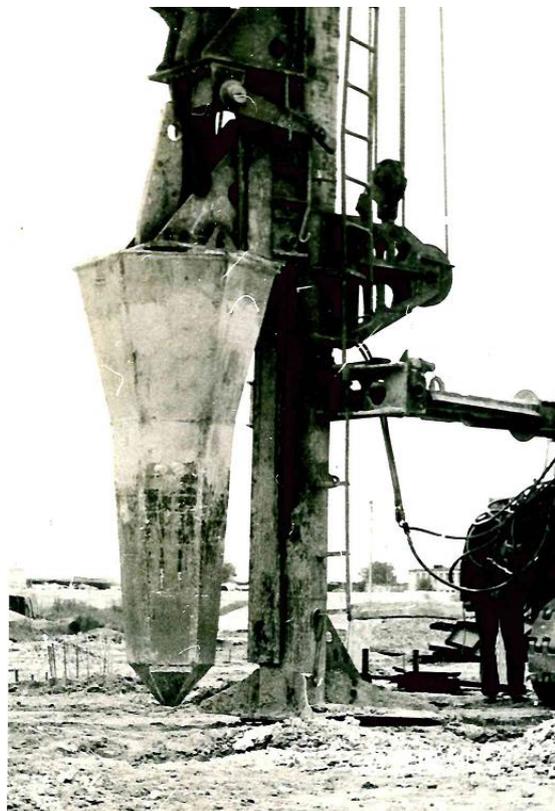


Рис. 2. Шестигранная трамбовка для вытрамбовывания котлованов под фундамент

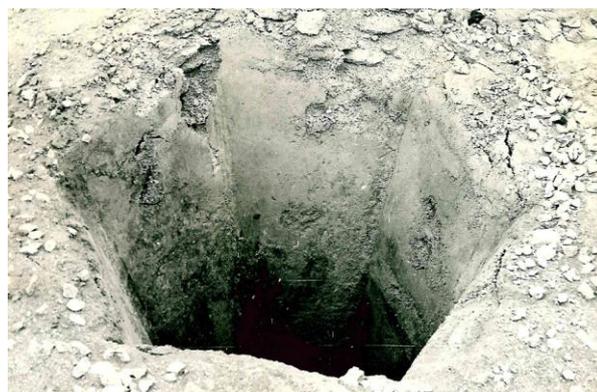


Рис. 3. Вытрамбованный котлован конической трамбовкой под фундамент

Также одним из способов совершенствования фундаментов в слабых грунтах является применение свай, устраиваемых **в пробитых (выштампованных) скважинах** конической формы. Экспериментальные исследования таких свай осуществлялись на площадке строительства завода химического волокна в г. Кустанае [6].

Грунты экспериментального полигона представлены глинами полутвёрдой и мягкой консистенции. Скважины под опытные сваи пробивались установкой УКС с использованием металлического лидера (штампа) круглого сечения длиной 4,2 м, диаметром 0,43 м в верхней и 0,22 м в нижней части (рис.4). Глубина скважин составляла 3 м. Статической вдавливающей нагрузкой было испытано одиннадцать опытных свай, изготовленных по пяти технологическим схемам. Отличие схем заключалось в том, что после пробивки скважин в их дно и нижние части стенок дополнительно втрамбовывался различный объём жёсткого бетона. Затем сваи армировались и бетонировались бетоном класса В 22,5.

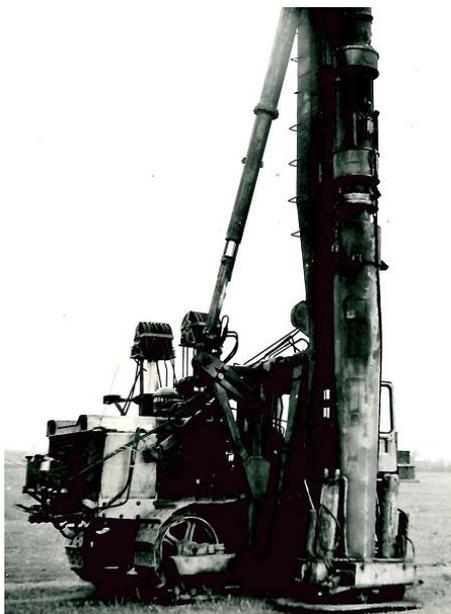


Рис. 4. Установка для пробивки (выштамповывания) конических скважин в грунте под сваи

Установлено, что дополнительное выштамповывание скважин двумя порциями жёсткого бетона по $0,15 \text{ м}^3$ увеличивает площадь опирания свай в забое до 2-х раз, предельное сопротивление свай возрастает с 170 кН до 616 кН, то есть в 3,6 раза.



Рис. 5. Булавовидные сваи

При устройстве опытных кустов из таких свай с прорезкой линз и прослоек несвязных и неустойчивых слабых грунтов, встречающихся в толще глин, вследствие динамического воздействия на грунт при погружении лидера происходили вывалы и осыпания стенок рядом расположенных готовых скважин. Выход был найден в использовании вкладышей, устанавливаемых в скважины сразу после их пробивки. Размеры вкладыша совпадали со скважиной по форме и размерам. Однако, при использовании вкладышей для изготовления кустов свай на 67 % снижалась производительность работ, и на 31 % – несущая способность фундаментов. Это было связано с затратами времени на вдавливание вкладышей в пробитые скважины и наличием неустраняемых зазоров между их поверхностью и стенками скважин. Проведенные исследования позволили запроектировать фундаменты из набивных конических свай при строительстве корпуса полимеризации завода химического волокна со значительным экономическим эффектом.

Известен способ прорезки слабых грунтов **булавовидными сваями** длиной 6...10 м, сечением $30 \times 30 \text{ см}$ с уширением нижнего конца до $50 \times 50 \text{ см}$ (рис.5). Такие сваи целесообразно применять, когда на строительной площадке от поверхности залегают слабые оплывающие грунты (рыхлые пески, супеси текучей консистенции, мягкопластичные глинистые или заторфованные грунты, илы), подстилаемые относительно плотными грунтами. При этом заглубление уширенной части свай в относительно плотные грунты должно быть не менее, чем на высоту уширения. Такие сваи могут применяться для устройства фундаментов жилых и общественных зданий, объектов сельскохозяйственного назначения при статических вдавливающих нагрузках. Их не рекомендуется применять при больших горизонтальных нагрузках.

Однако булавовидные сваи в слабых грунтах имеют более высокую удельную несущую способность (отнесённую на 1 м^3 материала), чем забивные призматические сваи - в среднем 1,5...2,5 раза, что позволяет снизить стоимость возведения свайных фундаментов. Имеющийся опыт показывает, что уширенная часть свай позволяет воспринимать увеличенные нагрузки, а призматическая часть в образовавшейся скважине довольно быстро заливается. Опыт их погружения показал, что забивка в плывуны нерациональна.



Рис. 6. Свайное поле из булавовидных свай тепличного комбината в г. Кзыл-Орде

Вывод. Фундаменты из пирамидальных и булавовидных свай, в вытрамбованных котлованах и пробитых конических скважинах на слабых грунтах были применены при строительстве промышленных, гражданских и сельскохозяйственных объектов и доказали свою технологическую и экономическую эффективность. Необходимо дальнейшее совершенствование и исследование рассматриваемых конструкций фундаментов для других специфических видов грунтовых условий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов.
2. ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями.
3. Пивень В. Г., Рыбников А. М. Применение пирамидальных свай в просадочных грунтах //

При ударе молота по голове булавовидной сваи погружение происходит незначительное. Оптимальным является применение вибропогружателя. На булавовидных сваях был возведен сельскохозяйственный корпус многоцелевого назначения в г. Петропавловске (рис. 6). Единая номенклатура таких свай не разработана, поэтому при их применении используют разработки и данные натурных испытаний свай различных организаций.

Тезисы докладов научно-практической конференции «Прогрессивные конструкции фундаментов и методы производства работ по их устройству». Оренбург: Изд-во «Южный Урал». 1986. С. 30–32.

4. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.

5. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.

6. Моисеев Ю.Н. Выбор рациональных технологических схем устройства набивных конических свай в выштампованном ложе // Тезисы докладов областной научно-практической конференции «Эффективные конструкции фундаментов для промышленного и гражданского строительства в грунтовых условиях Оренбургской области». Оренбург: Изд-во «Южный Урал». 1984. С. 12–13.

Информация об авторах

Рыбникова Ирина Александровна, старший преподаватель кафедры гуманитарных и естественнонаучных дисциплин.

Новороссийский филиал Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. Россия, 353915, Краснодарский край, г. Новороссийск, ул. Мысхакское шоссе, д.75.

Рыбников Александр Михайлович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры «Подъемно-транспортные машины и комплексы».

E-mail: a.ribnikov@novoroskhp.ru.

Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова.

Россия, 353918, Краснодарский край, г. Новороссийск, пр. Ленина, д. 93.

Поступила в сентябре 2017 г.

© Рыбникова И.А., Рыбников А.М., 2017

Rybnikova I.A., Rybnikov A.M.

THE EXPERIENCE OF FOUNDATIONS IN SOFT SOILS

The definition of soft soils as ground structures. The design of precast pyramidal, clavate, tapered piles in vystupovani wells and foundations in wyrmbane pits. The results of field in-situ tests static indenting load in loose soils, the results of which determined their bearing ability and designs for the foundations of these structures. The technology of piling and foundations using special equipment. Lit positive experience with foundations in weak soils under buildings and structures for various purposes in different regions. Monitoring of sediments of constructed buildings and structures on the designs of the bases showed their reliability.

Keywords: *soft ground, pyramidal piles, matramony pit, stamped bore, conical pile, club-shaped pile, bearing capacity.*

Information about the authors

Rybnikova Irina Aleksandrovna, Senior lecturer.

Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Novorossiysk branch.

Russia, 353915, Krasnodar region, Novorossiysk, Myshaksky highway str., 75.

Rybnikov Aleksandr Mikhailovich, Ph.D., Assistant professor, Senior researcher.

E-mail: a.ribnikov@novoroskhp.ru

State Maritime University named after admiral F. F. Ushakov.

Russia, 353918, Krasnodar region, Novorossiysk, Lenin Avenue, 93.

Received in September 2017

© Rybnikova I.A., Rybnikov A.M., 2017

Семенов А.С., канд. техн. наук, доц.,
Кузнецов Д.В., студент

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

semenov-alex@mail.ru

В настоящее время объемы монолитного строительства растут опережающими темпами по сравнению с другими технологиями возведения зданий и сооружений. Повысить эффективность монолитного строительства можно путем выявления факторов, сдерживающих развитие монолитного строительства и исследование методов, применение которых приведет к сокращению сроков строительства, повышению качества возводимых объектов, фондоотдачи строительной техники и снижению трудоемкости строительного производства. В ходе исследования выявлены технико-экономические показатели, применяемые для оценки эффективности монолитного строительства зданий и сооружений. Разработаны мероприятия, направленные на сокращение сроков производства работ, снижения трудоемкости и повышения качества строительства и фондоотдачи.

Ключевые слова: монолитное строительство, эффективность, современные технологии, организационно-технологические и экономические решения.

Введение. Монолитное железобетонное строительство в данный момент является одной из самых быстроразвивающихся сфер не только в строительной отрасли как таковой, но и в мировой экономике в целом. Возрастающие объемы монолитного строительства создают необходимость перехода на надежные скоростные технологии, обеспечивающие качество и надежность конструкций зданий и сооружений [1].

Эффективность монолитного строительства определяется при сравнении с другими технологиями возведения зданий и сооружений. При сравнении различных технологий строительства учитываются приведенные затраты на возведение и эксплуатацию зданий и сооружений, трудоемкость строительства, сроки строительства, материалоемкость, фондоотдача.

Современные технологии позволяют возводить здания и сооружения из трех видов материалов: кирпичные, монолитные и панельные. По данным Росстата, в России в 2015 году было возведено 28592,1 тыс. м² кирпичных зданий, панельных – 9846,5 тыс. м², монолитных – 13824,1 тыс. м². На здания, возводимые из кирпича, приходится 55 % построенных зданий, 26 % – монолитные, 19 % – панельные. Если смотреть на динамику строительства по России, то панельные дома постепенно уходят на третий план. В России набирают темпы монолитное строительство, но все еще не в таких масштабах, как кирпичное [2].

Методика. Направления повышения эффективности монолитного строительства зданий и сооружений выявлены путем анализа основных факторов, ограничивающих дальнейший рост

объемов монолитного строительства. Такими факторами являются устаревшие технологии в строительстве, дорогостоящая опалубка, повышенные требования к контролю качества возводимых объектов и недостаточная квалификация строительных кадров и материально-техническая обеспеченность базы строительства. Для решения проблем монолитного строительства разработаны методы, реализация которых будет способствовать повышению эффективности монолитного строительства.

Основная часть. Преимуществами монолитного строительства как технологии возведения зданий и сооружений являются [3]:

- высокая скорость возведения зданий и сооружений;
- устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды и более высокая долговечность возводимых объектов (более 100 лет);
- низкая материалоемкость по сравнению с кирпичными зданиями и сооружениями;
- высокие показатели фондоотдачи использования строительной техники за счет замены ручного труда механизированным;
- снижение расходов на отделку помещений за счет качественного бетонирования при использовании несъемной опалубки;
- свободная планировка и нестандартные решения фасадов.

Монолитное строительство по большинству технико-экономических показателей имеет преимущества по сравнению с кирпичными и панельными технологиями возведения зданий и со-

оружений [4, 5]. Эффективность возводимых монолитных зданий и сооружений увеличивается по мере повышения этажности за счет оборачиваемости применяемой опалубки.

В результате анализа выявлены проблемы, которые необходимо учитывать при повышении эффективности монолитного строительства (рис. 1).



Рис. 1. Факторы, сдерживающие развитие монолитного строительства

Многие строительные организации работают не имеют соответствующей материально-технической базы (бетононасосы, опалубка, автобетоносмесители) и соответствующей кадровой базы (рабочие, ИТР). Технологическая сложность комплексного процесса возведения объектов из монолитного железобетона оказывает влияние на возникновение высоких рисков срыва сроков выполнения строительных работ.

Увеличение объемов работ по контролю качества производства работ обусловлено большим количеством операций, которые требуют операционного контроля и дополнительных затрат на оплату труда при привлечении к выполнению работ квалифицированных специалистов.

Высокая трудоемкость возведения монолитных зданий и сооружений вызывает необходимость применения комплексной механизации технологических процессов. В монолитном строительстве используется большое количество полуфабрикатов, строительных материалов, изделий заводского изготовления, конструкций, обо-

рудования. Рациональное формирование комплектов машин и организация транспорта в строительстве имеет большое значение, так как доля затрат в настоящее время на транспорт, в среднем, по отрасли превышает 20 % всех затрат строительного производства [6].

Одной из проблем монолитного строительства является высокая зависимость скорости возведения зданий и сооружений от погодных условий, так как весь производственный процесс связан непосредственно с твердением бетона. Для возведения монолитных зданий и сооружений требуется применение ускоренных методов твердения бетонных смесей и технологий зимнего бетонирования.

Для устранения проблем монолитного строительства и повышения эффективности предлагается внедрение организационно-технологических и экономических решений, направленных на сокращение сроков производства работ, снижение трудоемкости, повышения фондоотдачи и качества возводимых объектов (рис. 2).

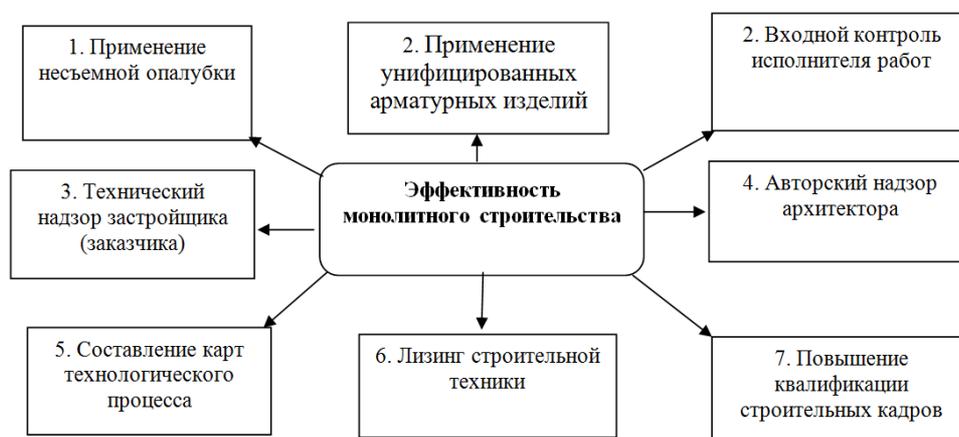


Рис. 2. Методы повышения эффективности монолитного строительства

1. Применение несъемной опалубки

Технология устройства любой опалубки заключается в создании формы будущей стены с помощью строительства опалубки и подачи бетона в готовую форму. Несъемная опалубка не требует демонтажа, теплоизоляционные материалы служат каркасом стены, в итоге получается стена из бетона с нужным сопротивлением теплопередачи [7]. Применение несъемной опалубки позволит сократить сроки строительства и упростит возведение объекта за счет объединения нескольких операций в одном технологическом цикле.

2. Применение унифицированных арматурных изделий

Помимо качественной опалубки и процесса бетонирования немалую роль в процессе монолитного строительства играет качественный арматурный каркас. При создании монолитов большую часть времени занимает возведение арматурного каркаса, при котором несколько сотен прутьев разного диаметра и длины переплетаются в сложную объемную решетчатую конструкцию. Применение унифицированных арматурных изделий позволяет снизить затраты, повысить производительность и качество строительства, сократить его сроки [1].

2. Входной контроль исполнителя работ

При приемке и обследовании возведенных монолитных конструкций важное значение имеет осуществление контроля качества бетона, который проводят комплексным применением методов испытаний и контроля. С целью предотвращения возведения монолитных конструкций низкого качества исполнителю работ необходимо осуществлять входной контроль качества поставляемого бетона, опалубки требованиям стандартов, технических условий или технических свидетельств на них, указанных в проектной документации. В процессе возведения монолитных зданий и сооружений для обеспечения качества монолитных конструкций необходим непрерывный мониторинг качества бетона в период выдерживания и тепловой обработки с применением неразрушающих методов контроля, обработкой результатов методами математической статистики и теории вероятности, а также технологическое проектирование, учитывающее индивидуальные особенности условий строительства [8].

3. Технический надзор застройщика (заказчика)

Нормируемые показатели качества бетона должны контролироваться в процессе производства работ застройщиком (заказчиком) в рамках осуществляемого технического надзора за соот-

ветствием объемов и сроков выполнения исполнителем работ условиям договора и календарному плану строительства [9].

4. Авторский надзор архитектора

Авторский надзор архитектора является одним из элементов системы контроля качества строительства [10]. Автор-архитектор обеспечивает соответствие проектных решений строительно-монтажным работам, выполняемым на объекте, требованиям строительных норм и правил, технологии производства работ. Осуществление авторского надзора повисит ответственность подрядных организаций за качество возводимых зданий и сооружений.

5. Составление карты технологического процесса

Использование видеосъемки для составления карты технологического процесса позволит инженерно-техническим работникам разработать индивидуальные графики работы строителей на каждую смену с указанием времени на выполнение каждой операции. Результатом такой работы станет разработка альбома типовых технологических процессов с отражением типовых схем монтажа опалубки и бетонирования, количества занятых в процессе строителей.

6. Лизинг строительной техники

Технологическая сложность и механизация технологических процессов монолитного строительства выдвигают на первый план решение проблемы обеспечения строительного производства техникой.

В настоящее время использование спецтехники в строительной индустрии занимает важное место и вопрос по ее модернизации, внедрению очень актуален. Развитие строительных проектов и строительства в целом по России в последние годы, особенно в направлении использования монолитной технологии возведения сооружений, положительно сказывается на рынке строительной техники и оборудования [11]. Высокая стоимость строительной техники не позволяет многим строительным организациям приобретать ее за счет собственных средств. Ввиду ограниченности собственных средств строительная техника может приобретаться строительными организациями для возведения монолитных зданий и сооружений на условиях лизинга или аренды.

7. Повышение квалификации строительных кадров

Задачи повышения эффективности монолитного строительства не могут быть решены без квалифицированных кадров. В многочисленных примерах некачественной строительной продукции прослеживается тот факт, что имеет место именно недобросовестность, неквалифицирован-

ность и недостаточный опыт инженерно-технического и рабочего персонала предприятий строительной индустрии при наличии различных инструкций, описания технологий, норм и ГОСТов. Недостаточное внимание к вопросам повышения качества рабочей силы как со стороны производителей, так и со стороны государства не может привести к желаемому эффекту даже после проведения всех модернизаций производств [12]. Повышение квалификации бетонщиков, арматурщиков, плотников-монтажников и других строительных кадров – одно из главных направлений повышения эффективности строительного производства.

Выводы. В ходе проведения исследования выявлены факторы, ограничивающие рост темпов монолитного строительства зданий и сооружений. Предложены методы, реализация которых в совокупности повысит эффективность монолитного строительства, в том числе:

– сократить сроки строительства за счет применения несъемной опалубки, составления карт технологического процесса и повышения квалификации строительных кадров;

– повысить качество возводимых объектов за счет входного контроля исполнителя работ, технического надзора застройщика и авторского надзора архитектора;

– повысить фондоотдачу и снизить трудоемкость за счет применения лизинга строительной техники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мебадури З.А., Учаева Т.В. Экономическая эффективность применения в монолитном строительстве унифицированных арматурных сеток и каркасов // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. 2016. № 2 (3). С. 24–27.
2. Мебадури З.А., Учаева Т.В. Повышение эффективности деятельности строительных предприятий на основе применения современных методов организационно-технологических процессов строительства // Региональная архитектура и строительство. 2016. № 4 (29). С. 178–183.
3. Юдина А.Ф. Достоинства монолитного строительства и некоторые проблемы его совершенствования // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 1. С. 154–156.
4. Дементьев А.В., Брянцев С.Е., Будников П.М. Совершенствование технологии строительства монолитных железобетонных зданий в Кемерово // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2008. № 2. С. 131–134.
5. Мхистроян Н. Новая технология в монолитном строительстве // Капстроительство. 2013. № 5.
6. Мельников Л.М., Бабаян К.Ю. Организация комплексной механизации транспортных процессов в строительстве // Инженерный вестник Дона. 2015. Т. 36. № 2–2. С. 14.
7. Шайдурова Е.В., Калошина С.В. Технологии быстровозводимых зданий // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2016. Т. 2. С. 334–340.
8. Акимова В.П. Монолитное строительство – достоинства и проблемы // Евразийский союз ученых. 2015. № 7-2 (16). С. 29–31.
9. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. Введ. 2011-05-20. М. : Минрегион России, 2010. 23 с.
10. Бусыгина А.Н. Авторский надзор и методы повышения его эффективности // В сборнике: Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее сборник статей IX Международной научно-практической конференции: в 3 частях. 2017. С. 98–100.
11. Канонькина Н.В. Перспективы развития рынка строительной спецтехники в России // В сборнике: Научная дискуссия современной молодёжи: экономика и право сборник статей международной научно-практической конференции. 2016. С. 393–396.
12. Карибова И.Ш. Повышение квалификации строителей как один из главных рычагов роста производительности труда и качества строительной продукции // Региональные проблемы преобразования экономики. 2011. № 2. С. 293–299.

Информация об авторах

Семенов Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительное производство».

E-mail: semenov-alex@mail.ru

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н. Г. Столетовых.

Россия, 600000, Владимир, ул. Горького, д. 87

Кузнецов Дмитрий Валерьевич, студент кафедры «Строительное производство».

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н. Г. Столетовых.

Россия, 600000, Владимир, ул. Горького, д. 87

Поступила в августе 2017 г.

© Семенов А.С., Кузнецов Д.В., 2017

Semenov A.C., Kuznetsov D.V.

**DIRECTIONS OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF MONOLITHIC CONSTRUCTION
OF BUILDINGS AND STRUCTURES**

At present, the volume of monolithic construction is growing at a faster pace than other technologies for the erection of buildings and structures. To increase the effectiveness of monolithic construction, it is possible to identify the factors that impede the development of monolithic construction and identify methods that will lead to shortening the construction time, improving the quality of the constructed facilities, the return on assets of construction equipment, and reducing the labor intensity of construction. In the course of the study, technical and economic indicators used to assess the effectiveness of monolithic construction of buildings and structures were identified. Measures designed to reduce the time of production, reduce labor intensity and improve the quality of construction and capital productivity.

Keywords: *high-rise building, efficiency, modern technologies, organizational and technological and economic solutions.*

Information about the authors

Semenov Aleksandr Sergeevich, PhD, Assistant professor.

E-mail: semenov-alex@mail.ru

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs.

Russia, 600000, Vladimir, Gorky St., 87.

Kuznetsov Dmitriy Valer'yevich, student.

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs.

Russia, 600000, Vladimir, Gorky St., 87.

Received in August 2017.

© Semenov A.C., Kuznetsov D.V., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c5ae50de9.76429176

Сулейманова Л.А., д-р техн. наук, проф.,
Кочерженко В.В., канд. техн. наук, проф.,
Погорелова И.А., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПОГРУЖЕНИЯ ОПУСКНЫХ КОЛОДЦЕВ С УЧЕТОМ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

ludmilasuleimanova@yandex.ru

Предложена методика расчета продолжительности погружения опускных колодцев с учетом надежности основных технологических элементов – технических средств, трудовых ресурсов и материальных элементов, которая позволяет с достаточной степенью точности установить характеристики надежности их работы.

Ключевые слова: методика, продолжительность погружения, опускные колодца, надежность, технические элементы, технические средства, трудовые ресурсы, материальные элементы.

В процессе погружения опускных колодцев ведется разработка и удаление грунта из колодца, параллельно выполняются работы по обеспечению преодоления силы трения. Работы по обеспечению бесперебойного функционирования элемента преодоления трения (ПТ) в зависимости от способа погружения имеют свой состав трудовых процессов. Состав основных трудовых процессов, осуществляемых на строительной площадке при применении различных способов погружения, приведен в ранее опубликованных работах [1, 2].

Опыт строительства сооружений методом опускного колодца показал, что отказ элемента, обеспечивающего преодоление силы трения, вызывает непредсказуемое увеличение продолжительности, трудоемкости и стоимости процесса погружения, так как возникает аварийная ситуация. Поэтому при расчете продолжительности погружения колодцев работа элемента ПТ должна быть безаварийной [3, 4].

На основании статистической обработки многочисленных данных погружения колодцев, с достаточной степенью точности установлены характеристики надежности работы технологических элементов. Это позволяет при разработке методики расчета продолжительности процесса погружения колодцев учитывать их надежность.

Анализ десятков проектов производства работ показал, что выбор технологии разработки грунта внутри колодца зависит от целого ряда объективных и субъективных факторов. По степени влияния на выбор технологии разработки грунта эти факторы можно расположить в следующем порядке: инженерно-геологические условия площадки строительства,

наличие грунтовой воды, номенклатура имеющихся в организации землеройно-транспортных машин, имеющийся опыт строительной организации в использовании той или иной технологии разработки грунта при погружении.

Из широко применяемых трех технологий разработки грунта в полости колодца, грейферная технология имеет весьма ограниченную область применения, в силу особенностей конструкции грейфера. Использование этой технологии возможно только при опускании колодцев диаметром не более 10...12 м и глубиной опускания до 10...12 м в грунтах I и II категории.

Гидромеханизированная технология разработки грунта в колодце имеет также ограниченное применение. Ее применение целесообразно в водонасыщенных грунтах без крупнообломочных включений и не выше II-ой категории. Ограниченная номенклатура имеющихся землесосов делает выгодным применение этой технологии для довольно крупных колодцев диаметром более 16 м.

Наиболее универсальная экскаваторно-бульдозерная технология разработки грунта в колодце, предусматривает применение экскаваторов с емкостью ковша от 0,15 до 0,5 м³ (для рассматриваемых нами параметров колодцев) и башенных кранов грузоподъемностью 5...8 тонн с бадьями емкостью до 4 м³. Количество экскаваторов, бульдозеров и башенных кранов принимается в зависимости от размеров колодцев (из условия их безопасного размещения), а также от объема разрабатываемого грунта. Выбор оптимального комплекта механизмов для экскаваторно-бульдозерной технологии разработки грунта в

зависимости от размеров колодца и из условия обеспечения минимальной продолжительности процесса погружения проведен авторами [5].

Вопрос выбора оптимальной технологии разработки грунта при погружении колодцев и соответствующего комплекта механизмов в зависимости от вышеперечисленных факторов в настоящее время не вызывает затруднений.

На основании проведенного анализа состава трудовых процессов, условий погружения колодцев и технологий разработки грунта были приняты следующие допущения при разработке методики расчета продолжительности погружения колодцев.

1. В процессе погружения элемент, обеспечивающий преодоление силы трения, работает безотказно.

2. Работа технологических элементов: технические средства (ТС), трудовые ресурсы (ТР) и материальные элементы (МЭ) в процессе погружения принята с учетом характеристик надежности [1, 2].

3. Выбор комплектов машин для разработки грунта в колодце осуществляется согласно рекомендациям [5].

4. Работы по разработке грунта внутри колодца и обеспечению непреодолимой силы трения в процессе погружения ведутся параллельно (т.е. обеспечено совмещение этих работ), но более продолжительны работы по разработке грунта.

5. Подготовительные работы по доставке, установке и опробованию механизмов для разработки грунта и проведения мероприятий по преодолению силы трения выполняются в подготовительный период.

Исходя из принятых допущений, продолжительность процесса погружения определяется временем разработки грунта внутри колодца и удаления его из полости, с тем, чтобы оболочка колодца заняла проектное положение.

При экскаваторно-бульдозерной технологии разработки грунта продолжительность соответствует большему из 2-х значений: времени разработки грунта экскаватором – $T_э$ или времени удаления разработанного грунта краном – $T_к$. Время разработки грунта экскаватором определяется в общем случае по формуле:

$$T_э = \frac{V_ц + KV_б}{Q_{эс} \times N_э}, \quad (1)$$

где $V_ц$ – объем грунта, разрабатываемого в центральной части колодца, м³; $V_б$ – объем грунта бермы (ширина 1...2 м); K – коэффициент снижения производительности экскаваторов при разработке бермы (0,7...0,8); $Q_{эс}$ – сменная

производительность экскаватора, м³; $N_э$ – количество экскаваторов.

Время удаления разработанного грунта краном определяется по формуле:

$$T_к = \frac{V_ц + V_б}{Q_{кк} \times N_к}, \quad (2)$$

$Q_{кк}$ – средняя сменная производительность крана при погружении колодца на заданную глубину i , м³; $N_к$ – количество экскаваторов.

Средняя сменная производительность крана при удалении грунта с глубины i :

$$Q_{кк} = 60 V_{тс} \frac{T_{см}}{t_{ци}} K_в, \quad (3)$$

$V_{тс}$ – объем бады, по плотному грунту – 2,0 м²; $K_в$ – коэффициент использования крана во времени; $t_{ци}$ – продолжительность одного цикла крана, при удалении грунта с глубины i , определяемая из выражения:

$$t_{ци} = 2 \left(K_{свi} \frac{l_{вi}}{V} + K_{сгi} \frac{\varphi}{\omega} \right), \quad (4)$$

где V и ω – скорость подъема-опускания бады и угловая скорость поворота стрелы крана, м/мин и об/мин; $K_{свi}$ – коэффициент совмещения операций при вертикальном перемещении грузов; $K_{сгi}$ – коэффициент совмещения операций при горизонтальном перемещении грузов; $l_{вi}$ – расстояние транспортирования бады по вертикали с глубины i , м; φ – угол поворота стрелы крана при транспортировании бады, град.

С учетом характеристик надежности технологических элементов продолжительность погружения колодца определяется следующим образом.

При $T_э > T_к$;

$$T_{эб} = T_э \times \frac{1}{K_г} = \frac{(V_ц + V_б K)(T_о + T_б)}{Q_{эс} N_э T_о}, \quad (5)$$

где $T_э$ – время разработки грунта экскаватором, определяется по формуле (1), см; $K_г$ – коэффициент готовности системы погружения колодцев в зависимости от способа погружения при экскаваторно-бульдозерной технологии разработки грунта; $T_о$ и $T_б$ – время наработки на отказ и время восстановления системы погружения колодцев при экскаваторно-бульдозерной технологии разработки грунта (значения $T_о$ и $T_б$ для исследованных способов погружения при экскаваторно-бульдозерной технологии разработки грунта приведены в [1, 2].

При $T_к > T_э$;

$$T_{эб} = T_к \times \frac{1}{K_г} = \frac{2(V_ц + V_б) \left(K_{свi} \frac{l_{вi}}{V} + K_{сгi} \frac{\varphi}{\omega} \right) (T_б + T_о)}{60 T_{см} K_в N_к T_о}, \quad (6)$$

где $T_к$ – время удаления краном из колодца

разработанного грунта, см.

При разработке и удалении грунта с помощью грейферной технологии продолжительность процесса погружения определяется по формуле:

$$T_{\text{гр}} = \frac{Vt_{\text{ци}}}{qT_{\text{см}}60}, \quad (7)$$

где q – объем ковша грейфера, м³; $t_{\text{ци}}$ – продолжительность одного цикла грейфера, при удалении грунта с глубины i , определяемая по формуле (4), мин.

С учетом надежности технологических элементов продолжительность погружения колодца определяется по формуле:

$$T = T_{\text{гр}} \frac{1}{K_r} = \frac{Vt_{\text{ци}}(T_o + T_e)}{qT_{\text{см}}60T_o}, \quad (8)$$

где K_r – коэффициент готовности системы погружения колодцев при грейферной технологии разработки грунта в зависимости от способа погружения колодца, представленный [1]; T_o и T_e – время наработки на отказ и время восстановления технологических элементов при грейферной технологии разработки грунта (значения T_o и T_e для исследованных способов погружения приведены в [2]).

При гидромеханизированной разработке грунта продолжительность процесса погружения с учетом надежности технологических элементов определяется по формуле:

$$T_{\text{гм}} = \frac{V_{\text{ц}} + V_{\text{б}}}{Q_{\text{гмс}}}, \quad (9)$$

где $Q_{\text{гмс}}$ – сменная производительность землесосов или гидроэлеваторных установок, м³.

Надежность технологических элементов при расчете продолжительности погружения колодцев в этом случае учитывается аналогично с вышеприведенными способами разработки

грунта, с той лишь разницей, что характеристики надежности T_o и T_e принимаются для гидромеханизированной технологии разработки грунта.

Таким образом, на основании представленных исследований надежности технологических элементов, в процессе погружения колодцев, предложена методика расчета его продолжительности с учетом надежности основных технологических элементов: технические средства, трудовые ресурсы и материальные элементы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочерженко В.В., Погорелова И.А., Сулейманов А.Г. Исследование влияния технологических факторов на надежность процесса погружения опускных колодцев // Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Наука и инновации в строительстве». Белгород: Изд-во БГТУ 2017, С. 102–114.
2. Кочерженко В.В., Погорелова И.А. Исследование влияния технологии погружения оболочек опускных колодцев на их напряженно-деформированное состояние // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, 2017, № 1. С. 65–72.
3. Байцур А.И., Климов В.Т. Повышение надежности опускных колодцев. М.: Стройиздат, 1976. 92 с.
4. Силин К.С., Готов Н.И. Опускные колодцы. М.: Изд-во «Транспорт», 1971. 224 с.
5. Милославский Л.С., Камень Б.И. Выбор оптимального комплекса механизмов для погружения опускных колодцев // Промышленное строительство. 1969. №1. С. 30–33.

Информация об авторах

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

E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru

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

Кочерженко Владимир Васильевич, кандидат технических наук, профессор кафедры строительства и городского хозяйства.

E-mail: vvkpgs1946@yandex.ru

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

Погорелова Инна Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства.

E-mail: innapogorelova@yandex.ru

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

Поступила в августе 2017 г.

© Сулейманова Л.А., Кочерженко В.В., Погорелова И.А., 2017

Suleymanova L.A., Kocherzhenko V.V., Pogorelova I.A.
**METHOD OF CALCULATION OF DURATION OF IMMERSION OF CAISSONS, TAKING
IN ACCOUNT RELIABILITY OF TECHNOLOGICAL ELEMENTS**

There was suggested a method of calculation of duration of immersion of caissons, taking in account reliability of main technological elements – technical equipment, workforce and material elements, which allow with sufficient degree of accuracy to define characteristics of reliability of work.

Keywords: *method, durability of immersion, caissons, reliability, technical elements, technical means, workforce, material elements.*

Suleymanova Lyudmila Aleksandrovna, DSc, Professor.

E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukovst. 46.

Kocherzhenko Vladimir Vasilievich, PhD, Assistant professor.

E-mail: vvkpgs1946@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukovst. 46.

Pogorelova Inna Aleksandrovna, PhD, Assistant professor.

E-mail: innapogorelova@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukovst. 46.

Received in August 2017

© Suleymanova L.A., Kocherzhenko V.V., Pogorelova I.A., 2017

Немировский Ю.В., д-р физ.-мат. наук, проф.,
Болтаев А.И., асп.

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ СЛОЁВ НА НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ГИБРИДНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК*

boltaev_artem@mail.ru

В работе предложена аналитическая аппроксимация опытных диаграмм растяжения-сжатия древесины вдоль волокон в виде многочленов второй и третьей степени. Коэффициенты аппроксимирующих функций определяются двумя способами: с помощью метода наименьших квадратов, используя опытные диаграммы деформирования; с помощью наложения определённых требований на диаграммы, используя основные механические характеристики древесины (максимальные напряжения и деформации, модули упругости). Даны численные значения коэффициентов аппроксимации для 15 различных пород древесины. Приведённые в работе примеры расчёта неоднородно-слоистых деревянных конструкций позволили показать особенности работы такого сильно физически нелинейного и разносопротивляющегося материала как древесина. Варьирование породы древесины и формы слоёв приводит к значительному изменению несущей способности и деформативности конструкции. Показана возможность изменения характера начала разрушения, а также возникновения скрытых форм разрушения при перестановке пород слоёв. Разработанный в статье метод расчёта гибридных стержневых деревянных конструкций открывает большие возможности для решения задач оптимизации при проектировании, и позволяет рациональным способом использовать различные породы древесины.

Ключевые слова: диаграммы деформирования, слоистые конструкции, деревянные конструкции, физическая нелинейность, разносопротивляемость, сжатие, растяжение.

Введение. Древесина широко используется в строительстве [1–3]. Этому способствуют такие её качества как [1]: низкий удельный вес – при средней плотности 550 кг/м^3 она в 14 раз легче стали и в 4,5 раза легче бетона; высокая удельная прочность – $25500 \text{ м}^2/\text{с}^2$ для древесины, $29500 \text{ м}^2/\text{с}^2$ для строительной стали и $5800 \text{ м}^2/\text{с}^2$ для бетона класса В25. Она также обладает малой теплопроводностью, высокой химической стойкостью и высокой технологичностью. И что немаловажно – является самовозобновляемым и экологически чистым материалом.

Основные недостатки древесины – пороки, неоднородность и анизотропность физико-механических свойств, пожароопасность, коробление, усушка и др. [1, 3] могут быть в значительной степени устранены путём различных технологических и конструктивных приёмов, используемых при производстве современных деревянных конструкций. Кроме этого, современные технологии позволяют создавать клееные деревянные конструкции различных форм поперечных сечений и пролётов, что значительно расширяет их область применения.

Примерами эффективного использования древесины в строительстве могут служить: радиобашня в Польше высотой 118 м (1935 г.), деревобетонный мост в Австрии [4] пролётом 85 м

(1993 г.), жилое здание в Канаде [5] высотой 53 м (2017 г.) и др.

Следует отметить, что существующие нормативные методы расчёта деревянных конструкций [6–7] обладают рядом недостатков:

- не учитывают реальные диаграммы деформирования древесины;
- не позволяют проектировать неоднородные (состоящие из разных пород) конструкции, так как основаны на экспериментальных данных, полученных для однородных конструкций;
- накладывают ограничения на возможные формы поперечных сечений (прямоугольное, круглое, двутавровое и т.п.).

Стандартные методы расчёта физически нелинейных стержневых конструкций [8–13] рассматривают в основном однородные конструкции и не уделяют должного внимания особенностям работы древесины.

Следовательно, необходимо создание методики расчёта деревянных конструкций, учитывающей реальные диаграммы деформирования древесины и позволяющей рассчитывать и проектировать неоднородные конструкции.

1. Диаграммы деформирования древесины. Здесь и далее будем говорить о диаграм-

мах, полученных при кратковременных испытаниях малых чистых образцов древесины на растяжение-сжатие вдоль волокон.

Для использования диаграмм деформирования в расчётах необходимо получить их аналитическую форму. Функция, описывающая диаграммы, должна удовлетворять двум основным критериям: достаточно точно описывать опытные данные и иметь, по возможности, простой вид. При этом оба условия являются взаимоисключающими – желание получить, как можно более точное совпадение с экспериментальными данными приводит к усложнению связи между напряжениями и деформациями.

Отметим, что не следует стремиться к идеальному совпадению экспериментальной диаграммы и аппроксимирующей её функции. Так как сами опытные диаграммы деформирования получаются путём осреднения целого набора диаграмм. При этом средние коэффициенты вариации механических свойств древесины (предел прочности, модуль упругости и др.) лежат в пределах 13–20 % [14].

Для разработки теории расчёта физически нелинейных гибридных стержневых систем будем использовать два вида функций:

1. квадратная аппроксимация отдельно для растяжения и сжатия [15]

$$\sigma^{\pm}(\varepsilon) = E_1^{\pm} \varepsilon + E_2^{\pm} \varepsilon^2. \quad (1)$$

верхние знаки берутся при $0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_*^+$, нижние – при $\varepsilon_*^- \leq \varepsilon \leq 0$.

2. кубическая аппроксимация на всём диапазоне деформирования $\varepsilon_*^- \leq \varepsilon \leq \varepsilon_*^+$ [16]

$$\sigma(\varepsilon) = E_1 \varepsilon + E_2 \varepsilon^2 + E_3 \varepsilon^3. \quad (2)$$

где ε_*^+ , ε_*^- – предельные значения продольных

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{tot}}, \quad SS_{res} = \sum_{i=1}^n (\sigma_i - \hat{\sigma}_i)^2, \quad SS_{tot} = \sum_{i=1}^n (\sigma_i - \bar{\sigma}_i)^2, \quad \bar{\sigma}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i. \quad (3)$$

где σ_i – значения напряжений, взятые из опытных графиков; $\hat{\sigma}_i$ – значения напряжений, полученные непосредственно по формулам (1) или (2); n – количество точек взятых на экспериментальных диаграммах.

Результаты аппроксимации даны на рис. 1–3, значения коэффициентов аппроксимации, а также коэффициентов детерминации приведены в табл. 1–2. На рис. 1–3 экспериментальные данные обозначены следующими значками: треугольниками для сосны, крестиками для ясеня и кружками для ели. Соответствующие им аппроксимирующие функции проведены сплошными линиями. В табл. 1 коэффициенты детерминации отдельно приведены для диаграмм растяжения – R^{2+} и отдельно для диаграмм сжатия – R^{2-} . Величины σ_*^+ , σ_*^- – максимальные нормальные напряжения при растяжении (+) и сжатии (-).

деформаций при растяжении и сжатии; E_i^{\pm}, E_j – коэффициенты аппроксимации диаграмм деформирования соответственно для квадратной и кубической функций.

Принятие в качестве аппроксимирующей функции степенных многочленов с одной стороны позволяет достаточно точно описать экспериментальные данные, с другой стороны данные функции имеют простой вид и являются одними из наиболее изученных в математике.

Связь между напряжениями и деформациями в форме (1) и (2) позволяет получать в пределе модели одномодульного и разномодульного линейно-упругого материала. Если в (1) принять $E_2^{\pm} = 0$, то приходим к модели разномодульного линейно-упругого материала. Далее, принимая $E_1^+ = E_1^- = E$, получим уравнение закона Гука. Тоже получим и в (2) при $E_2 = E_3 = 0$.

Для подтверждения возможности аппроксимации диаграмм деформирования функциями (1,2) используем экспериментальные данные для трёх пород древесины: сосны [17], ясеня [18] и ели [19]. И, на основе метода наименьших квадратов [20], вычислим коэффициенты аппроксимации E_i^{\pm}, E_j . Для этого области $\varepsilon_*^- \leq \varepsilon \leq 0$ и $0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_*^+$ на опытных графиках растяжения-сжатия разбиваем на девять равных отрезков. На конце каждого отрезка определяем пары значений $\sigma_i - \varepsilon_i$. Имея набор экспериментальных значений $\sigma_i - \varepsilon_i$, находим коэффициенты E_i^{\pm}, E_j .

Оценку степени точности аппроксимации проводим с помощью коэффициента детерминации R^2 [20]:

Анализ экспериментальных диаграмм деформирования показывает, что при растяжении древесина деформируется линейно практически до самого разрушения, а при сжатии уже в области средних напряжений начинает проявляться физическая нелинейность, которая возрастает по мере увеличения нагрузки. Для одной и той же породы древесины пределы прочности на растяжение и сжатие различаются до 2,6 раз, максимальные деформации – до 1,6 раз.

Из рис. 1–3 видно, что функции (1) и (2) достаточно хорошо аппроксимируют экспериментальные диаграммы деформирования древесины. При этом квадратная аппроксимация немного точнее кубической. Коэффициент детерминации для квадратной аппроксимации изменяется от 0,9975 до 0,9999, для кубической – от 0,9951 до 0,9995, см. табл. 1–2.

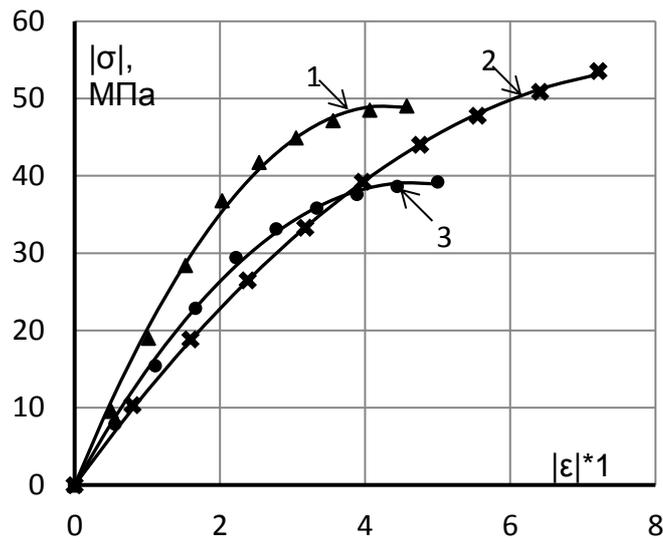


Рис. 1. Квадратная аппроксимация диаграмм сжатия древесины.
1 – сосна, 2 – ясень, 3 – ель. Способ 1

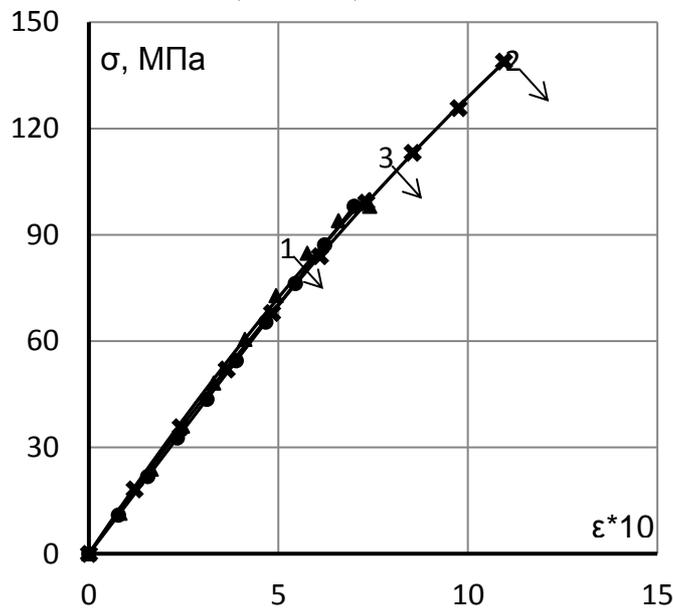


Рис. 2. Квадратная аппроксимация диаграмм растяжения древесины.
1 – сосна, 2 – ясень, 3 – ель. Способ 1

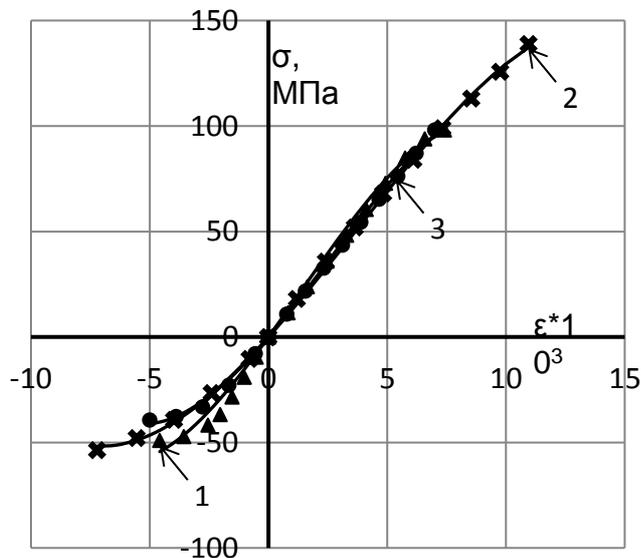


Рис. 3. Кубическая аппроксимация диаграмм деформирования древесины.
1 – сосна, 2 – ясень, 3 – ель. Способ 1

Таблица 1

Характеристики диаграмм деформирования для квадратной аппроксимации. Способ 1

№	Характеристики Порода	E_1^+	E_1^-	E_2^+	E_2^-	ε_*^+	ε_*^-	σ_*^+	σ_*^-	R^{2+}	R^{2-}
		10^3 МПа	10^3 МПа	10^6 МПа	10^6 МПа	10^{-3}	10^{-3}	МПа	МПа		
1	Сосна	15,97	22,82	-0,303	2,65	7,4	-4,6	101,6	-48,9	0,9967	0,9975
2	Ясень	15,21	12,94	-0,233	0,773	11,0	-7,2	138,7	-53,2	0,9999	0,9998
3	Ель	14,01	16,74	0	1,789	7,0	-5,0	98,1	-39,0	0,9999	0,9980

Таблица 2

Характеристики диаграмм деформирования для кубической аппроксимации. Способ 1

№	Характеристики Порода	E_1	E_2	E_3	ε_*^+	ε_*^-	σ_*^+	σ_*^-	R^2
		10^3 МПа	10^6 МПа	10^9 МПа	10^{-3}	10^{-3}	МПа	МПа	
1	Сосна	15,55	0,373	-0,094	7,4	-4,6	97,6	-54,4	0,9951
2	Ясень	12,60	0,451	-0,042	11,0	-7,2	137,4	-51,8	0,9995
3	Ель	13,24	0,610	-0,078	7,0	-5,0	95,9	-41,2	0,9988

При определении коэффициентов диаграмм деформирования E_i^\pm, E_j использовались экспериментальные графики. Однако число таких графиков сильно ограничено. В основном в литературе приводятся данные по E_{ii} (модуль упругости при

изгибе) и σ_*^\pm [21, 22], реже можно найти модули упругости при растяжении E^+ и сжатии E^- [22]. Значения предельных деформаций ε_*^\pm практически отсутствуют.

Таблица 3

Методы определения коэффициенты для квадратной аппроксимации

№	Определяющие уравнения	Коэффициенты диаграмм деформирования	R^{2+}	R^{2-}
1	$\left. \frac{d\sigma^\pm}{d\varepsilon} \right _{\varepsilon=0} = E^\pm,$ $\left. \frac{d\sigma^\pm}{d\varepsilon} \right _{\varepsilon=\varepsilon_*^\pm} = 0.$	$E_1^\pm = E^\pm,$ $E_2^\pm = -\frac{E^\pm}{2\varepsilon_*^\pm}.$	0.6085	0.9880
			0.6355	0.9671
			0.4263	0.9869
2	$\left. \frac{d\sigma^\pm}{d\varepsilon} \right _{\varepsilon=0} = E^\pm,$ $\sigma(\varepsilon_*^\pm) = \sigma_*^\pm.$	$E_1^\pm = E^\pm,$ $E_2^\pm = \frac{\sigma_*^\pm - E^\pm \varepsilon_*^\pm}{\varepsilon_*^{\pm 2}}.$	0.9941	0.9974
			0.9999	0.9997
			1.0000	0.9979
3	$\left. \frac{d\sigma^\pm}{d\varepsilon} \right _{\varepsilon=\varepsilon_*^\pm} = 0,$ $\sigma(\varepsilon_*^\pm) = \sigma_*^\pm.$	$E_1^\pm = 2 \frac{\sigma_*^\pm}{\varepsilon_*^\pm},$ $E_2^\pm = -\frac{\sigma_*^\pm}{\varepsilon_*^{\pm 2}}.$	0.8487	0.9934
			0.8119	0.9787
			0.7055	0.9940
4	$\left. \frac{d\sigma^\pm}{d\varepsilon} \right _{\varepsilon=0} = E^\pm,$ $\left. \frac{d\sigma^\pm}{d\varepsilon} \right _{\varepsilon=\varepsilon_*^\pm} = 0,$ $\sigma(\varepsilon_*^\pm) = \sigma_*^\pm.$	$E_1^\pm = E^\pm,$ $E_2^\pm = -\frac{E^{\pm 2}}{4\sigma_*^\pm},$ $\varepsilon_*^\pm = 2 \frac{\sigma_*^\pm}{E^\pm}.$	0.9190	0.9975
			0.9423	0.9996
			0.8566	0.9980

Одно из важных свойств, которому должны удовлетворять диаграммы деформирования, заключается в том, чтобы их коэффициенты определялись через известные величины $\sigma_*^\pm, \varepsilon_*^\pm$ и E^\pm . С одной стороны, это позволит по известным данным получить большое количество диаграмм деформирования для различных пород. С другой стороны, что более важно, даст возможность учитывать влияние различных факторов (температуры, влажности, времени, скорости нагружения,

изменчивости свойств и т.д.) на диаграммы деформирования через накопленную информацию [1, 3, 6, 14, 21, 22] о влиянии этих факторов на $\sigma_*^\pm, \varepsilon_*^\pm$ и E^\pm .

В связи с этим были проанализированы различные варианты определения коэффициентов E_i^\pm, E_j через $\sigma_*^\pm, \varepsilon_*^\pm, E^\pm$ – табл. 3-4. В табл. 3-4 коэффициенты детерминации приведены для трёх пород древесины. Первой строке соответствует сосна, второй – ясень, и третьей – ель. Значения E^\pm взяты из табл.1 - $E^\pm = E_1^\pm$.

Таблица 4

Методы определения коэффициенты для кубической аппроксимации

№	Определяющие уравнения	Коэффициенты диаграмм деформирования	R ²
1	$\frac{d\sigma}{d\varepsilon}\Big _{\varepsilon=0} = \min(E^+; E^-),$ $\sigma(\varepsilon_*^\pm) = \sigma_*^\pm.$	$E_1 = \min(E^+; E^-),$ $E_2 = \frac{\sigma_*^+ - E_1 \varepsilon_*^+ - E_3 \varepsilon_*^{+3}}{\varepsilon_*^{+2}},$ $E_3 = \frac{E_1}{\varepsilon_*^+ \varepsilon_*^-} + \frac{\sigma_*^+}{\varepsilon_*^{+2}(\varepsilon_*^+ - \varepsilon_*^-)} - \frac{\sigma_*^-}{\varepsilon_*^{-2}(\varepsilon_*^+ - \varepsilon_*^-)}.$	0.9934
			0.9991
			0.9970
2	$\frac{d\sigma}{d\varepsilon}\Big _{\varepsilon=0} = \min(E^+; E^-),$ $\frac{d\sigma}{d\varepsilon}\Big _{\varepsilon=\varepsilon_*^\pm} = 0.$	$E_1 = \min(E^+; E^-),$ $E_2 = -E_1 \frac{\varepsilon_*^- + \varepsilon_*^+}{2\varepsilon_*^+ \varepsilon_*^-},$ $E_3 = \frac{E_1}{3\varepsilon_*^- \varepsilon_*^+}.$	0.9897
			0.9749
			0.9713
3	$\frac{d\sigma}{d\varepsilon}\Big _{\varepsilon=0} = \min(E^+; E^-),$ $\frac{d\sigma}{d\varepsilon}\Big _{\varepsilon=\varepsilon_*^\pm} = 0,$ $\sigma(\varepsilon_*^\pm) = \sigma_*^\pm.$	$E_1 = \min(E^+; E^-),$ $E_2 = \frac{3\sigma_*^+ - 2E_1 \varepsilon_*^+}{\varepsilon_*^{+2}},$ $E_3 = \frac{E_1 \varepsilon_*^+ - 2\sigma_*^+}{\varepsilon_*^{+3}}.$ ε_*^\pm находим из решения системы: $\sigma_*^- 3(k^2 - a) = 2E_1 \varepsilon_*^- k(k - 1)$ $E_1 \varepsilon_*^- k(k^2 - 1) = 2\sigma_*^-(k^3 - a)$ Где $k = \frac{\varepsilon_*^+}{\varepsilon_*^-}$ $a = \frac{\sigma_*^+}{\sigma_*^-}.$	0.9932
			0.9863
			0.9978
4	$\frac{d\sigma}{d\varepsilon}\Big _{\varepsilon=\varepsilon_*^\pm} = 0,$ $\sigma(\varepsilon_*^\pm) = \sigma_*^\pm.$	$E_1 = \frac{1}{(\varepsilon_*^+ - \varepsilon_*^-)^2} \left[\sigma_*^- \frac{\varepsilon_*^+}{\varepsilon_*^-} (2\varepsilon_*^+ - 3\varepsilon_*^-) + \sigma_*^+ \frac{(\varepsilon_*^-)^2}{\varepsilon_*^+} \right],$ $E_2 = \frac{1}{(\varepsilon_*^+ - \varepsilon_*^-)^2} \left[\sigma_*^- \left(3 - \left(\frac{\varepsilon_*^+}{\varepsilon_*^-} \right)^2 \right) - \sigma_*^+ \frac{2\varepsilon_*^-}{\varepsilon_*^+} \right],$ $E_3 = \frac{1}{(\varepsilon_*^+ - \varepsilon_*^-)^2} \left[\sigma_*^- \frac{\varepsilon_*^+ - 2\varepsilon_*^-}{(\varepsilon_*^-)^2} + \sigma_*^+ \frac{1}{\varepsilon_*^+} \right].$	0.9869
			0.9993
			0.9981

Будем считать аппроксимацию хорошо совпадающей с экспериментальными данными при $R^2(R^{2\pm}) \geq 0.990$. Исходя из этого, для квадратной аппроксимации наилучшим является вариант

в строке 2 табл. 3. Для кубической аппроксимации наилучший вариант расположен в строке 1 табл.4. Покажем графики деформирования для каждого их этих вариантов – рис. 4-6.

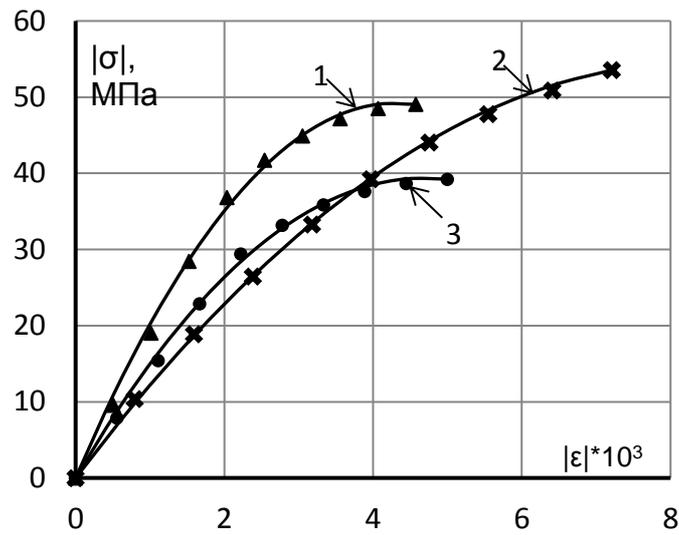


Рис. 4. Квадратная аппроксимация диаграмм сжатия древесины.
1 – сосна, 2 – ясень, 3 – ель. Способ 2

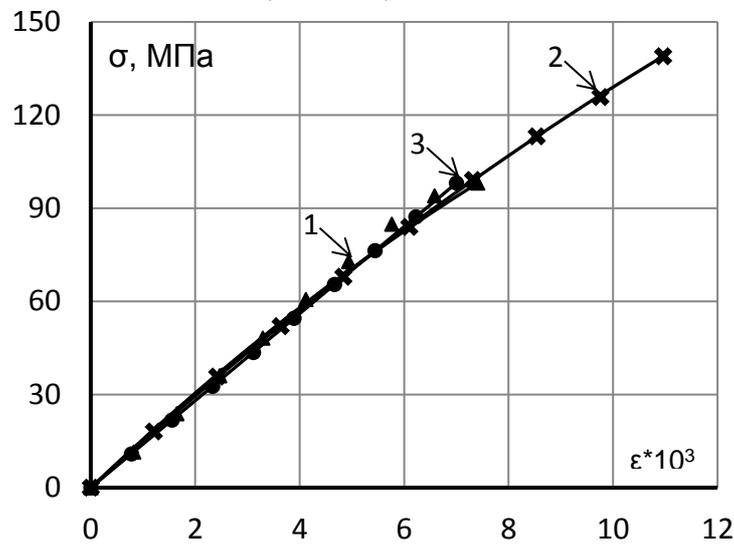


Рис. 5. Квадратная аппроксимация диаграмм растяжения древесины.
1 – сосна, 2 – ясень, 3 – ель. Способ 2

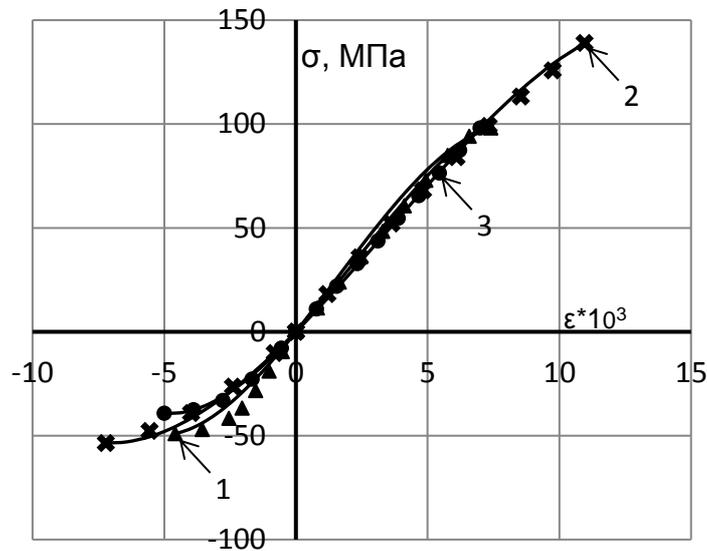


Рис. 6. Кубическая аппроксимация диаграмм деформирования древесины.
1 – сосна, 2 – ясень, 3 – ель. Способ 2

Данные рисунки свидетельствуют об успешной возможности аппроксимации диаграмм деформирования с использованием основных механических характеристик древесины - σ_*^\pm , ε_*^\pm и E^\pm .

Оба выбранных варианта аппроксимации требуют знания предельных продольных деформаций ε_*^\pm . Однако, их сложно найти в литературе. Поэтому можно предложить следующий способ определения ε_*^\pm : ε_*^+ находим с использованием закона Гука, так как при растяжении диаграмма деформирования практически линейна вплоть до разрушения; ε_*^- определяем из формул строки 4 табл. 3, так как данный в ней метод определения E_i^- даёт хорошие совпадения с опытом. В итоге,

при отсутствии опытных данных о ε_*^\pm , можно приближённо принять:

$$\varepsilon_*^+ = \frac{\sigma_*^+}{E^+}, \quad \varepsilon_*^- = 2 \frac{\sigma_*^-}{E^-}. \quad (4)$$

Вычислим ε_*^\pm по формулам (4) и сравним с предельными деформациями, взятыми из диаграмм деформирования сосны, ясеня и ели. Максимальная разница для сосны составляет 17,0 %, для ясеня – 16,6 % и для ели – 6,2 %.

Используя формулы (4) и данные о σ_*^\pm , E^\pm из [22], вычислим коэффициенты аппроксимации для различных пород древесины – табл. 5. Коэффициенты E_i^\pm определяем по формулам строки 2 табл. 3, а E_j – по формулам строки 1 табл. 4.

Таблица 5.

Характеристики диаграмм деформирования. Способ 2

№	Порода	Характеристики										
		E_1^+ 10 ³ МПа	E_1^- 10 ³ МПа	E_2^+ 10 ⁶ МПа	E_2^- 10 ⁶ МПа	E_1 10 ³ МПа	E_2 10 ⁶ МПа	E_3 10 ⁹ МПа	ε_*^+ 10 ⁻³	ε_*^- 10 ⁻³	σ_*^+ МПа	σ_*^- МПа
1	Берёза даурская	18,4	16,1	0	1,325	16,1	0,922	-0,066	10,65	-6,07	196	-48,9
2	Граб кавказский	14,8	12,4	0	0,523	12,4	0,387	-0,011	8,18	-11,85	121	-73,5
3	Дуб красный	14,2	14,2	0	0,818	14,2	0,395	-0,049	8,10	-8,68	115	-61,6
4	Ива ломкая	11,1	11,5	0	0,808	11,1	0,408	-0,048	8,42	-7,11	93,5	-40,9
5	Лиственница сибирская	14,7	14,2	0	0,804	14,2	0,418	-0,044	8,16	-8,83	120	-62,7
6	Ольха черная	12,1	13,0	0	0,969	12,1	0,467	-0,055	8,51	-6,71	103	-43,6
7	Осина	15,6	12,8	0	0,916	12,8	0,652	-0,038	8,53	-6,98	133	-44,7
8	Пихта кавказская	12,7	12,7	0	0,894	12,7	0,497	-0,056	8,90	-7,10	113	-45,1
9	Тополь сереющий	9,05	10,1	0	0,630	9,05	0,293	-0,026	11,38	-8,02	103	-40,5
10	Тополь черный	12,4	13,9	0	0,992	12,4	0,436	-0,049	8,95	-7,01	111	-48,7
11	Ясень маньчжурский	15,8	12,6	0	0,781	12,6	0,579	-0,025	9,24	-8,06	146	-50,8
12	Ясень обыкновенный	14,2	15,2	0	1,144	14,2	0,593	-0,060	9,86	-6,64	140	-50,5

Анализируя данные табл.5 можно выявить следующие особенности диаграмм деформирования древесины:

1. модули упругости древесины при растяжении и сжатии отличаются максимум на 20,2 %, причём для половины пород эта разница лежит в пределах 7 %.

2. Предельные деформации растяжения практически всегда больше предельных деформаций сжатия. Для берёзы даурской ε_*^+ больше ε_*^- в 1,75 раза, а для граба кавказского ε_*^- больше ε_*^+ в 1,45 раза.

3. Предел прочности на растяжение больше предела прочности на сжатие в среднем в 2,5 раза. Для берёзы даурской σ_*^+ больше σ_*^- в 4,0 раза, для граба кавказского σ_*^+ больше σ_*^- в 1,6 раза.

Из табл.5 видно, что модули упругости при растяжении и сжатии в основном не сильно отличаются друг от друга. В работе [6] показано, что можно с небольшой погрешностью принять $E^+ = E^- = E_{и}$. Тогда, используя данные из [21, 22] с учётом (4) можно получить коэффициенты диаграмм деформирования для сотен различных пород древесины по выше описанному алгоритму.

2. Особенности напряжённо-деформированного состояния (НДС) неоднородных деревянных конструкций. В [23, 24] приведён метод определения НДС деревянных конструкций, учитывающий реальные диаграммы деформирования древесины. В [23] используется аппроксимация диаграмм деформирования в виде (1), в [24] – в

виде (2). Здесь, на примере частных расчётов, покажем возможности данного метода, а также особенности деформирования и разрушения неоднородных деревянных конструкций.

Для расчёта возьмём однопролётную балку рис. 7а. На рисунке все размеры даны в миллиметрах.

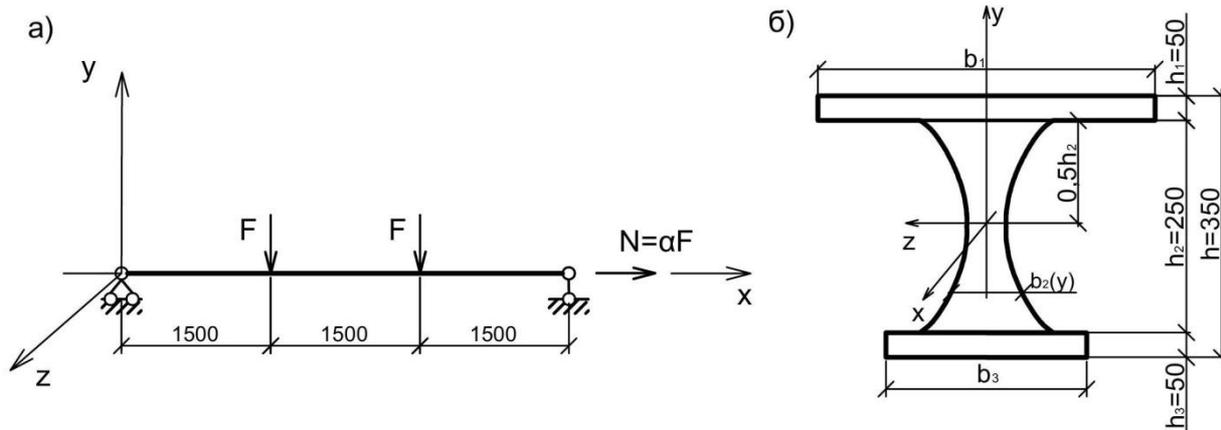


Рис. 7. К расчёту деревянной балки: а) расчётная схема балки; б) поперечное сечение балки

Поперечное сечение балки состоит из трёх слоёв – рис. 7б. Каждый слой может быть выполнен из различных пород древесины. Образующие второго слоя представляют собой квадратные параболы, описываемые выражениями $z(y) = \pm(25 + y^2/625)$ мм. Тогда ширина второго слоя задаётся соотношением $b_2(y) = 50 + 2y^2/625$ мм.

Условие прочности запишем в виде:

$$|\epsilon_i^\pm|_{max} \leq \epsilon_{i*}^\pm \quad (i = 1 \dots n_{сл}). \quad (5)$$

где $|\epsilon_i^\pm|_{max}$ - максимальные по модулю продольные деформации растяжения (+) и сжатия (-) i -го слоя, $n_{сл}$ - количество слоёв. Проверка выполнения условия прочности осуществляется в каждом

слое поперечного сечения для его верхних и нижних границ.

Пример 1. Примем 1 и 3 слои из лиственницы сибирской, 2 слой из берёзы даурской, коэффициент $\alpha = 1$. Проведём серию расчетов, в которых будем изменять ширину верхнего и нижнего слоёв. Введём дополнительное условие на ширину слоёв: $b_1 + b_3 = 400$ мм. Данное условие позволит сохранять неизменными как объём балки, так и стоимость материалов. При другом распределении пород в слоях стоимость материалов будет изменяться. Загружаем балку, увеличивая величину силы F до тех пор, пока в каком-либо слое не выполнится условие (5) со знаком равенства. Результаты расчётов даны в табл.6.

Таблица 6

Результаты расчёта 1

№	b_1 [см]	b_3 [см]	F_{max} [кН]	w_{max} [см]	θ_{max} 10^{-2} [рад]	Номер слоя, в котором достигнуты предельные деформации	Характер начала разрушения: растяжение (+), сжатие (-)	Степень нагружения нижних волокон, [%]
1	100	300	122	6,7	4,5	2	-	45,0
2	150	250	148	7,3	5,0	2	-	56,3
3	200	200	173	8,2	5,6	2	-	71,2
4	250	150	194	9,2	6,3	2	-	90,0
5	300	100	190	9,0	6,2	3	-	100,0

В столбце 4 приведена величина предельно допустимой нагрузки F_{max} . В столбцах 5 и 6 максимальное значение прогиба и угла поворота при $F = F_{max}$. Степень нагружения крайних нижних волокон (столбец 9) равна $max(\epsilon(x, -0.5h))/\epsilon_{3*}^+$.

Сильная степень разносопротивляемости древесины привела к тому, что наибольшая несущая способность достигается для несимметрич-

ного сечения. Также во всех случаях кроме последнего предельные деформации достигались во внутреннем слое сечения.

Пример 2. Расчётную схему балки и форму поперечного сечения возьмём из первого расчёта – рис.7. Примем $b_1 = b_3 = 150$ мм, $\alpha = 0$. Проведём несколько расчётов с неизменной геометрией сечения, но с разными породами слоёв. В первом расчёте (строка 1 табл.6) все слои выполним из граба кавказского. Во втором -

в 1 слой поместим породу лучше всего сопротивляющуюся сжатию, а в 3 слой – лучше всего сопротивляющуюся растяжению. В третьем расчёте поменяем породы 1 и 3 слоёв из второго расчёта местами. В четвёртом расчёте 1 слой выполним из породы хуже всего работающей на сжатие, а в 3 слой – из породы хуже всего работающей на растяжение. В пятом расчёте поменяем породы 1 и 3 слоёв из четвёртого расчёта местами. Для каждого из расчётов 2–5 средний слой будем выполнять в двух вариантах: из древесины с низкой прочностью и малым значением E_1 –

расчёты 2–5, и из древесины с высокой прочностью и большим значением коэффициента E_1 – расчёты 6–9. Загружаем балку до тех пор, пока в каком-либо слое не выполнится условие (5) со знаком равенства. Результаты расчётов даны в табл. 7.

Все породы берём из табл. 5. Во втором столбце табл. 7 дано распределение пород по слоям в соответствии с нумерацией табл. 5. Так шифр 291 означает, что первый слой сделан из граба кавказского, второй – из тополя сереющего и третий – из берёзы даурской.

Таблица 7

Результаты расчёта 2

№	Распределение пород	F_{max} [кН]	w_{max} [см]	θ_{max} 10^{-2} [рад]	Номер слоя, в котором достигнуты предельные деформации	Характер начала разрушения: растяжение (+), сжатие (-)	Степень нагружения нижних волокон, [%]
1	222	173	11,8	8,1	3	+	100
2	291	151	9,9	6,7	2	-	58,7
3	192	98	6,5	4,4	1	-	59,3
4	994	93	8,1	5,5	1	-	66,3
5	499	89	7,7	5,3	1	-	51,1
6	211	145	8,1	5,5	2	-	50,5
7	112	111	6,5	4,4	1	-	59,6
8	914	106	8,0	5,5	2	-	66,4
9	419	102	7,7	5,2	1	-	50,1

Анализируя данные табл. 7 можно выделить следующие особенности деформирования и разрушения неоднородных деревянных конструкций:

1. В зависимости от распределения пород слоёв разрушение может начинаться как на внешней поверхности балки, так и во внутренних слоях. Иначе говоря, в слоистых конструкциях могут возникать скрытые механизмы разрушения.

2. Предельные деформации могут достигаться как в сжатых, так и в растянутых волокнах. При этом резко меняется характер разрушения [1, 6]: достижение предельных деформаций в области сжатия обычно приводит к образованию складок, при этом конструкция сохраняет несущую способность; достижение предельных деформаций в области растяжения приводит к резкому разрушению конструкции.

3. Перераспределение пород значительно влияет на несущую способность и деформативность балки. Величина F_{max} изменяется от 89 до 173 кН, w_{max} – от 6,5 до 11,8 см и θ_{max} от $4,4 \cdot 10^{-2}$ до $8,1 \cdot 10^{-2}$ рад. Простая перестановка пород во внешних слоях (строки 2,3 табл. 7) привела к снижению несущей способности в 1,54 раза.

4. Из сравнения расчётов с одинаковыми породами внешних слоёв и разными породами

среднего слоя видно, что характеристики среднего слоя не сильно сказываются на несущей способности балки. Максимальное снижение F_{max} составило 1,15 раза. При этом площадь поперечного сечения среднего слоя в 2,23 раза больше площади наружного слоя.

5. Практически во всех расчётах предельные деформации достигались в сжатой зоне. При этом максимальные деформации растяжения составляли (50,1–66,4) % от предельных значений. Что является следствием сильной разносопротивляемости древесины.

Заключение. Как видно из опытных диаграмм деформирования, древесина является сильно физически нелинейным материалом. Графики деформирования при растяжении и сжатии существенно различаются. Поэтому важно учитывать данные особенности в расчёте и проектировании деревянных конструкций. Предложенная в работе аппроксимация диаграмм деформирования многочленами 2-ой и 3-ей степени хорошо согласуется с экспериментальными данными, что подтверждено расчётами.

На примере расчёта неоднородных (слоистых) деревянных конструкций показана возможность изменения характера начала разрушения, а также возникновения скрытых форм разрушения при перестановке пород слоёв. Вари-

рование породы древесины и формы слоёв приводит к значительному изменению несущей способности и деформативности конструкции.

Используемый в работе метод моделирования диаграмм деформирования различных пород древесины, применим и для бетона и железобетона [25]. В свою очередь, такое единообразное описание законов деформирования различных материалов позволило создать эффективную методику расчёта стержневых деревобетонных конструкций [26].

**Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 15-01-00825.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арленинов Д.К., Буслаев Ю.Н., Игнатъев В.П., Романов П.Г., Чахов Д.К. Конструкции из дерева и пластмасс. М.: Издательство АСВ, 2002. 280 с.
2. Шмидт А.Б., Дмитриев П.А. Атлас строительных конструкций из клееной древесины и водостойкой фанеры. М.: Издательство АСВ, 2002. 292 с.
3. Porteous J., Kermani A. Structural timber design to Eurocode 5. John Wiley & Sons, 2013. 640 p.
4. Pischl R., Schickhofer G. The Mur River wooden bridge, Austria // Structural Engineering International. 1993. Vol. 3. №. 4. Pp. 217–219.
5. Poirier E. Design and construction of a 53-meter-tall timber building at the university of British Columbia // Proceedings of WCTE. 2016.
6. Коченов В.М. Несущая способность элементов и соединений деревянных конструкций. М.: Гос. изд. лит. по строительству и архитектуре, 1953. 320 с.
7. СП 64.13330.2011 Деревянные конструкции.
8. Ржаницын А.Р. Изгиб и сложное сопротивление прямоугольного сечения стержня при произвольной диаграмме работы материала // Расчёт тонкостенных пространственных конструкций: сборник статей под ред. А.Р. Ржаницына. М.: 1964. С. 7–22.
9. Геммерлинг А.В. Расчет стержневых систем. М.: Стройиздат, 1974. 208 с.
10. Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики. М.: Стройиздат, 1978. 204 с.
11. Шапиро Д.М., Агарков А.В., Мельничук Н.Н., Чан Тхи Тхюи Ван Нелинейные методы расчёта в современном проектировании // Научный журнал строительства и архитектуры. 2009. №3. С. 85-94.
12. Owen D.R., Hinton E. Finite elements in plasticity: Theory and Practice. Swansea, U.K.: John Wiley & Sons, 2013. 640 p.
13. McGuire W., Gallagher R. H., Ziemian R. D. Matrix structural analysis, 2014. 460 p.
14. ГСССД 69-84. Древесина. Показатели физико-механических свойств малых чистых образцов. Издание Госстандарта СССР. 1984.
15. Немировский Ю.В. Расчёт и рациональное проектирование деревянных стержневых элементов // Современные проблемы совершенствования и развития конструкций в строительстве и транспорте: сборник научных трудов III Междунар. научно-технич. конференции. Самара: Изд-во СамГАСУ, 2005. С. 247–251.
16. Немировский Ю.В. Метод расчёта композитных стержневых систем из разномодульных материалов // Фундаментальные и прикладные проблемы современной механики: материалы V Всероссийской научной конференции. Томск: Изд-во ТГУ, 2006. С.288-290.
17. Исследование прочности и деформативности древесины. Сборник статей. Под ред. д-ра техн. наук проф. Г.Г. Карлсена. М.: Госстройиздат, 1956. 172 с.
18. Немировский Ю.В., Гребенюк Г.И., Ажермачёв А.В. Расчёт ребристых деревянных конструкций с учетом эффектов разномодульности и нелинейности сопротивления // Известия вузов. Строительство. 2007. №3. С. 4–12.
19. Квасников Е.Н. Вопросы длительного сопротивления древесины. Л.: Стройиздат, 1972. 96 с.
20. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Кн.1. М.: Финансы и статистика, 1986. 366 с.
21. Волынский В. Н. Взаимосвязь и изменчивость физико-механических свойств древесины. Архангельск: Издательство АГТУ, 2000. 196 с.
22. Боровиков А. М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине. М.: Лесная промышленность, 1989. 296 с.
23. Немировский Ю.В., Болтаев А.И. Метод расчёта деревянных стропильных покрытий зданий. Сообщение 1: Моделирование и общие закономерности // Известия вузов. Строительство. 2014. №3. С. 5–13.
24. Немировский Ю.В., Болтаев А.И. Особенности деформирования и разрушения деревянных клееных многопролётных балок. Сообщение 1 // Известия вузов. Строительство. 2016. №6. С. 116–126.
25. Немировский Ю.В. Диаграммы деформирования бетонов и железобетонов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. №6. С. 125–129.
26. Немировский Ю.В. Особенности расчёта деревожелезобетонного балочного моста // Вестник СибАДИ. 2016. №5. С. 114–124.

Информация об авторах

Немровский Юрий Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории физики быстро протекающих процессов.

E-mail: lab4nemir@rambler.ru

Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН.

Россия, 630090, Новосибирск, ул. Институтская, д. 4/1.

Болтаев Артем Иванович, аспирант.

E-mail: boltaev_artem@mail.ru

Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН.

Россия, 630090, Новосибирск, ул. Институтская, д. 4/1.

Поступила в сентябре 2017 г.

© Немровский Ю.В., Болтаев А.И., 2017

Nemirovsky Yu.V., Boltaev A.I.

INFLUENCE OF THE FORM AND LAYOUT OF LAYERS ON THE STRESSED-DEFORMED STATE OF HYBRID WOODEN BEAMS

An analytical approximation of the experimental tension-compression diagrams of wood along the fibers in the form of polynomials of the second and third degree is proposed. The coefficients of the approximating functions are determined in two ways: using the least squares method, using the experimental deformation diagrams; by imposing certain requirements on the diagrams, using the basic mechanical characteristics of the wood (maximum stresses and deformations, modulus of elasticity). Numerical values of the approximation coefficients for 15 different types of wood are given. The examples of calculation of heterogeneously-layered wooden structures resulted in the work showed the peculiarities of the work of such a strongly physically nonlinear and variously resisting material as wood. Variation of the wood species and the shape of the layers leads to a significant change in the bearing capacity and deformation of the structure. The possibility of changing the nature of the onset of fracture, as well as the appearance of latent forms of fracture when the materials of the layers are changed, is shown. The method developed in the article for the calculation of hybrid rod-shaped wooden structures offers great opportunities for solving optimization problems in the design, and allows rational use of various types of wood.

Keywords: *diagrams of deformation, layered constructions, wooden constructions, physical nonlinearity, different resistance, compression, stretching.*

Information about the author

Nemirovsky Yuriy Vladimirovich, DSc, Professor.

E-mail: lab4nemir@rambler.ru

Khristianovich Institute of theoretical and applied mechanics the Siberian Branch of Russian Academy of Science

Russia, 630090, Novosibirsk, st. Institutskaya, 4/1

Boltaev Artem Ivanovich, Research assistant

E-mail: boltaev_artem@mail.ru

Khristianovich Institute of theoretical and applied mechanics the Siberian Branch of Russian Academy of Science

Russia, 630090, Novosibirsk, st. Institutskaya, 4/1

Received in September 2017

© Nemirovsky Yu.V., Boltaev A.I., 2017

Захарова Л.В., канд. техн. наук, доц.,
Александровский М.В., канд. техн. наук, доц.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

ОБ АЛГОРИТМЕ ВАРИАЦИОННОГО МЕТОДА ДЛЯ РАСЧЕТА УПРУГОЙ НЕПОЛОГОЙ НИТИ С УЧЕТОМ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ

AleksandrovskiyMV@mgsu.ru

В современном строительстве все более широкое применение получают висячие системы. Примерами таких систем могут служить висячие мосты, газо- и нефтепроводы, канатные дороги, покрытия промышленных и гражданских объектов. Отличительной особенностью работы приведенных систем является то, что возникающие в их конструктивных элементах усилия, носят преимущественно характер растяжения. Таким образом, актуальными становятся вопросы, связанные с расчетом элементов, у которых в качестве расчетной схемы может выступать нить.

Расчетные схемы основных элементов висячих систем могут быть представлены, как в виде жестких нитей, так и нитей, обладающих упругими свойствами. Многие задачи расчета пологих нитей уже решены, чего нельзя сказать о нитях с большой стрелой провеса, а ведь во многих случаях введение упрощений, связанных с пологостью, недопустимо. Аналитический расчет упругих непологих нитей представляет собой весьма сложную задачу вследствие геометрической нелинейности системы, но современный уровень развития вычислительной техники дает возможность применять для ее решения численные методы.

Ключевые слова: алгоритм расчёта, упругая непологая нить, изгибная жесткость, вариационный метод, метод последовательных нагружений, линейная матрица жесткости.

Введение. Несмотря на разнообразие представленных в литературе методик для расчета гибких нитей они обычно не связаны между собой и используются для решения частных задач. Например, в работе [1] гибкая нить при расчете на сосредоточенные силы моделируется шарнирной цепью, состоящей из элементов с различными геометрическими параметрами, а в работе [2] для решения дифференциального уравнения равновесия непологой нерастяжимой нити используется обобщенный метод конечных разностей. В работах [3], [4] и [5] для расчета гибкой непологой нити применяется метод конечного элемента.

Как известно, любая гибкая нить в той или иной мере обладает изгибной жесткостью. Например, при расчете трубопроводных переходов в виде провисающих нитей, в которых сами трубы являются несущими элементами, в качестве расчетной модели нужно рассматривать нить конечной жесткости, то есть учитывать деформацию изгиба. Некоторые вопросы статического расчета пологих нитей с учетом изгибной жесткости уже решены и достаточно подробно изложены, например, в работе [6], [7] и [8], чего нельзя сказать о нитях с большой стрелой провеса.

В статье представлен алгоритм расчета конструктивного элемента в виде провисающей нити на действие вертикальных и горизонтальных со-

средоточенных и распределенных сил. В качестве расчетной схемы такого элемента может рассматриваться упругая непологая нить при расчете которой учитывается изгибная жесткость. Также, как и в работах [4] и [5], для решения поставленной задачи была использована вариационная версия метода конечного элемента [9], детально разработанная в [10]. Помимо вариационной версии метода конечного элемента, алгоритмом расчета предусматривается использование метода последовательных нагружений, что позволяет учитывать, только линейные составляющие в выражениях для продольной деформаций и кривизны.

Методология. Расчёт упругой нити с учетом изгибной жесткости можно разделить на два этапа. Обычно, на первом этапе проводится расчёт на действие собственного веса, а последующие этапы предусматривают расчет на усилия, вызванные дополнительной нагрузкой. Как известно нити делятся на работающие с изгибом и без изгиба от действия собственного веса. Примером первых являются сборно-монолитные железобетонные цилиндрические оболочки, а газо- и нефтепроводные переходы можно рассматривать как нити, работающие с изгибом, вызванным действием собственного веса. Для абсолютно гибкой нити решение этой задачи представлено в работе [11], а для нити работа, которой предусматривает учет изгибной жесткости в [12].

На втором этапе нить рассчитывается на

действие дополнительной вертикальной и горизонтальной распределенной нагрузки, а также вертикальных и горизонтальных сосредоточенных сил. Сохранение в выражениях для осевой деформации и кривизны только линейных составляющих на каждом шаге нагружения в конечном итоге приводит к линейной матрице жесткости, которая затем пересчитывается в соответствии с геометрическими и физическими характеристиками, соответствующими ее новому

очертанию.

На рис. 1 представлено начальное положение нити Γ^0 и два последовательных очертания Γ^I и Γ^J . Для каждого очертания имеются криволинейные координаты S^J связанные с глобальной системой координат X_i посредством θ_i^J – направляющих косинусов для дуги S^J по отношению к координатным направлениям X_i .

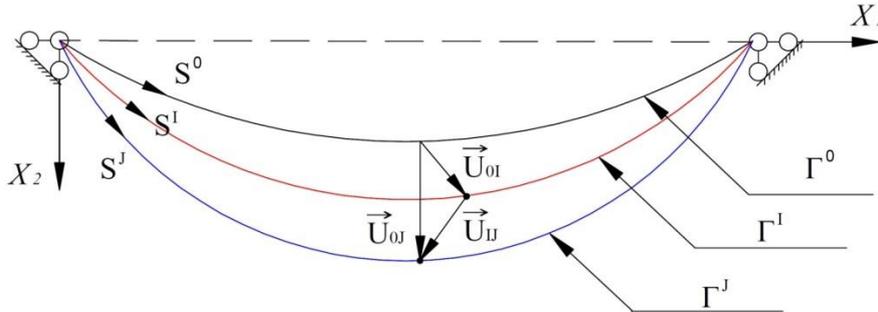


Рис. 1. Расчетные этапы положения нити

Основная часть. В соответствии с [10] основные вариационные уравнения при переходе от состояния I к состоянию J можно представить в виде:

$$\delta U^{JI} = \delta A^{JI}. \quad (1)$$

Здесь

$$\delta U^{JI} = \int_{S^I} \left\{ \sum_{i=1}^2 (T^J \theta_i^J - T^I \theta_i^I) \frac{dv_i}{ds^I} + \left[M^J \frac{d}{ds^I} \left(\frac{\theta_2^J}{1+\varepsilon^{JI}} \right) - M^I \frac{d\theta_2^I}{ds^I} \right] \frac{dv_1}{ds^I} - \left[M^J \frac{d}{ds^I} \left(\frac{\theta_1^J}{1+\varepsilon^{JI}} \right) - M^I \frac{d\theta_1^I}{ds^I} \right] \frac{dv_2}{ds^I} + \left[M^J \left(\frac{\theta_2^J}{1+\varepsilon^{JI}} \right) - M^I \theta_2^I \right] \frac{d^2 v_1}{ds^I{}^2} - \left[M^J \left(\frac{\theta_1^J}{1+\varepsilon^{JI}} \right) - M^I \theta_1^I \right] \frac{d^2 v_2}{ds^I{}^2} \right\} ds^I \quad (2)$$

$$\delta A^{JI} = \int_{S^I} \sum_{i=1}^2 q_i v_i ds^I + \sum_K (\sum_{i=1}^2 P_{i(K)} v_{i(K)}). \quad (3)$$

Здесь T^I и T^J - продольные усилия, а M^I и M^J – изгибающие моменты для очертаний I и J, соответственно, v_i ($i = 1,2$) – возможные перемещения относительно осей X_i , $q_i = q_i^J - q_i^I$ – компоненты приращения распределённой нагрузки, а $P_{i(K)} = P_{i(K)}^J - P_{i(K)}^I$ – приращение сосредоточенных сил при переходе от очертания I к очертанию J.

Изменение физических и геометрических величин при переходе от очертания I к J и сохранении, только линейных составляющих можно представить в следующем виде:

$$T^J = T^I + EF\varepsilon^{JI}, M^J = M^I + EJ\chi^{JI}, \quad (4)$$

$$ds^J = (1 + \varepsilon^{JI}) ds^I, \varepsilon^{JI} = \theta_1^I \frac{du_1}{ds^I} + \theta_2^I \frac{du_2}{ds^I}, \quad (5a)$$

$$\theta_i^J = \theta_i^I + (\theta_j^I)^2 \frac{du_i}{ds^I} - \theta_i^I \theta_j^I \frac{du_i}{ds^I} \quad (i = 1, 2), \quad (5b)$$

$$\chi^{JI} = \frac{d\theta_2^I}{ds^I} \frac{du_1}{ds^I} - \frac{d\theta_1^I}{ds^I} \frac{du_2}{ds^I} + \theta_2^I \frac{d^2 u_1}{ds^I{}^2} - \theta_1^I \frac{d^2 u_2}{ds^I{}^2}. \quad (6)$$

Здесь ε^{JI} - продольная деформация, χ^{JI} – изменение кривизны, E – модуль упругости, F – площадь поперечного сечения, J – момент инерции u_i - действительные перемещения при переходе от очертания I к J.

Подставив (5) и (6) в (2), опустив индекс «I» и при этом сохраняя величины до второго порядка малости включительно, представим полученное выражение в тензорной форме:

$$\delta U^{JI} = \int_S \left[\frac{dv_i}{ds} B_{ij} \frac{du_i}{ds} + \frac{dv_i}{ds} C_{ij} \frac{du_j}{ds} + \frac{dv_i}{ds} D_{ij} \frac{d^2 u_j}{ds^2} + \frac{d^2 v_i}{ds^2} \widetilde{D}_{ij} \frac{du_j}{ds} + \frac{d^2 v_i}{ds^2} G_{ij} \frac{d^2 u_j}{ds^2} \right] ds, \quad (7)$$

Здесь

$$B_{ii} = T^I + (EF - T^I)\theta_i^2; B_{ij} = (EF - T^I)\theta_i\theta_j \quad (i = 1,2), \quad (8)$$

$$\begin{aligned}
 C_{11} &= EF \left(\frac{d\theta_2}{ds} \right)^2 - 2M^l \frac{d}{ds} (\theta_1 \theta_2); \quad C_{22} = EJ \left(\frac{d\theta_1}{ds} \right)^2 + 2M^l \frac{d}{ds} (\theta_1 \theta_2); \\
 C_{12} &= C_{21} = 2M^l \left(\theta_1 \frac{d\theta_1}{ds} - \theta_2 \frac{d\theta_2}{ds} \right) - EJ \frac{d\theta_1}{ds} \frac{d\theta_2}{ds}, \\
 D_{11} &= -D_{22} = EJ\theta_2 \frac{d\theta_2}{ds} - 2M^l \theta_1 \theta_2, \quad D_{ij} = M^l (\theta_1^2 - \theta_2^2) - EJ\theta_i \frac{d\theta_j}{ds}, \quad \widetilde{D}_{ii} = D_{ii}, \quad \widetilde{D}_{ij} = D_{ji}, \\
 G_{ii} &= EJ\theta_j^2; \quad G_{ij} = -EJ\theta_i \theta_j \quad (i = 1, 2).
 \end{aligned} \tag{9}$$

Для построения решения вариационного уравнения нить Γ^l разбивается на N криволинейных элементов длиной h_e , каждый из которых ограничивается узловыми точками $(K - 1)$ и (K) . Номер элемента определяется номером правого узла.

В представленном ниже решении действительные и возможные перемещения, а также их первые производные непрерывны во всех узловых точках, а остальные величины непрерывны в

пределах каждого элемента, но могут иметь скачки на его границах. Сосредоточенные силы располагаются только в узловых точках граничащих элементов.

В рассматриваемой задаче перемещения в пределах элемента аппроксимируются кубической параболой, и выражаются через значения перемещений и их первых производных на границах элемента. Вектор обобщенных перемещений для элемента имеет следующий вид:

$$\{u_{i(K)}\} = [u_{i(K-1)} u'_{i(K-1)} u_{i(K)} u'_{i(K)}]^T \quad (i = 1, 2). \tag{10}$$

Необходимые для дальнейших расчетов значения функции и ее производных в середине элемента, а также значения вторых производных на

его границах определяются следующими выражениями:

$$\begin{aligned}
 u_{icp} &= \frac{1}{2} (u_{i(K-1)} + u_{i(K)}) + \frac{h_e}{8} (u'_{i(K-1)} - u'_{i(K)}), \\
 u'_{icp} &= \frac{3}{2h_e} (-u_{i(K-1)} + u_{i(K)}) - \frac{1}{4} (u'_{i(K-1)} + u'_{i(K)}); \tag{11a} \\
 u''_{icp} &= \frac{1}{h_e} (-u'_{i(K-1)} + u'_{i(K)}), \quad u''_{i(K-1)} = \frac{6}{h_e^2} (-u_{i(K-1)} + u_{i(K)}) - \frac{2}{h_e} (2u'_{i(K-1)} + u'_{i(K)}), \\
 u''_{i(K)} &= \frac{6}{h_e^2} (u_{i(K-1)} - u_{i(K)}) + \frac{2}{h_e} (u'_{i(K-1)} + 2u'_{i(K)}). \tag{11б}
 \end{aligned}$$

Проинтегрировав с помощью метода Симпсона выражение (7) в пределах элемента с учетом

(11a) и (11б), представим его в следующем виде:

$$\delta U_e^{II} = \{v_e\}^T [K_e] \{u_e\} \tag{12}$$

Здесь $\{v_e\}^T = [v_{1(K-1)} v_{2(K-1)} v'_{1(K-1)} v'_{2(K-1)} v_{1(K)} v_{2(K)} v'_{1(K)} v'_{2(K)}]$ – вектор возможных перемещений для элемента e , $\{u_e\}$ – вектор действительных перемещений для элемента, имеющий такую же структуру. $[K_e]$ – симметричная относительно главной диагонали матрица жёсткости для элемента порядка 8×8 , состоящая из суммы следующих матриц:

$$[K_e] = [B_e] + [C_e] + [D_e] + [G_e]. \tag{11}$$

Структура матрицы $[B_e]$ имеет следующий вид:

$$[B_e] = \begin{bmatrix} B_e^{11} & B_e^{12} & B_e^{13} & B_e^{14} \\ B_e^{21} & B_e^{22} & B_e^{23} & B_e^{24} \\ B_e^{31} & B_e^{32} & B_e^{33} & B_e^{34} \\ B_e^{41} & B_e^{42} & B_e^{43} & B_e^{44} \end{bmatrix}, \tag{14}$$

где

$$[B_e^{nm}] = \begin{bmatrix} b_{11(e)}^{nm} & b_{12(e)}^{nm} \\ b_{21(e)}^{nm} & b_{22(e)}^{nm} \end{bmatrix} \text{ и } [B_e^{mn}] = [B_e^{nm}]. \tag{15}$$

Элементы этих матриц определяются следующими зависимостями:

$$b_{ij(e)}^{11} = b_{ij(e)}^{33} = \frac{3}{2h_e} B_{ij}^{cp}; \quad b_{ij(e)}^{12} = b_{ij(e)}^{14} = \frac{1}{4} B_{ij}^{cp}; \quad b_{ij(e)}^{13} = -b_{ij(e)}^{11}; \quad b_{ij(e)}^{23} = b_{ij(e)}^{34} = -b_{ij(e)}^{12};$$

$$b_{ij(e)}^{22} = \frac{h_e}{6} \left(B_{ij(K-1)}^n + \frac{1}{4} B_{ij}^{cp} \right); b_{ij(e)}^{24} = \frac{h_e}{24} B_{ij}^{cp}; b_{ij(e)}^{44} = \frac{h_e}{6} \left(\frac{1}{4} B_{ij}^{cp} + B_{ij(K)}^n \right). \quad (16)$$

Верхние индексы "п" и "л" указывают на значение этой функции в узле слева и справа, а B_{ij}^{cp} - ордината функции в середине элемента.

Матрица $[C_e]$ имеет аналогичную структуру, а ее элементы можно определить по формулам

$$\begin{aligned} g_{ij(e)}^{11} &= g_{ij(e)}^{33} = \frac{6}{h_e^3} (G_{ij(K-1)}^n + G_{ij(K)}^l); g_{ij(e)}^{13} = -g_{ij(e)}^{11}; g_{ij(e)}^{12} = \frac{2}{h_e^2} (2G_{ij(K-1)}^n + G_{ij(K)}^l); \\ g_{ij(e)}^{14} &= \frac{2}{h_e^2} (G_{ij(K-1)}^n + 2G_{ij(K)}^l); g_{ij(e)}^{22} = \frac{2}{3h_e} (4G_{ij(K-1)}^n + G_{ij}^{cp} + G_{ij(K)}^l); g_{ij(e)}^{23} = -g_{ij(e)}^{12}; \\ g_{ij(e)}^{24} &= \frac{2}{3h_e} (2G_{ij(K-1)}^n - G_{ij}^{cp} + 2G_{ij(K)}^l); g_{ij(e)}^{34} = -g_{ij(e)}^{14}; \\ g_{ij(e)}^{44} &= \frac{2}{3h_e} (G_{ij(K-1)}^n + G_{ij}^{cp} + 4G_{ij(K)}^l). \end{aligned} \quad (17)$$

Матрица $[D_e]$ также симметрична относительно главной диагонали, но по структуре отлича-

(16) с заменой B_{ij} на C_{ij} . Для построения $[G_e]$ можно воспользоваться (14) и (15) с соответствующей заменой $[B_e^{nm}]$ на $[G_e^{nm}]$. Формулы для определения элементов этой матрицы имеют вид:

чается от предыдущих матриц и имеет следующий вид:

$$[D_e] = \begin{bmatrix} 0 & D_e^{12} & 0 & D_e^{14} \\ D_e^{21} & D_e^{22} & D_e^{23} & D_e^{24} \\ 0 & D_e^{32} & 0 & D_e^{34} \\ D_e^{41} & D_e^{42} & D_e^{43} & D_e^{44} \end{bmatrix}, \quad (18)$$

где

$$[D_e^{nm}] = \begin{bmatrix} d_{11(e)}^{nm} & d_{12(e)}^{nm} \\ d_{21(e)}^{nm} & d_{22(e)}^{nm} \end{bmatrix}; [D_e^{mn}] = \begin{bmatrix} d_{11(e)}^{nm} & d_{21(e)}^{nm} \\ d_{12(e)}^{nm} & d_{22(e)}^{nm} \end{bmatrix}. \quad (19)$$

$$\begin{aligned} d_{ii(e)}^{12} &= \frac{1}{h_e} (-D_{ii(K-1)}^n + D_{ii}^{cp}); d_{ij(e)}^{12} = \frac{1}{h_e} (-D_{ij(K-1)}^n + D_{ij}^{cp}); d_{ii(e)}^{22} = \frac{1}{3} (-4D_{ii(K-1)}^n + D_{ii}^{cp}); \\ d_{ij(e)}^{22} &= d_{ji(e)}^{22} = \frac{1}{3} (-4D_{3(K-1)}^n + D_3^{cp}); d_{ii(e)}^{23} = \frac{1}{h_e} (D_{ii(K-1)}^n - D_{ii}^{cp}); d_{ij(e)}^{23} = \frac{1}{h_e} (D_{ij(K-1)}^n - D_{ij}^{cp}); \\ d_{ii(e)}^{24} &= \frac{1}{3} (-D_{ii(K-1)}^n + D_{ii(K)}^l); d_{ij(e)}^{24} = \frac{1}{3} (-D_{ij(K-1)}^n - D_4^{cp} + D_{ji(K)}^l); d_{ii(e)}^{44} = \frac{1}{3} (-D_{ii}^{cp} + 4D_{ii(K)}^l); \\ d_{ij(e)}^{44} &= d_{ji(e)}^{44} = \frac{1}{3} (-D_3^{cp} + 4D_{3(K)}^l); d_{ij(e)}^{34} = -d_{ij(e)}^{14}; d_{jj(e)}^{nm} = -d_{ii(e)}^{nm}. \end{aligned} \quad (20)$$

Следует отметить, что B_{ij} , C_{ij} , G_{ij} , и D_{ij} определяются выражениями, представленными в формулах (8) и (9).

$$D_3 = (D_{12} + D_{21})/2; D_4 = (D_{12} - D_{21})/2. \quad (21)$$

Работу внешней распределенной нагрузки

$$\{\Phi_{(K-1)}\} = \begin{Bmatrix} q_{1(K-1)}^n + 2q_{1(K)}^{cp} \\ q_{2(K-1)}^n + 2q_{2(K)}^{cp} \\ h_e q_{1(K)}^{cp}/2 \\ h_e q_{2(K)}^{cp}/2 \end{Bmatrix}, \{\Phi_{(K)}\} = \begin{Bmatrix} q_{1(K)}^n + 2q_{1(K)}^{cp} \\ q_{2(K)}^n + 2q_{2(K)}^{cp} \\ -h_e q_{1(K)}^{cp}/2 \\ -h_e q_{2(K)}^{cp}/2 \end{Bmatrix}. \quad (23)$$

Суммирование по элементам выражений (12) и (22), а также учет произвольности виртуальных перемещений $\{v_e\}$ дает возможность свести уравнения (1) к следующей системе линейных уравнений для определения узловых перемещений

$$[K_e]\{u\} = \{\Phi\} + \{P\}. \quad (24)$$

для элемента получим путем интегрирования первого слагаемого (3) с помощью метода Симпсона с учетом (11а) и заменой "u" на "v". Тогда

$$\delta A_e^I = \{v_e\}^T \{\Phi_e\}, \text{ где } \{\Phi_e\} = \frac{h_e}{6} \begin{Bmatrix} \Phi_{(K-1)} \\ \Phi_{(K)} \end{Bmatrix}, \quad (22)$$

При не смещающихся опорах $u_{i(0)} = u_{i(N)} = 0$. При жестком защемлении $\theta_i^J = \theta_i^I$. Тогда из (5б) следует, что $u'_{2(0)} = \alpha u_{1(0)}$, где $\alpha = \theta_2^I/\theta_1^I$. В этом случае $[K]$ – квадратная симметричная относительно главной диагонали матрица жесткости порядка $(4N - 2)$, имеющая ленточную структуру, $\{u_e\}$ – вектор перемещений, $\{\Phi\}$ –

обобщенный вектор приращения распределенной нагрузки, $\{P\}$ – вектор приращения узловых сосредоточенных сил.

Из решения системы (24) определяются элементы вектора $\{u\}$. Все физические и геометрические характеристики нити, необходимые для дальнейшего расчета определяются по формулам (4), (5) и (6).

Величина приращения нагрузки на каждом этапе нагружения определяется в зависимости от требуемой точности расчета.

Выводы. В статье представлен алгоритм расчёта упругих непологих нитей с учетом изгибной жесткости на действие вертикальных и горизонтальных сосредоточенных сил и распределённой нагрузки. Примерами систем, использующие такие конструктивные элементы, могут служить газо- и нефтепроводные переходы в виде провисающей нити, элементы канатных дорог, покрытия промышленных и гражданских зданий и сооружений и другие объекты. Следует отметить, что учёт горизонтальных составляющих внешней нагрузки для таких систем имеет важное значение. Использование вариационного метода и линеаризация выражений для деформаций дает возможность на каждом этапе нагружения свести нелинейную задачу к решению системы линейных уравнений относительно вертикальных и горизонтальных обобщенных перемещений в узловых точках. Здесь, в отличие от работы [2], не приходится решать нелинейную задачу по определению натяжения нити. Представленную работу, по нашему мнению, можно рассматривать как определенное развитие вариационной версии метода конечного элемента применительно для расчета упругих непологих нитей с учетом изгибной жесткости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Скворцов А.В. Расчёт непологой гибкой линейно деформируемой нити на сосредоточенные воздействия: Тр. научно-практ. конф. «Неделя науки – 99». М.: МИИТ, 1999. С. П–22–П–23.

2. Захарова Л.В., Уварова Н.Б. К расчёту гибкой непологой нерастяжимой нити с помощью обобщённого метода конечных разностей //

Научное обозрение. 2016. №12. С. 72–75.

3. Leonard J.W., Recker W.W. Nonlinear dynamics of cables with low initial tension // Journal of Engineering Mechanics Division, American Society of Civil Engineers. 1972. Vol. 98. № EM2. Pp. 293–309.

4. Захарова Л. В., Александровский М.В. Об алгоритме расчета упругой непологой нити с использованием вариационного метода // Научное обозрение 2017. №6. С. 33–39.

5. Александровский М.В., Захарова Л.В. Особенности алгоритма вариационного метода для нелинейной постановки задачи расчета упругой непологой нити [Электронный ресурс].// Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/> Том 9, №3 (2017) URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/78TVN317.pdf>

6. Шимановский В.Н., Смирнов Ю. В., Харченко Р. Б. Расчет висячих конструкций (нитей конечной жесткости). НИИСК Госстроя СССР. Под ред. В. Н. Шимановского. Киев Будівельник 1973. 158 с.

7. Скворцов В.И. Методика численного статического расчета жестких нитей на упругих опорах // Исследование висячих комбинированных конструкций. Воронеж, 1980 С. 24–29.

8. Захарова Л.В., Уварова Н.Б. Расчет жестких нитей численным методом последовательных аппроксимаций на действие произвольных разрывных нагрузок. // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1994. №1. С. 21–23.

9. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике Мир. М., 1975. 541 с.

10. Захарова Л.В. Исследование нелинейных колебаний нити с учётом изгибной жёсткости. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. М., 1977. С. 46–51.

11. Качурин В.К. Статический расчёт вантовых систем. Л.: Стройиздат, 1969. 141 с.

12. Нехаев Г.А. К вопросу о статическом расчете гибкой нити конечной жесткости. – Сборник научных трудов «Вопросы проектирования висячих комбинированных конструкций». Выпуск 4, Воронеж. Воронежский университет 1976. С. 48–53.

Информация об авторах

Захарова Лидия Васильевна, кандидат технических наук, доцент кафедры строительной и теоретической механики.

E-mail: ZaharovaLV@mgsu.ru

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26

Александровский Максим Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительной и теоретической механики.

E-mail: AleksandrovskiyMV@mgsu.ru

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Поступила в сентябре 2017 г.

© Захарова Л.В., Александровский М.В., 2017

Zaharova L.V., Aleksandrovskiy M.V.

ABOUT THE ALGORITHM OF THE VARIATION METHOD FOR THE CALCULATION OF ELASTIC NON-FLAT FILAMENT WITH THE ACCOUNT OF FLEXURAL RIGIDITY (BENDING STIFFNESS)

At the present time, in the construction industry, hanging structures, such as suspension bridges, gas and oil pipelines, cable cars, covering of industrial and civil facilities, are increasingly used. For such structures, a thread often acts as a design scheme. The article presents an algorithm for calculating a structural element in the form of a sagging thread on the action of vertical and horizontal concentrated and distributed forces. As a design scheme of such an element, an elastic non-flat filament can be considered with allowance for flexural rigidity. Due to the non-linearity of the problem, the thread is first calculated for the action of its own weight, and then for an additional load. The calculation for the additional load is based on the variational version of the finite element method. Simultaneous use of the method of successive loading. The additional load is divided into parts and applied by steps, which makes it possible to use only linear components in the expressions of axial deformation and changes in curvature at each loading stage. This approach allows us to use a linear stiffness matrix at each loading step, which is then easily recalculated in accordance with the geometric and physical characteristics corresponding to its new outline.

Keywords: calculation algorithm, elastic non-flat filament, flexural rigidity, variational method, successive loading method, linear stiffness matrix.

Information about the authors

Zaharova Lydia Vasilevna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: ZaharovaLV@mgsu.ru

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).

Russia, Moscow, 129337, Jaroslavskoe shosse, 26.

Aleksandrovskiy Maksim Vyacheslavovich, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: AleksandrovskiyMV@mgsu.ru

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).

Russia, Moscow, 129337, Jaroslavskoe shosse, 26.

Received in September 2017

© Zaharova L.V., Aleksandrovskiy M.V., 2017

*Домнина К.Л., ассистент,
Репко В.Н., канд. техн. наук, проф.
Воткинский филиал Ижевского государственного технического
университета им. М.Т. Калашикова*

О ПРИМЕНЕНИИ РАСЧЕТНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ТЕОРИИ ФИБРОПЕНОБЕТОНОВ

kseniya_domnina@bk.ru

Для получения качественного строительного материала, в частности бетона, необходимо одновременно выполнение условий целого ряда факторов, что является основой для проведения огромного числа экспериментов. При проведении испытаний для всех видов ячеистых бетонов рационально использовать предварительный расчетный эксперимент, который сокращает количество реальных и целенаправленных экспериментов, а также позволяет оценить ожидаемые результаты изменения состояния материала. В статье приводится применение расчетного эксперимента для фибропенобетонов неавтоклавного твердения. Даются рекомендации по последовательности выполнения расчетного эксперимента и поиску компромисса. Особое внимание уделяется поиску «опасного» фактора. Предложен алгоритм применения расчетного эксперимента в области получения фибропенобетонов.

Ключевые слова: фибропенобетон, расчетный эксперимент, факторы, компромисс, многофакторный подход.

Математические модели физико-механических взаимозависимостей, эксплуатационных и технико-экономических показателей в условиях изменения значений исходных условий и большого количества и разнообразия факторов позволяют теоретически охватить весь процесс производства бетона – от проектирования состава до применения готового изделия. Это дает возможность провести огромное число расчетных экспериментов и оценить ожидаемые результаты изменения состояния материала, а также проверить правильность постановки задач управления процессом получения бетона. Конечно, последнее получаем техническим экспериментом, но это уже будет целенаправленный эксперимент. Для примера приводим применение расчетного эксперимента для фибропенобетонов неавтоклавного твердения.

Пусть $x_1 \dots x_k$ – переменные, $\gamma_1 \dots \gamma_n$ – показатели фибропенобетонной смеси, известны.

В качестве варьируемых переменных $x_1 \dots x_k$ принимаем параметры, оказывающие влияние на основные свойства бетонной смеси [1]. Для фибропенобетонов это: x_1 – водоцементное отношение; x_2 – доля песка в смеси, %; x_3 – содержание армирующего волокна в смеси, %.

Показатели $\gamma_1 \dots \gamma_n$ берутся важные для заказчика. Обычно это: γ_1 – прочность на сжатие, МПа; γ_2 – прочность на растяжение при изгибе, МПа; γ_3 – теплопроводность, Вт/м·°С; γ_4 – издержки производства (себестоимость), руб.

По статистическим данным находим аналитические зависимости:

$$\gamma_i = f_{ij}(x_j); i \in [1; n]; j \in [1; k]; \quad (1)$$

$$\gamma_i = F_{\gamma_i}(\gamma_\nu); i \in [1; n]; \nu \in [1; R]; \nu \neq i. \quad (2)$$

Показатели для заказчика имеют ранг важности:

$$\gamma_i > \gamma_\lambda > \gamma_{\lambda-1} > \gamma_{\lambda-2}; \lambda \in [1; n]; \lambda \neq i. \quad (3)$$

Ввиду того, что нумерация рангов важности будет индивидуальна для каждого заказчика (а пенобетон – это одновременно и конструкционный, и теплоизоляционный материал), удобно нумерацию i выбирать по рангу важности (3), т.е.:

$$\gamma_1 > \gamma_2 > \gamma_3 > \dots > \gamma_n. \quad (4)$$

Тогда и зависимости будут иметь номера из (4).

Если все показатели γ_i заданы заказчиком, то они определяют и все значения $x_1 \dots x_k$ для себя. Очевидно, что совпадения значений x_j ($j \in [1; k]$) для всех γ_i ($i \in [1; n]$) маловероятно. Иными словами – в общем случае выполнить точно все заданные значения γ_i невозможно. Необходимо находить компромисс: за счет уменьшения важности каких-либо (или одного) показателя γ_i повысить значения остальных до допустимых. Наличие зоны допустимых значений позволяет управлять показателями γ_i и адаптировать их под конкретные условия заказчика. Зона допустимых значений для каждого γ_i определяется заказчиком в виде:

$$\theta_i = [\text{от } \gamma_{i \min} \text{ до } \gamma_{i \max}]. \quad (5)$$

Компромисс в решении поставленной задачи возможен при нахождении наиболее зависимого показателя γ_i . Выбирается самый деформируемый промежуток θ : для каждого в отдельности x_j задают значения $x_j = \Delta x_j$ и по (1) находят все значения γ_{ij} . Затем определяют скорости изменения каждого γ_{ij} (вправо и влево от x_j):

$$V_{\Pi}(\gamma_{ij}) = \frac{\gamma_{ij} - \gamma_{ij}(x_j + \Delta x_j)}{\gamma_{ij}(x_j)}; \quad (6)$$

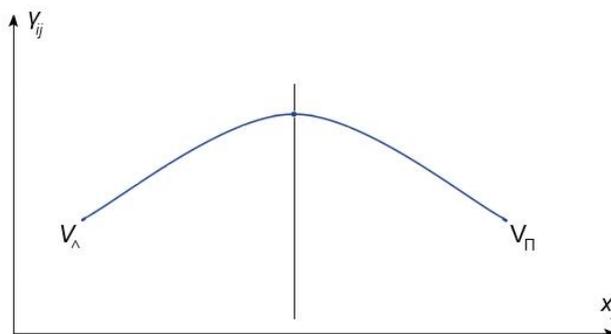


Рис. 1. Зависимость значений показателя γ_{ij} при отрицательных значениях скорости V

Если $V_{\Lambda} < 0$, $V_{\Pi} > 0$ – возрастание. Если наоборот – то убывание.

Теперь ясно, что самый деформируемый θ_i тот, где или значение V_{Π} , или значение V_{Λ} максимальное из всех, но самое главное, чтобы $\Delta\gamma_{ij} = |\gamma_{ij}(x_{ij} + \Delta x_j) - \gamma_{ij}(x_j - \Delta x_j)|$ было тоже максимальное. Такой показатель γ_{ij} самый опасный – он в первую очередь требует проверки: хватит ли компромиссной уступки. Понятно, что может возникнуть ситуация, когда уступки не хватает и задача не имеет решения. В этом случае необходимо найти новые условия для исправления γ_{ij} , т.е. построить новые зависимости (1) показателей γ_i от ранее не учтенных параметров x_j .

Чаще всего в задачах управления свойствами бетонов учитываются лишь «популярные» факторы – водоцементное отношение, активность цемента, наличие и концентрация ПАВ, качество и количество заполнителей и др., а остальные игнорируют. Но в случае с поиском компромисса может возникнуть необходимость в факторе, важностью которого ранее пренебрегали, т.е. еще какой-то новый x надо вводить в ряд $x_i \in [x_1, \dots, x_k, x_{\text{новый}}]$. Соответственно, с появлением фактора $x_{\text{новый}}$ все соотношения (1)-(7) полностью изменяются, и формализуется новая задача. Процесс постоянный, и именно он ведет к открытию новых материалов и технологий.

В случае установления компромисса и определения всех x_j для заказчика определяется область применения каждого из факторов. Т.е. скорость изменения V_{Π} и V_{Λ} позволяет исчерпать

$$V_{\Lambda}(\gamma_{ij}) = \frac{\gamma_{ij} - \gamma_{ij}(x_j - \Delta x_j)}{\gamma_{ij}(x_j)}. \quad (7)$$

Если значение скорости V отрицательное, то показатель γ_{ij} убывает или уменьшается в относительной величине. Причем, если оба значения V из (6) и (7) отрицательные, то мы имеем точку «перегиба» (рис. 1). И ясно, что нам задано максимальное значение γ_{ij} .

компромисс (5) без ущерба остальных γ_i да еще с «запасом». Здесь уже появляется возможность совершенствования некоторых из γ_i . Решается задача нахождения его максимума или минимума в зоне изменения каждого x_j . В завершении данного этапа целесообразно провести проверку реальным экспериментом – уточняются все соотношения (1)-(2), и совершенствуется математическая модель, что очень важно для производства.

Кстати, максимум или минимум γ_i находится по самой «опасной» переменной $x_l (l \neq j, l \in [1; k])$. Для этой $x_l (l \neq j, l \in [1; k])$ все остальные параметры задают из области допустимых значений. Опять же, используя (6) и (7), мы знаем скорости и пределы изменения каждого x_j и можем задать наилучшие значения для остальных x_j по максимуму или минимуму. Тогда решается обычная однокритериальная задача – полученная производная приравнивается к нулю и позволяет определить $x_{l \text{ opt}}$. В зависимости от условий эксплуатации материала многие показатели можно улучшить. В итоге опять необходимо провести целенаправленный эксперимент по всем известным условиям. Подтверждение ставит на поиске точку. Неподтверждение уточняет математическую модель. И то, и другое полезно – ведь по сути задача решена, мы просто ищем улучшения технологии получения нового материала.

Теперь необходимо то же самое провести с (2): для каждого γ_i назначить последовательно

точки $\gamma_i(\gamma_v - \Delta\gamma_v)$; $\gamma_{i0}(\gamma_v)$; $\gamma_{iП}(\gamma_v + \Delta\gamma_v)$. Применяем такой же подход, как и выше – только вместо x_j фигурирует $\gamma_i = \gamma_{i0}$. Точно так же определяются максимально влияющие на большее число показателей γ_v и самое главное, находится самый опасный показатель γ_v , быстрее

всех «съедающий» свою область допустимых значений. Опять появляется задача min-max, которую мы сводим за счет компромисса к однокритериальной. Это лексикографический метод или «уточненный» метод целенаправленного перебора.

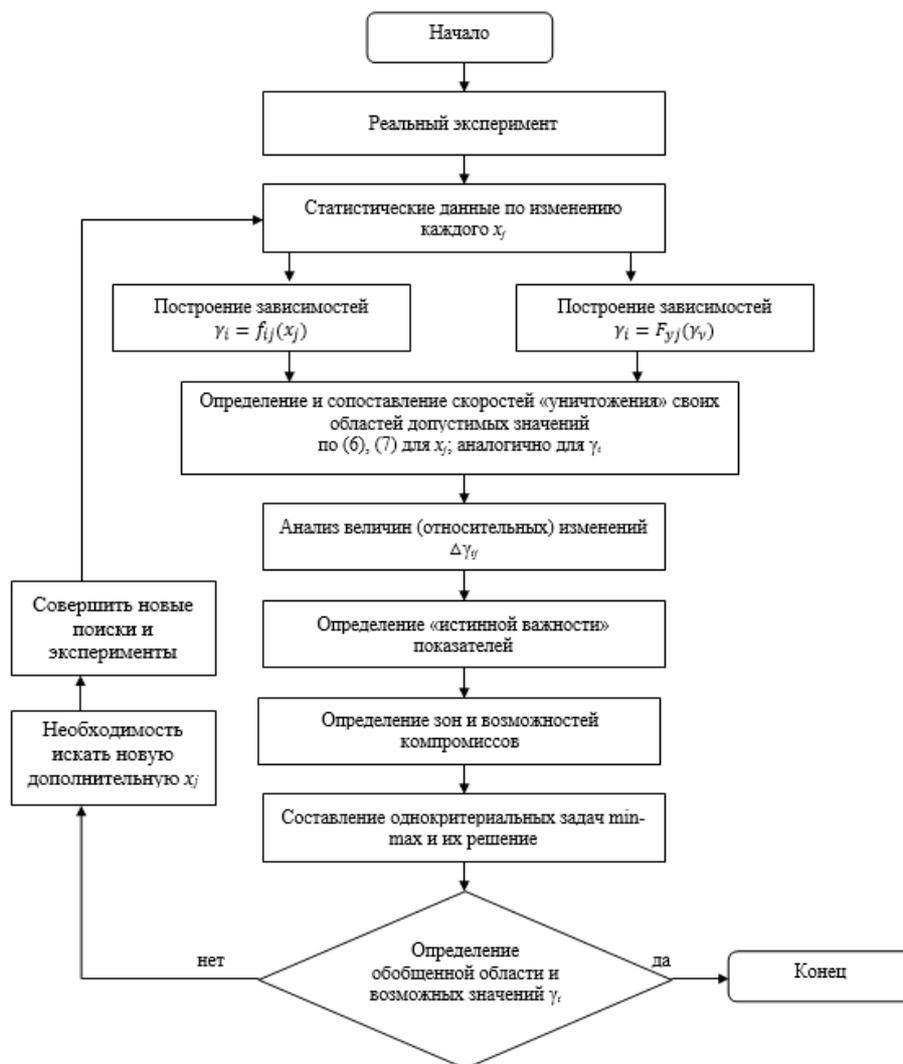


Рис. 2. Цикл решения многофакторной задачи

Как итог, авторами предлагается к реализации графическая блок-схема (рис. 2), которая содержит краткую рекомендательную информацию по применению расчетного эксперимента. Представленный цикл позволяет определять направления новых научных и экспериментальных поисков в области получения фибропенобе-

тонов и пригоден для решения не только конкретной задачи, а также серии однотипных задач при различных начальных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чулкова И.Л., Санькова Т.А. Автоматизированное проектирование составов бетонных смесей. Омск: СибАДИ, 2009. 120 С.

Информация об авторах

Домнина Ксения Леонидовна, ассистент кафедры «Техническая механика»

E-mail: kseniya_domnina@bk.ru

Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова
Россия, 427430, г. Воткинск, ул. Шувалова, д.1

Репко Валентин Николаевич, кандидат технических наук, профессор кафедры «Техническая механика» Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова
Россия, 427430, г. Воткинский, ул. Шувалова, д.1

Поступила в августе 2017 г.

© Домнина К.Л., Репко В.Н., 2017

Domnina K.L., Repko V.N.

ON THE APPLICATION OF THE CALCULATED EXPERIMENT IN THE THEORY OF FIBER FOAM CONCRETE

To obtain high-quality building material, particularly concrete, it is necessary to comply with the conditions of a number of factors. So it is the basis for a huge number of experiments. The calculated experiment is rationally to use for all types of cellular concrete. It reduces the amount of real and targeted experiments, and also allows to evaluate the expected results of the change of state of the material. The article describes the usage of the calculated experiment for non-autoclave fiber foam concrete. Recommendations of the sequence of calculated experiment and compromise are given. Special attention is paid to finding the "threat" factor. The algorithm of the application of calculated experiment in the fiber foam concrete theory is proposed.

Keywords: *fiber foam concrete, calculated experiment, factors, compromise, multi-factor approach.*

Information about the authors

Domnina Kseniya Leonidovna, assistant.

E-mail: kseniya_domnina@bk.ru.

Votkinsk branch of Kalashnikov Izhevsk State Technical University.

Russia, 427430, Votkinsk, st. Shuvalova, 1.

Repko Valentin Nikolaevich, PhD, professor.

Votkinsk branch of Kalashnikov Izhevsk State Technical University.

Russia, 427430, Votkinsk, st. Shuvalova, 1.

Received in August 2017

© Domnina K.L., Repko V.N., 2017

Дегтярь А.Н., канд. техн. наук, доц.,
Серых И.Р., канд. техн. наук, доц.,
Панченко Л.А., канд. техн. наук, доц.,
Чернышева Е.В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОСТАТОЧНЫЙ РЕСУРС КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ*

inna_ad@mail.ru

Предлагаемые на сегодняшний день способы расчета остаточного ресурса достаточно многообразны, однако назвать какую-либо из методик универсальной нельзя. В работе рассмотрены наиболее часто используемые на сегодняшний день методики определения остаточного ресурса конструкций зданий и сооружений. Согласно имеющимся подходам остаточный ресурс оценивается по какому-либо конкретному параметру, и как следствие, не учитывается ряд факторов, оказывающих существенное влияние на снижение несущей способности сооружения. Поэтому, на сегодняшний день определение фактических сроков эксплуатации конструкций зданий и сооружений является достаточно важной задачей.

Ключевые слова: остаточный ресурс, надежность, срок эксплуатации, аварийное состояние.

На сегодняшний день определение фактических сроков эксплуатации конструкций зданий и сооружений является достаточно важной и, одновременно, сложной задачей. Ежегодно увеличивается количество зданий и сооружений, срок эксплуатации которых либо приближается к нормативному, либо превышает его, что, может стать причиной аварий, приводящих к значительному ущербу [1–6]. Кроме того, зачастую, приходится иметь дело с сооружениями, находящимися в удовлетворительной эксплуатационной форме, но уже достаточно превысивших свой нормативный срок службы, или, напротив, здания и сооружения, аварийное состояние которых наступило еще до истечения срока их эксплуатации. Поэтому в современных условиях одной из актуальных задач является как оценка остаточного ресурса, так и живучести конструкций зданий и сооружений.

В настоящее время как таковой методики расчета живучести не существует, даны лишь предложения по развитию теории живучести конструктивных систем в запредельных состояниях [7–8]. Что касается остаточного ресурса, то предлагаемые на сегодняшний день способы расчета достаточно многообразны, однако назвать какую-либо из методик универсальной нельзя. Ниже рассмотрим только некоторые из них.

Оценку надежности строительных конструкций целесообразно проводить на основании обследования на предмет обнаружения имеющихся и накопленных за время эксплуатации повреждений. Поэтому в настоящее время наиболее часто для определения остаточного ресурса зданий и сооружений используется методика оценки надежности конструкций по их повреждениям [9], то есть от физического износа.

Согласно данной методике общая оценка поврежденности зданий и сооружений осуществляется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\alpha_1 \varepsilon_1 + \alpha_2 \varepsilon_2 + \dots + \alpha_i \varepsilon_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_i},$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_i$ – средняя величина повреждений отдельных видов конструкций, $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i$ – коэффициенты значимости отдельных видов конструкций, устанавливаемые на основании оценки эксперта [9].

Срок эксплуатации конструкции до капитального ремонта в годах:

$$t = \frac{0,16}{\lambda},$$

где λ – постоянная износа, определяемая по данным обследования по формуле:

$$\lambda = \frac{-\ell \ln y}{t_\phi},$$

где t_ϕ – срок эксплуатации в годах на момент обследования; y – относительная надежность конструкции, определяемая в зависимости от повреждений по формуле:

$$y = 1 - \varepsilon.$$

Недостатком данной методики, на наш взгляд, является то, что оценка остаточного ресурса по ней основывается на квалификации эксперта, поэтому имеет субъективный характер.

По мнению С.М. Беляева [10] недостатком вышеизложенной методики, является ««среднее» коэффициентов надежности при определении коэффициента относительной надежности».

В своей работе ученый предлагает заменить величину, характеризующую относительную надежность конструкции (γ) коэффициентом относительного запаса несущей способности (w), что, по его мнению, позволит учесть конструктивные особенности здания, а также степень ответственности каждой конструкции.

Коэффициент (w) предлагается определять с учетом запаса несущей способности на действие продольной, поперечной сил и изгибающего момента, а также площади обрушения, которую вызовет авария вертикальных и горизонтальных элементов.

Основным требованием безопасной эксплуатации зданий и сооружений всегда являлась несущая способность элементов конструкций. В этой связи интересна методика расчета, предложенная С.Б. Шматковым [11]. Она основывается на поиске параметров, определяющих техническое состояние конструкций за все время эксплуатации и обобщение этих параметров до достижения ими предельных значений. При этом необходимым и достаточным условием является наличие достоверной информации о техническом состоянии исследуемых конструкций, а также выполнение с учетом обнаруженных повреждений, дефектов, а также реальных свойств материала, поверочных расчетов.

Согласно методике, исправное состояние конструкции предполагает выполнение условий по двум предельным состояниям и конструктивным требованиям. Выполнение этих условий обусловлено соответствующими коэффициентами запаса $k_{i,n}$, $k_{j,n}$, $k_{k,n}$, величина которых должна быть ≥ 1 , поскольку в противном случае исключается нормальная эксплуатация конструкций.

Остаточный ресурс конструкции в этом случае определяется как наименьший из рассчитанных по формуле:

$$T = \min[(t_u - t)_n \beta_n],$$

где t_u – время, при котором коэффициент запаса достигает своего предельного значения, равного 1; t – время его эксплуатации конструкции; β_n – поправочный коэффициент, учитывающий влияние неучтенных в расчетах факторов (раскрытие трещин больше их предельного значения в течение прогнозируемого промежутка времени, превышение нормативных сроков эксплуатации конструкции и т.д.).

В работе [12] М.Б.Пермяковым изложены методики расчета, оценивающие остаточный ресурс по какому-либо конкретному параметру, а, следовательно, не учитывающие ряд факторов,

оказывающих существенное влияние на снижение несущей способности сооружения: качество изготовления конструкций, скрытые дефекты конструкций, изменение условий эксплуатации и др. Несмотря на это, они заслуживают внимания, поскольку предельное состояние конструкции может наступить по любому из предложенных критериев расчета. При этом автор предлагает расчет остаточного ресурса проводить по одному или нескольким критериям. В последнем случае ресурс принимается по критерию с наименьшим значением.

Расчет остаточного ресурса по допускаемым напряжениям:

$$T = \frac{\sigma_b(t) - [\sigma]}{\alpha_\sigma},$$

где $\sigma_b(t)$ – предел прочности на момент обследования; $[\sigma]$ – расчетный предел прочности; α_σ – скорость снижения механических свойств, определяемая с учетом времени эксплуатации конструкции до момента обследования t по формуле:

$$\alpha_\sigma = \frac{\sigma_b - \sigma_b(t)}{t}$$

где σ_b – нормативный предел прочности.

Расчет остаточного ресурса конструкций по коррозионному износу:

$$T_k = \frac{S_\phi - S_p}{\alpha}$$

где S_ϕ – фактическая (наименьшая) толщина стенки элемента; S_p – расчетная величина стенки элемента; α – скорость равномерной коррозии.

Расчет остаточного ресурса с учетом усталости конструкции:

$$T_{ост(u)} = T_u - T_\sigma,$$

где T_σ – время эксплуатации конструкции; T_u – полный ресурс циклической работоспособности конструкции, определяемый по формуле:

$$T_u = \frac{T_\sigma \cdot [N]}{N_\sigma}$$

где $[N]$ – допустимое количество циклов нагружения; N_σ – количество циклов нагружения за весь период эксплуатации.

Следует понимать, что достоверность любой методики расчета остаточного ресурса базируется на информации о техническом состоянии исследуемой конструкции, а, следовательно, не последнюю роль играет экспертная оценка объекта [13, 14]. В обязательном порядке должны быть учтены все повреждения, дефекты и фактические свойства материалов исследуемых конструкций. И лишь после этого с учетом всех имеющихся параметров возможен качественный анализ эксплуатационных свойств конструкции и расчет ее остаточного ресурса.

**Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смоляго Г.А., Крючков А.А. К оценке конструктивной безопасности железобетонных конструкций по предельным состояниям II-ой группы // Известия Орловского государственного технического университета. Строительство и транспорт. 2007. № 2–14. С. 176–180.
2. Смоляго Г.А., Белоусов А.П., Ежеченко Д.А., Павленко В.И., Пушкин С.А. К оценке технического состояния строительных конструкций каркасных систем производственных комплексов при эксплуатации в них промышленных холодильников // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 8. С. 69–71.
3. Сулейманова Л.А., Козлюк А.Г., Глаголев Е.С., Марушко М.В. К вопросу обследования технического состояния гражданских зданий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 7. С. 32–36.
4. Алферов Д.Л. Причины аварий зданий и сооружений // ТехНадзор. 2013. № 6 (79). С. 78–81.
5. ГОСТ Р 53006-2008 Оценка ресурса потенциально опасных объектов на основе экспресс-методов. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2009.
6. ГОСТ Р 53778-2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М.: Стандартинформ, 2010.
7. Колчунов В.И., Емельянов С.Г. Вопросы расчетного анализа и защиты крупнопанельных зданий от прогрессирующего обрушения // Жилищное строительство. 2016. № 10. С. 17–20.
8. Бондаренко В.М., Колчунов В.И. Концепция и направления развития теории конструктивной безопасности зданий и сооружений при силовых и средовых воздействиях // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 2. С. 28–31.
9. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. М.: ЦНИИПромзданий, 2001.
10. Беляев С.М. Расчет остаточного ресурса зданий с учетом запаса несущей способности конструкций // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2013. № 3(11). С. 22–25.
11. Шматков С.Б. Расчет остаточного ресурса строительных конструкций зданий и сооружений // Вестник ЮУрГУ. Строительство и архитектура, вып. 5. 2007. № 22. С. 56–57.
12. Пермяков М.Б. Расчет и оценка остаточного ресурса зданий // Современные строительные технологии, конструкции и материалы: сб. науч. тр. Под ред. М.Б. Пермякова. Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2011. С. 17–22.
13. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Стаинов В.В., Чернышева А.С. Актуальные проблемы промышленной безопасности // Zbornik radova: visoka tehnička škola strukovnih studija. Niš. Serbia. 2016. December. P. 164–165.
14. Фадеева Г.Д., Гарькин И.Н., Забиров А.И. Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений: характерные проблемы // Молодой ученый. 2014. № 4 (63). С. 285–286.

Информация об авторах

Дегтярь Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, зав. каф. теоретической механики и сопротивления материалов

E-mail: andrey-dandr@yandex.ru

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

Серых Инна Робертовна, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и сопротивления материалов

E-mail: inna_ad@mail.ru

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

Панченко Лариса Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и сопротивления материалов
E-mail: panchenko.bstu@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Чернышева Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и управления качеством
E-mail: bellena_74@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в августе 2017 г.

© Дегтярь А.Н., Серых И.Р., Панченко Л.А., Чернышева Е.В., 2017

Degtyar A.N., Serykh I.R., Panchenko L.A., Chernyshova E.V.
RESIDUAL OPERATION LIFE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

The currently suggested methods of calculating the residual operation life are numerous, but none of these methods can be called universal. The article deals with the most frequently used today methods of determining the residual operation life of buildings and constructions. According to the existing approaches, the residual operation life is normally evaluated by just one certain parameter, and as a result, a number of factors, which substantially influence the load-bearing capacity of a structure, are not taken into account. For this reason, nowadays the determination of actual service life of buildings and constructions is an important problem to solve.

Keywords: *residual operation life, reliability, service life, emergency state.*

Information about the authors

Degtyar Andrey Nikolaevich, PhD, Assistant professor.
E-mail: andrey-dandr@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Serykh Inna Robertovna, PhD, Assistant professor.
E-mail: inna_ad@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Panchenko Larisa Aleksandrovna, PhD, Assistant professor.
E-mail: panchenko.bstu@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Chernysheva Elena Vladimirovna, PhD, Assistant professor.
E-mail: bellena_74@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in August 2017

© Degtyar A.N., Serykh I.R., Panchenko L.A., Chernyshova E.V., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c5eb3f799.51622061

Глаголев Е.С., канд. техн. наук, заместитель Губернатора области,
начальник Департамента строительства и транспорта Белгородской области
Сулейманова Л.А., д-р техн. наук, проф.,
Марушко М.В., инженер
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ЭФФЕКТИВНОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ЖИЛИЩНОГО ФОНДА РОССИИ

ludmilasuleimanova@yandex.ru

Приобретение собственного жилья – первоочередная потребность для каждой семьи: без удовлетворения этой потребности, нельзя говорить ни о каких социальных приоритетах общества. Исходя из этого, реализация конституционных прав граждан на достойное жилище рассматривается как важнейшая социально-политическая и экономическая проблема. От выбора тех или иных подходов к решению этой проблемы в значительной мере зависит общий масштаб и темпы жилищного строительства, реальное благосостояние людей, их моральное и физическое самочувствие, политические оценки и мотивация поведения.

Ключевые слова: жилищный фонд, жилищное строительство, многоквартирные дома, индивидуальные жилые дома, варианты.

Жилищное строительство является одним из наиболее динамично развивающихся сегментов рынка недвижимости и несет особую социальную нагрузку. Обеспеченность жильем и его доступность для населения напрямую влияют на уровень жизни, сказываются на рождаемости и темпах прироста населения, отражаются на его экономической культуре, поскольку приобретение жилья требует значительных затрат денежных средств, и моменту покупки обычно предшествует длительный период накопления. Массовый рынок жилья необходим как для решения социальных проблем, так и для развития экономики в целом.

Строительная отрасль отмечает стремительный рост практически по всем ключевым показателям. В первую очередь это связано с развитием отечественной экономики, задачами обеспечения доступным и комфортным жильем граждан страны, реконструкцией и введением в эксплуатацию недостроенных жилых домов, необходимостью заменить ветхий жилищный фонд, в основном критические сроки эксплуатации которого закончились еще в 90-х годах прошлого века. На сегодняшний день уровень обеспеченности населения жильем все еще значительно отстает от нормы. Жилищный фонд России по темпам ежегодного прироста по-прежнему уступает развитым странам.

Авторами был проведен и охарактеризован статистический анализ, указывающий на общую отрицательную динамику – количество аварийного и ветхого жилья превышает показатель вводимого [1–3]. Такое положение связано, в том числе, и с тем, что решить вопрос об увеличении вводимых жилых площадей за короткий период

времени достаточно сложно. А также проводилось исследование действующих нормативно-правовых актов (Федеральных законов РФ, постановлений Правительства РФ, Жилищного кодекса РФ и других), которые должны способствовать стимулированию развития жилищного комплекса России:

- Федеральный закон №161-ФЗ «О содействии развитию жилищного строительства» [4];
- Федеральная целевая программа «Жилище» на 2015–2020 годы [5] и другие.

В ходе работы были выявлены несоответствия (рассогласованность некоторых пунктов) действующих законов, в связи с чем рекомендовано усилить работу законодательной власти страны в данной отрасли для более эффективных действий по развитию жилищного строительства.

Исследовались эффективные, на наш взгляд, варианты увеличения общей площади жилых помещений, в которых будут в дальнейшем созданы комфортные условия для проживания граждан.

Для осуществления поставленной цели выполнены следующие основные задачи:

- проведен статистический анализ жилищного строительства в России с использованием данных Федеральной службы государственной статистики;
- определены общие характеристики сферы жилищного строительства;
- определено место жилищного строительства в социально-экономической системе;
- исследованы основные положения федеральной и региональной жилищной политики;

– выявлены проблемы функционирования и исследовано влияние различных факторов на развитие жилищного строительства;

– выявлены возможности повышения эффективности ипотечного кредитования на первичном и вторичном рынках жилья и определены условия привлечения инвестиций в жилищно-строительный комплекс;

– определена роль государства в создании эффективного механизма финансирования и стимулирования конкуренции в строительной сфере,

а также возможности активизации государственно-частного партнерства.

– рассмотрены варианты экономически выгодных по выбору конструктивных схем и материалов возведения многоквартирных домов.

Первый исследуемый вариант – стимулирование развития индивидуального жилищного строительства (ИЖС) в регионах России (рис. 1).



Рис. 1. Микрорайон индивидуального жилищного строительства в Белгородской области.

Опыт Белгородской области в развитии ИЖС нашел широкое применение в России. Уже более десяти лет АО «Белгородская ипотечная корпорация» (Корпорация) является главным оператором программы развития ИЖС в Белгородской области. В настоящее время Корпорация является своего рода холдингом, в который также входят ГУП «Белгородский областной фонд поддержки индивидуального жилищного строительства» (Фонд) и строительно-сберегательный потребительский кооператив граждан «Свой дом».

Главный итог реализации программы заключается в том, что удалось создать эффективно работающую систему, помогающую белгородцам с не самыми высокими доходами решить жилищный вопрос. Программа развития ИЖС в области осуществляется по трем основным направлениям:

– обеспечение возможности упрощенного (без аукциона) получения гражданами участков под строительство;

– ускоренное строительство инженерных коммуникаций в новых жилых районах;

– финансовая поддержка граждан-застройщиков.

Первым направлением занимается «Белгородская ипотечная корпорация». При этом работает принцип «одного окна»: застройщик получает пакет право-устанавливающих документов на свой участок, который за него оформляет корпорация. Ему остается только зарегистрировать

за собой право собственности на землю в Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр) – и построить дом. Если говорить в цифрах, то корпорация за время своей деятельности выделила более 31 тысячи участков на льготных условиях. Фонд поддержки ИЖС выделил кредиты на строительство и приобретение жилья на льготных условиях около 55 тысячам семей [6].

Благодаря этой программе многие населенные пункты области существенно увеличили свои территории. Микрорайоны ИЖС сформированы в непосредственной близости от областного и районных центров, на основных транспортных магистралях. Такое размещение дает застройщикам возможность быстро добраться до своего участка и в полной мере пользоваться существующей социальной инфраструктурой.

На территории Белгородского района уже застраивается 53 микрорайона ИЖС. Новые жилые районы группируются вокруг поселков Разумное, Новосадовый, Майский, Северный, сел Таврово, Никольское. Аналогичная ситуация и в других городах и районных центрах области – в них застраивается еще 24 микрорайона. Совокупная их площадь превышает 15 тыс. га.

Белгородская область реализует свою программу благодаря тому, что своевременно был создан региональный банк земли. С 2004 года через Корпорацию было передано гражданам более 31 тысячи участков. Сегодня Корпорация может предложить застройщикам еще более 35 тысяч

участков, которые по мере необходимости будут вводиться в оборот.

Участником программы может стать любой гражданин, проживающий в области не менее трех лет, имеющий постоянное место работы и доходы, позволяющие построить дом в срок. Но надо помнить, что программа носит социальный характер. Потому основные категории граждан, приобретающих участки – рабочие и служащие промышленных предприятий, работники бюджетных организаций и учреждений разных уровней, индивидуальных предприятий, пенсионеры. То есть в основном те, кто не может сразу найти средства на покупку готового жилья. Важно и то, что несколько последних лет более половины застройщиков – молодежь в возрасте до 35 лет. Именно эти категории нуждаются в поддержке государства в решении жилищного вопроса. Логично, что именно им предлагается участок по стоимости, на порядок ниже рыночной. Подведение инженерных коммуникаций застройщик тоже оплачивает лишь частично. Корпорация берет на себя обязательства по строительству сетей водоснабжения и водоотведения в пятилетний срок со дня заключения договора купли-продажи земельного участка. Это строительство финансируется из средств, собираемых от приобретателей земельных участков. Строительство сетей в микрорайонах ИЖС ведется энергоснабжающими организациями («Белгородэнерго», «Белгородоблгаз») за счет их собственных инвестиционных средств.

От застройщика требуется только одно – уложиться со строительством дома в пятилетний срок, иначе придется компенсировать рыночную стоимость земли и коммуникаций.

Все программы, осуществляемые Фондом поддержки ИЖС, являются социальными и предлагают займы на лучших условиях, чем ипотечные кредиты банков. Если участник программы строит дом в Белгороде или в райцентре, заем выдается в объеме до 1 млн. руб. на 15 лет под 10 % годовых. Сельскому застройщику – под 5 % годовых. Объемы кредитования растут. В 2010 году Фонд выдал застройщикам 692,6 млн. руб. заемных средств (жилья введено 853,2 тыс. кв. м), в 2011 году выдано 1,2 млрд. руб. и введено 961,7 тыс. кв. м, в 2012-м – 1,13 млрд. руб. и 1,02 млн. кв. м соответственно [6].

С июля 2011 года «Белгородская ипотечная корпорация» в рамках программы поддержки строительства жилья для многодетных семей безвозмездно выделяет земельные участки под ИЖС. Уже передано более 500 участков. Кроме того, Фонд оказывает многодетным семьям финансовую поддержку: им выдается заем в размере до 1 млн. руб. на 17 лет под 5 % годовых с

отсрочкой платежа основного долга на два года. Причем при рождении каждого последующего ребенка списывается 1/3 займа.

Из последних программ можно назвать пилотный проект по строительству домов «под ключ» в Шебекинском районе. Она была запущена в середине 2012 года по инициативе районной администрации, чтобы помочь семьям, имеющим двух и более детей, построить дома. Каждой семье выделен заем в размере трех млн. руб. под 3 % годовых. Здесь также предусматривается при рождении третьего и каждого последующего ребенка списание 1/3 займа. В начальный период, в апреле-мае 2013 года, 30 семей заселились в новые дома.

С этого года начинается осуществление региональной программы привлечения жителей в дальние хутора и населенные пункты с убывающим населением. Теперь любой житель области может построить себе дом в отдаленном хуторе, получив на эти цели кредит до 3 млн. руб. на 30 лет под 3 % годовых. При рождении каждого ребенка списывается 1/3 займа.

Кооператив «Свой дом» создан в первую очередь для работников бюджетной сферы, молодых людей. Желающий вступить в него должен внести паевой накопительный взнос от 50 тыс. до 300 тыс. руб. После этого выдается кредит, вдвое превышающий накопительный взнос, сроком на семь лет под 1 % годовых. За время деятельности кооператива его членам выдано около 5 млрд. руб. При его финансовой поддержке введено в эксплуатацию 600 тыс. кв. м индивидуального жилья.

На практике реализация программы выглядит следующим образом. За участок площадью 1,5 тыс. кв. м в пригородной зоне Белгорода застройщик платит 50 тыс. руб. (его рыночная стоимость – от 900 тыс. до 1 млн. руб.). Часть его взноса на строительство инженерных сетей – 180 тыс. руб. (72 тыс. первый взнос и 108 тыс. – на четыре года в рассрочку). Фактические затраты на строительство инженерных коммуникаций составляет от 300 тыс. до 400 тыс. руб. Таким образом, владелец участка в рамках договора платит корпорации только 230 тыс. руб. Разница между рыночной стоимостью и частичной оплатой является стимулирующим фактором для своевременного строительства дома [7].

Первостепенную роль в реализации областной целевой программы «Свой дом» играет созданное в 1993 году государственное унитарное предприятие «Белгородский областной Фонд поддержки индивидуального жилищного строительства». Указанный Фонд является единственным заказчиком по реализации на территории области

(как в городах, так и в сельской местности) целевой программы «Свой дом», которая включает в себя следующие направления:

- концентрация и эффективное использование финансовых ресурсов для оказания ссудополучателям материальной помощи при строительстве жилья в сельской местности;

- содействие индивидуальным застройщикам в развитии подсобного хозяйства, приусадебного хозяйства, животноводства и насыщении продовольственного рынка области продуктами сельскохозяйственного производства;

- получение прибыли, направляемой на дальнейшее развитие индивидуального жилищного строительства.

Для обеспечения стабильного финансирования индивидуального жилищного строительства постановлением главы администрации Белгородской области предусмотрены возможные дополнительные источники:

- централизация 5 % средств, выделяемых из областного бюджета на капитальные вложения, 2 % средств, поступающих во внебюджетные фонды области, 20 % всех платежей населения за жилье и коммунальные услуги, а также централизация части налогов, поступающих в бюджеты территорий от предприятий стройиндустрии по выполненным заказам на строительстве индивидуального жилья;

- часть амортизационных отчислений предприятий;

- введение налогов с оборота в торговле (до 5 %);

- отчисления части внебюджетных денежных средств, перечисляемых таможенной для развития таможенной инфраструктуры;

- выпуск жилищных сертификатов;

- прием областным Фондом поддержки индивидуального жилищного строительства на селе средств населения в порядке долевого участия в строительстве жилья по договорам;

- прием банком анонимных номерных вкладов населения под ставки не ниже предлагаемых Сбербанком России с целью формирования средств для кредитования областного Фонда поддержки индивидуального жилищного строительства на селе.

Структуры, подобные белгородскому Фонду поддержки индивидуального жилищного строительства, созданы и успешно функционируют в 29 регионах Российской Федерации [8].

Повышению эффективности развития жилищного строительства в Белгородской области способствует созданный проект «Новая жизнь» – это тиражируемая модель по обеспечению молодых специалистов и социально незащищенных категорий граждан современным и доступным жильем на льготных условиях. Квартиры средней площадью 30 кв. м строятся «под ключ», стоимость такого жилья для участника проекта ориентировочно составит 1,2 млн. рублей (рис. 2) [9].



Рис. 2. Многоквартирный дом с современной планировкой квартир площадью 26 – 33 кв. м по проекту «Новая жизнь»

Основные достоинства проекта:

- поддержка правительства области;
- соответствие современным стандартам;
- прозрачная схема оплаты;
- надежность для участников;
- высокая социальная значимость для региона.

После ввода жилого дома в эксплуатацию и передачи квартир в пользование участникам проекта размер их ежемесячных платежей составит

порядка 14,5 тыс. рублей. После полной выплаты стоимости квартиры участник приобретает на квартиру право собственности.

Вторым вариантом развития жилищного строительства может являться строительство быстровозводимых жилых зданий на основе металлокаркаса. Технология обладает рядом преимуществ:

- высокая скорость возведения,

- возможность проведения работ в любое время года,
- возможность экономить на фундаменте здания ввиду меньшей нагрузки на основание и другие.

На сегодняшний день, наряду с популярным железобетоном, все больше входят на рынок строительства быстровозводимые металло-каркасные сооружения. Такие виды сооружений представляют собой металлические каркасы, состоящие из рамы и прогонов для закрепления конструкций, которые являются опорой для стен и потолка, а также сэндвич-панелей. Форма и этажность здания зависит от сферы применения будущего здания и желания заказчика. Ограничений в назначении каркасных сооружений не существует.

В Российской Федерации имеется налаженное десятилетиями производство металлических конструкций, поэтому проблемы с наличием данного строительного материала не существует. Расширение применения металлоконструкций в России – свершившийся факт. Все больше жилых многоэтажных, социальных и спортивных зданий возводится с использованием стального каркаса. Несмотря на уменьшение объемов строительства в России за последние несколько лет, инвесторы продолжают строить новые и расширять уже существующие мощности по производству металлоконструкций. В то же время ведущие игроки рынка активно работают над изменением нормативной базы, что позволит расширить область применения стальных конструкций.

Пример современного жилого здания, построенного на металлокаркасе – это 25-ти этажный жилой комплекс «Московский» в Екатеринбурге Свердловской области (рис. 3).



Рис. 3. 25-ти этажный современный жилой комплекс «Московский» в Екатеринбурге, построенного на основе металлокаркаса

Третьим основным вариантом развития жилищного строительства является применение государственно-частного партнерства (ГЧП) при реализации крупных инвестиционных проектов в сфере жилищного строительства. Государственно-частное партнерство – это совокупность форм средне- и долгосрочного взаимодействия государства и бизнеса для решения общественно значимых задач на взаимовыгодных условиях.

Привлечение частных инвесторов к созданию объектов МЖС позволит существенно повысить эффективность их строительства и последующей эксплуатации. Зарубежный опыт убедительно доказывает, что участие частного сектора в инфраструктурных проектах приводит к сокращению времени строительства, минимизации совокупных издержек на строительство и эксплуатацию, а также к повышению степени удовлетворенности потребителей услуг.

Помимо этого, преимуществом привлечения частных инвестиций является сокращение расходов со стороны федерального бюджета, бюджетов субъектов РФ и местных бюджетов, что особенно важно в условиях увеличения нагрузки на бюджеты всех уровней, вызванного мировым финансовым кризисом. Существование потребностей в ускорении ввода объектов МЖС в эксплуатацию и одновременном снижении бюджетных расходов обуславливает необходимость разработки предложений по привлечению частных инвестиций для их создания в рамках ГЧП.

Государственно-частное партнерство, по существу, представляет собой механизм согласования интересов и обеспечения равноправия государства и бизнеса в рамках реализации крупных инвестиционных экономических проектов, направленных на достижение целей государственного управления.

Объем задач, которые предстоит решить в рамках реализации стратегии развития жилищного строительства в России, огромный. Но их реализация позволит поставить на новый качественный уровень проблему улучшения жилищных условий населения за счет предоставления более комфортных условий для проживания, создаст новые экономические условия для роста производства и объема предоставляемых услуг за счет значительного увеличения объемов строительства жилья. Это будет новым этапом воплощения в жизнь программы по дальнейшему улучшению качества жизни граждан России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Развитие жилищного строительства в России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №1. С. 17–22.

2. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Нормативно-правовое регулирование жилищного строительства в России // Международная научно-практическая конференция «Наука и инновации в строительстве» (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сб. докл.: в 2 т. Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. Т.1. С. 196–205.

3. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Жилищное строительство в России // Строительство: новые технологии – новое оборудование. 2017. №4. С. 60–66.

4. О содействии развитию жилищного строительства: Федеральный закон от 24.07.2008 №161-ФЗ (ред. от 23.06.2016) // Собрание законодательства РФ. 28.07.2008. №30. (ч. 2). С. 3617.

5. О федеральной целевой программе «Жилище» на 2015 - 2020 годы (с изм. и доп., вступ. в

силу с 14.06.2016): Постановление Правительства РФ от 17.12.2010 №1050 (ред. от 26.05.2016) // Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.gov.ru>.

6. Официальный сайт ГУП "Белгородский областной фонд поддержки ИЖС" / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.beligs.ru/fond/about-fond/gup.html>

7. ИЖС с господдержкой. Белгородский опыт. URL: <http://www.stroivopros.ru>.

8. Опыт индивидуального жилищного строительства в Белгородской области 2014 / Строительство и недвижимость. Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/2005/04/sn50404.html>.

9. Официальный сайт проекта «Новая жизнь» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nzpro.ru/>

Информация об авторах

Глаголев Евгений Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства, заместитель Губернатора области, начальник Департамента строительства и транспорта Белгородской области.

E-mail: kafedrasigsh@mail.ru

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

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

E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru

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

Марушко Михаил Викторович, инженер

E-mail: 12michailmar@mail.ru

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

Поступила в августе 2017 г.

© Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В., 2017

Glagolev E.S., Suleymanova L.A., Marushko M.V. EFFECTIVE REPRODUCTION OF HOUSING STOCK OF RUSSIA

Acquisition of own accommodation - high-priority need for each family: we cannot talk about any social priorities of society without satisfying this need. On that basis, realization of constitutional rights of citizens to decent housing is considered as the most important socio-political and economical problem. Common size and paces of housing construction, the real well-being of people, their moral and physical feeling, political rates and motivation of behavior largely depends from the choice of those or other approaches to solving this problem.

Keywords: *housing stock, housing construction, apartment houses, individual dwelling houses, variants.*

Information about the author

Glagolev Evgeniy Sergeevich, PhD, Assistant professor, deputy governor of Belgorod oblast, head of department of building and transport of Belgorod oblast

E-mail: kafedrasigsh@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Suleymanova Lyudmila Aleksandrovna, DSc, Professor,
E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Marushko Mikhail Viktorovich, engineer.
E-mail: 12michailmar@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in August 2017

© Glagolev E.S., Suleymanova L.A., Marushko M.V., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c5f5d19d4.09957286

Даниленко Е.П., доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УЧЁТА ЗЕМЕЛЬ ПРИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕРРИТОРИЙ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

danilenko_ep@mail.ru

В статье рассмотрены современные государственные и муниципальные системы учёта земель населённых пунктов. Определены сферы применения каждой системы, состав учитываемых показателей и характеристик земельных ресурсов. Проанализирована возможность применения каждой системы учёта земель для градостроительного использования территории населённых пунктов. Проанализированы проблемы учёта земельных ресурсов в муниципальных образованиях.

Ключевые слова: земельные ресурсы, учёт земель, населённые пункты, градостроительство, муниципальное управление, характеристики земельных участков.

Земли населённых пунктов в силу своей специфики и полифункциональности представляют интерес для большинства инвесторов, юридических лиц и граждан, поэтому государство уделяет особое внимание учету земель данной категории. На современном этапе активного развития земельно-имущественных отношений активно растёт потребность в информации о земле как пространственно-операционном базисе, средстве производства и объекте имущественных прав. Такие сведения выступают базой для осуществления рационального управления территорией населённых пунктов, а также принятия управленческих решений, направленных на развитие инвестиционного климата регионов.

В связи с тем, что базы земельно-кадастровых данных рассчитаны на интегрированное использование входящих в них сведений об огромной территории, их принято подразделять на несколько территориальных уровней [6]:

- Российская Федерация в целом;
- субъект Российской Федерации;
- административный район субъекта РФ;
- муниципальное образование;
- землепользование.

На каждом территориальном уровне применяются различные системы и методики учёта земель, при этом между уровнями существует обмен информацией в прямом и обратном направлениях

В настоящее время в Российской Федерации действует четыре различные системы учёта земель. Учёт земельных участков на федеральном уровне и уровне субъекта РФ осуществляется в Едином государственном реестре объектов недвижимости (ЕГРН) и в системе федерального мониторинга природных ресурсов, частью которого является мониторинг

земель. На уровне муниципальных образований учёт земельных ресурсов осуществляется путём ведения муниципального реестра земель и информационной системе обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД).

В современных рыночных условиях распределения земельных ресурсов населённых пунктов по землевладельцам и землепользователям, использующим земельные участки на правах собственности, аренды и пользования для различных функциональных целей, выбор методики учёта земель на муниципальном уровне играет особую роль. Не подлежит сомнению, что при планировании градостроительного использования территорий населённых пунктов и выбора вариантов застройки различных функциональных зон важное значение приобретает учёт количества и качества земельных ресурсов в пределах черты населённого пункта.

Рассмотрим особенности применения каждой системы учёта земельных ресурсов для обеспечения градостроительного развития территории населённых пунктов.

1. Государственный кадастровый учёт земельных участков в ЕГРН осуществляется в двух вариантах. В первом случае, совместно с государственной регистрацией прав в процессе создания, образования, прекращения существования земельного участка; образования или прекращения существования части земельного участка. Согласно второму варианту, государственный кадастровый учёт может осуществляться обособленно в случаях, установленных статьёй 14 федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости». Состав сведений о земельных участках, подлежащих включению в кадастр недвижимости, подразделяется на две

группы: основные и дополнительные. Основные характеристики установлены ч. 1 ст. 8 Федерального закона № 218 «О Государственной регистрации недвижимости», их правовое значение заключается в том, что именно они характеризуют земельные участки в качестве индивидуально-определенной вещи. В ЕГРН содержится описание местоположения границ земельного участка, площадь земельного участка, сведения о правовом положении земельного участка, расположении его в границах различных зон с особыми условиями использования земельных участков. В качестве дополнительных сведений, выступают данные, вносимые в ЕГРН в уведомительном порядке [3]:

- адрес земельного участка;
- сведения о кадастровой стоимости земельного участка;
- сведения о природных ресурсах, расположенных в пределах земельного участка;
- категория земель, к которой отнесен земельный участок;
- вид или виды разрешенного использования земельного участка.

Как видим из вышеперечисленного, сведения ЕГРН не содержат характеристик земельных участков, которые наиболее важны для обеспечения градостроительной деятельности – отсутствуют такие характеристики, как рельеф и грунты, а также принадлежность земельного участка к функциональной зоне, в которой локализуется земельный участок в документах территориального планирования и градостроительного зонирования.

Однако, в ЕГРН включается проект межевания территории – документ, который на основании ст. 43 Градостроительного кодекса РФ, позволяет определить местоположение границ образуемых земельных участков; установить, изменить либо отменить красные линии для застроенных территорий, в границах которых не планируется размещение новых объектов капитального строительства, а также установить, изменить либо отменить красные линии в связи с образованием и (или) изменением земельного участка, расположенного в границах территории, применительно к которой не предусматривается осуществление деятельности по комплексному и устойчивому развитию территории, при условии, что такие установление, изменение либо отмена влекут за собой исключительно изменение границ территории общего пользования [2]. Проект межевания территории может разрабатываться как в составе проекта планировки территории, так и в виде отдельного документа. Структура проекта межевания

представлена основной частью (текстовая часть и чертежи межевания территории) и материалами по обоснованию проекта. В тестовой части проекта межевания территории описываются сведения о размерах земельных участков, их размещении на осваиваемой территории, представляются координаты формируемых земельных участков, а также в соответствии с проектом планировки определяются виды разрешенного использования [4]. Только разработав, утвердив и направив проект межевания территории для включения в ЕГРН, муниципальное образование приобретает право предоставлять земельный участок заинтересованным лицам для застройки в соответствии со своими планами и проектами развития территории населенного пункта.

2. В системе государственного мониторинга земель учет земель населенных пунктов сводится к осуществлению наблюдений, оценки и прогнозирования, направленных на получение достоверной информации о состоянии земель, об их количественных и качественных характеристиках, их использовании и о состоянии плодородия почв. На основании полученных сведений дается оценка качественного состояния земель с учетом воздействия природных и антропогенных факторов и предложения по устранению негативных влияний. Данные, полученные в ходе проведения государственного мониторинга земель, используются при подготовке государственного (национального) доклада о состоянии и использовании земель в Российской Федерации.

Государственный мониторинг земель осуществляется с использованием автоматизированной информационной системы государственного мониторинга земель, являющейся информационной подсистемой единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды).

Собранная информация путем генерализации становится базисом для составления годового отчета о наличии и распределении земель по муниципальному образованию по состоянию на 1 января текущего года.

Отчет состоит из форм государственной и ведомственной статистической отчетности, утвержденных Приказом Росреестра от 30.12.2015 № П/690 «Об утверждении Перечня форм государственной и ведомственной статистической отчетности Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии подлежащих сбору и обработке в

2016 году», экспликации земель, а также краткой пояснительной записки. Форма статистической отчётности № 22-5 «Сведения о распределении общих площадей городских населенных пунктов по видам использования земель и формам собственности» содержит обобщённые сведения о площадях земельных участков конкретного населённого пункта в разрезе видов использования, категориях землевладельцев и землепользователей, а также видах прав и формах собственности, на которых используются земли населённого пункта [5].

Формы статистической отчётности в системе мониторинга земель не содержат информации и локализации земельных участков на территории населённого пункта, рельефе, грунтах, и прочих характеристиках, необходимых для обеспечения градостроительной деятельности.

3. На уровне муниципального образования учет земель населенных пунктов ведется несколькими способами: в реестре муниципального имущества, путем проведения инвентаризации земель, а также с помощью специализированного программного обеспечения. Учет земель, находящихся в собственности муниципальных образований представляет собой упорядоченную систему сбора, регистрации и обобщения информации об объектах собственности в специально созданном реестре. Цель муниципального учета – подготовка полной и достоверной информации об объектах собственности, для предоставления органам государственной власти субъектов Российской Федерации, а также осуществление информационно-справочного обслуживания путем выдачи выписок из Реестра муниципальной собственности.

Реестр муниципального имущества – муниципальная информационная система, представляющая собой организационно упорядоченную совокупность документов (сведений) на бумажном носителе и в электронном виде. К сведениям о земельных участках в реестре муниципального имущества относятся:

- адрес (местоположение);
- кадастровый номер;
- площадь, протяженность и (или) иные параметры, характеризующие физические свойства земельного участка;
- сведения о балансовой стоимости;
- даты возникновения и прекращения права муниципальной собственности на земельный участок;
- реквизиты документов – оснований возникновения (прекращения) права муниципальной собственности;

– сведения об установленных в отношении муниципального земельного участка ограничениях (обременениях) с указанием основания и даты их возникновения и прекращения.

Учет земель на уровне муниципального образования осуществляется путем выполнения всех технологических, экономических и экологических функций, при реализации которых, полученный реестр земельных участков выступает инструментом управления конкретными землевладениями и землепользованиями. При этом органы местного самоуправления используют сведения из различных баз и банков земельно-кадастровых данных. На этом уровне структурные подразделения земельно-имущественных отношений осуществляют систематизацию и накопление данных об объектах и субъектах собственности, владения, пользования и аренды земли, целевом назначении земельных участков, режиме их использования и внесении изменений в базу данных.

В процессе ведения Реестра муниципального имущества осуществляется внесение в него муниципальных земель и всех необходимых данных о них, обновление данных, исключение их из Реестра, изменение форм собственности или других вещных прав на земельные участки. Сведения, включаемые в Реестр муниципального имущества, формируются на основании системы единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН).

Как видим, реестр муниципальной собственности также не содержит сведений о качественных и правовых характеристиках земельных участков, необходимых для обеспечения градостроительства.

4. Учет земель населенных пунктов в Информационной системе обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) заключается в формировании базы данных о застроенных и подлежащих застройке земельных участках. Сведения, содержащиеся в ИСОГД, предоставляются органам государственной власти, органам местного самоуправления, физическим или юридическим лицам на основании запроса заинтересованного лица в форме выписки (справки) или комплексной справки на земельный участок [2].

Размещение информации в информационной системе обеспечения градостроительной деятельности осуществляется строго в соответствующие разделы согласно части 4 статьи 56 Градостроительного кодекса РФ. Согласно используемому в большинстве муниципальных образований программному обеспечению в него входят следующие

прикладные подсистемы:

- ресурсы;
- строительство и реконструкция;
- подсистема ИСОГД;
- общие справочники и реестры;
- служебные сервисы.

Учет сведений о землях и земельных участках ведется только в двух подсистемах АИСОГД: подсистема «Ресурсы» и подсистема «ИСОГД». В рамках подсистемы «Ресурсы» осуществляются функции по вводу, хранению и обработке данных общих для всех подсистем программного комплекса, в результате чего создается реестр земельных участков, расположенных в населённом пункте. Совместно с основным реестром ведутся все справочники и классификаторы, необходимые для полноценного описания объектов реестра.

Сведения о застроенных и подлежащих застройке земельных участках содержатся в соответствующем разделе. С помощью Информационная система обеспечения градостроительной деятельности осуществляется автоматизированное формирование исходно-разрешительной документации градостроительной деятельности, в частности это градостроительный план земельного участка, разрешение на размещение временных объектов и рекламных конструкций, строительство, на ввод в эксплуатацию. Кроме того, ИСОГД позволяет актуализировать топографическую основу, адресный план и другие тематические слои, вести электронный документооборот, вести автоматизированный учет градостроительной документации, а также выполняет формирование пространственно-временных запросов и аналитических отчетов

(градостроительная справка, градостроительное заключение, статистические отчеты).

Как видим, ИСОГД за счет постоянной актуализации сведений должен содержать наиболее достоверную информацию о земельных участках на территории населённого пункта. Однако здесь видится несколько проблем, которые заключаются в нижеследующем:

- недостаточно оперативное внедрение в муниципальных образованиях автоматизированных систем ИСОГД,

- трудоёмкость работ по переводу информации на бумажных носителях, накопленной органами архитектуры и градостроительства за долгие годы работы, в электронный вид;

- отсутствие в структурных подразделениях местных администраций квалифицированных кадров, которые наполнят АИСОГД сведениями о земельных участках на территории населённого пункта, и смогут поддерживать систему ИСОГД в актуальном состоянии.

Всё вышеперечисленное не позволяет отнести систему учёта земельных ресурсов в ИСОГД к наиболее достоверной и единственно применимой для целей градостроительного использования территории населённых пунктов.

Результаты проведенного анализа учёта земель в конкретных населённых пунктах показывают, что площадь населённого пункта в четырёх используемых системах учёта земель может разниться. В целях выявления причин обозначенной проблемы сравним систему показателей, в соответствии с которой осуществляется учет земель и земельных участков в населённых пунктах (таблица 1).

Таблица 1

Основные показатели в системах учета земель населённых пунктов

№	Показатели	Учет земель в ЕГРН	Учет земель в системе государственного мониторинга земель	Учет земель в реестре муниципальной собственности	Учет земель в ИСОГД
1	Адрес (местоположение)	+	-	+	+
2	Кадастровый номер	+	-	+	+
3	Площадь земельного участка	+	+	+	+
4	Дата возникновения и прекращения права на земельный участок	+	-	+	+
5	Категория земель	+	+	-	-
6	Вид разрешенного использования	+	-	-	+
7	Сведения об установленных ограничениях (обременениях) в отношении земельного участка	+	-	+	+
8	Кадастровая стоимость	+	-	+	+
9	Основания возникновения (прекращения) права	+	-	+	+

Данные, приведённые в таблице, указывают на дублирование показателей в системах учёта земель. Так, к примеру, площадь земельных участков учитывается во всех четырех системах учёта, но для каждой системы учёта применяются разные методы ее получения. Так, учёт площади земельного участка в ЕГРН производится по результатам проведения кадастровых работ, в системе мониторинга земель – в основном методами дистанционного зондирования и картометрическими методами [8], в муниципальных реестрах земель – по результатам инвентаризации земель, в ИСОГД вносятся данные из документов территориального планирования и градостроительного зонирования.

Таким образом, вышеизложенное подчеркивает необходимость обстоятельного рассмотрения вопроса об усовершенствовании взаимодействия всех четырех систем учёта земель населённых пунктов. Также следует отметить, что полностью отказаться от какой-либо системы учёта невозможно, поскольку каждая из них несет определенную функцию. Так, система ЕГРН необходима для целей государственной регистрации прав на недвижимое имущество, регистрации сделок с земельными участками и для налогообложения; система государственного мониторинга земель – для наблюдения за состоянием земель и составления национального доклада Правительству РФ о состоянии и использовании земельного фонда России; реестр муниципальной собственности позволяет организовать систему рационального управления муниципальными землями на территории населённого пункта, а Информационная система обеспечения градостроительной деятельности ведется для целей обеспечения градостроительного развития территории населённого пункта.

С целью минимизирования различий сведений о земельных участках во всех вышеперечисленных системах учёта нами предлагается оптимизировать процесс учёта земель путем интеграции используемых систем и обмена полными, достоверными, актуальными сведениями. Так, для ведения информационной системы обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) необходимо применять программное обеспечение, которое будет иметь возможность интеграции с системой межведомственного электронного взаимодействия. Система межведомственного электронного взаимодействия позволит упростить процедуру внесения актуальных сведений о земельных участках населённого

пункта в ИСОГД из таких систем учёта земельных участков, как ЕГРН и Реестр муниципальной собственности. В результате этого на основании сведений различных ведомств, пространственные и реестровые данные ИСОГД получают возможность постоянной актуализации. При нормальном функционировании СМЭВ в области учёта земель решаются сразу два вопроса: полностью ликвидируются различия в значениях площади земель населённого пункта и устраняется необходимость в дублировании показателей учёта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Земельный кодекс Российской Федерации: Федеральный Закон от 25.10.2001 № 136-ФЗ [Электронный ресурс] // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс», 2017.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ [Электронный ресурс] : Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс», 2017.
3. О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 13.07.2015 г. № 218-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс», 2017.
4. Приказ Минэкономразвития России от 21.11.2016 № 734 «Об установлении формы карты-плана территории и требований к ее подготовке, формы акта согласования местоположения границ земельных участков при выполнении комплексных кадастровых работ и требований к его подготовке» [Электронный ресурс] // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс», 2017.
5. Приказ Росреестра от 30.12.2015 № П/690 «Об утверждении Перечня форм государственной и ведомственной статистической отчетности Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии подлежащих сбору и обработке в 2016 году» [Электронный ресурс] // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс», 2017.
6. Варламов, А. А., Гальченко С. А. Кадастр недвижимости. Под ред. А. А. Варламова. М.: КолосС, 2012. 679 с.
7. Даниленко Е.П., Коробейник В.А. Оценка эффективности работы органов местного самоуправления при управлении территорией города Шебекино // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №10. С. 230–236.
8. Затолокина Н.М., Мелентьев А.А. Учёт данных дистанционного зондирования

застроенных территорий г. Белгорода при планировке и застройке новых микрорайонов // В сборнике: Актуальные проблемы природообустройства, кадастра и землепользования. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. 2016. С. 76-81.

9. Камынина Н.Р. Особенности кадастрового учёта земель для регулирования

маломасштабного строительства в странах Евросоюза // Геодезия и картография. 2016. № 12. С. 36-44.

10. Ноздрачев Т.А. Формирование системы эффективного управления государственным и региональным землепользованием // В сборнике: Актуальные проблемы землеустройства и кадастров на современном этапе: Материалы III Международной научно-практической конференции. 2016. С. 201–205.

Информация об авторах

Даниленко Елена Петровна, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

E-mail: danilenko_ep@mail.ru

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

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

Поступила в сентябре 2017 г.

© Даниленко Е.П., 2017

Danilenko E.P.

**APPLICATION OF MODERN LAND REGISTRATION SYSTEMS
AT TOWN-PLANNING USE OF TERRITORIES OF SETTLED POINTS**

The article considers the modern state and municipal accounting system of land settlements. Defined the scope of each system, the composition of indicators and characteristics of land resources. Analyzed the possibility of applying each accounting system of land to urban use of the territory settlements. Analyses problems of accounting of land resources in municipalities.

Keywords: *land resources, land registration, human settlements, urban planning, municipal management, characteristics of the land.*

Information about the authors

Danilenko Helena Petrovna, Assistant professor.

E-mail: danilenko_ep@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017

© Danilenko E.P., 2017

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI: 10.12737/article_59cd0c60148053.59501281

¹Бондаренко Д.О., аспирант,¹Бондаренко Н.И., ассистент,¹Бессмертный В.С., д-р техн. наук, проф.,¹Изофатова Д.И., магистрант,²Дюмина П.С., канд. техн. наук, доц.,²Волошко Н.И., канд. техн. наук, проф.¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова²Белгородский университет кооперации, экономики и права

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИЛИКАТ-ГЛЫБЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКОГО СТЕКЛА

di_bondarenko@mail.ru

Использование низкотемпературной плазмы в различных отраслях промышленности на сегодняшний день является перспективным направлением. Разработана энергосберегающая технология получения силикат-глыбы с использованием плазменной струи. Исследовано влияние предварительной термической обработки на прочностные характеристики таблеток шихты. Экспериментально подтверждено, что с увеличением температуры термообработки с 400 °С до 620 °С прочность на сжатие возросла с 0,8 МПа до 2,1 МПа.

Ключевые слова: энергосберегающая технология, силикат-глыба, плазменная струя, термообработка шихты.

В настоящее время важнейшей задачей нашего общества является развитие отечественной экономики на основе современных достижений науки, техники и технологии. Использование нетрадиционных источников энергии, в частности, низкотемпературной плазмы, позволяет не только существенно снизить энергозатраты и экологическую нагрузку на природу, но и интенсифицировать технологические процессы, повысить качество конечного продукта и снизить его себестоимость.

Низкотемпературную плазму используют в различных отраслях промышленности: при синтезе синтетических минералов и тугоплавких стекол, получении защитно-декоративных покрытий, стекломикрошариков, микросфер, оптических волокон и др. [1–8].

Индустрия строительных материалов является достаточно энергоёмкой отраслью, в том числе и в технологии получения силикат-глыбы для производства жидкого стекла.

Соли кремниевой кислоты натрия или калия представляют собой продукты производства предприятий стекольной промышленности России, общий выпуск которых более 700000 т/год. Основную долю производства, свыше 90 %, составляет натриевая силикат-глыба [9, 10].

Силикат-глыбу получают путем плавления кварцевого песка и кальцинированной соды и/или поташа, которая в зависимости от наличия солей в ее составе бывает одно- или двухкомпо-

нентной [11]. Повышенное внимание к силикатным продуктам вызвано такими характеристиками, как огнеустойчивость и нетоксичность [11]. Однако современное производство силикат-глыбы представляет собой весьма энергоёмкий, длительный и многостадийный процесс, который также требует специального оборудования.

На сегодняшний день, существует ряд технологий изготовления силикат-глыбы, вместе с тем каждая из них имеет ряд недостатков. Получение силикат-глыбы и дальнейшее её дробление на мелкие куски требует дополнительных энергетических затрат и оборудования [12]. Разработанная плазменная технология позволяет сразу получить необходимую мелкую фракцию силикат-глыбы.

Варка силикат-глыбы осуществляется в газопламенных и электростекловаренных печах представляет собой наиболее известные технологии [13–15]. Недостатком газопламенных печей является большой расход топлива, низкий КПД и ухудшение экологической обстановки в процессе производства. Снижение экологического прессинга решает использование стекловаренных печей с электрообогревом, однако не отменяет проблему энергосбережения.

Обобщая вышеуказанное, можно заключить, что современные технологии получения силикат-глыбы являются длительными во времени, требующими специализированного оборудования и энергозатрат.

Целью исследований являлась разработка энергосберегающей технологии получения силикат-глыбы с использованием низкотемпературной плазмы.

В качестве исходных материалов для подготовки шихт использовали:

– кварцевый песок марки Б-100-1 по ГОСТ 22551–77;

– сода кальцинированная марки Б по ГОСТ 5100–85;

– поташ 1-го сорта по ГОСТ 10690–73.

Для синтеза использовали кварцевый песок Грушевского месторождения (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав кварцевого песка

Наименование сырьевого материала	Содержание оксида, мас. %		
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Песок Грушевского месторождения	98,55	1,20	0,25

В соответствии с требованиями нормативных документов в России предусмотрено получение силикат-глыбы со следующим содержанием щелочей (табл. 2).

Согласно данным, представленным в таблице 2, для плазменного синтеза выбраны четыре состава: натриевая силикат-глыба, натриево-калиевая силикат-глыба, калиево-натриевая силикат-глыба и калиевая силикат-глыба (табл. 3).

Таблица 2

Виды силикат-глыбы регламентируемые нормативными документами

Наименование глыбы	Силикатный модуль	Содержание щелочей, %
Натриевая	2,7–3,0	25,3–27,9
Калиево-натриевая 75/25	2,85–3,25	28,5–33,2
Натриево-калиевая 70/30	2,75–3,1	25,9–29,9
Калиевая	2,65–2,85	28,1–34,4

Таблица 3

Расчётные составы силикат-глыбы

№	Содержание компонентов, %		
	Na ₂ O	K ₂ O	SiO ₂
1	26	–	74
2	8	24	68
3	19	8	73
4	–	31	69

Необходимые компоненты шихты усредняли в лабораторном смесителе. Для предотвращения расслоения шихты и проведения более эффективного плазменного синтеза силикат-глыбы

прессовали таблетки диаметром 10 мм и толщиной 5–7 мм (рис. 1). Для точности и чистоты эксперимента было отпрессовано 4 партии.

После формования проводили термообработку отформованных таблеток (рис. 2).

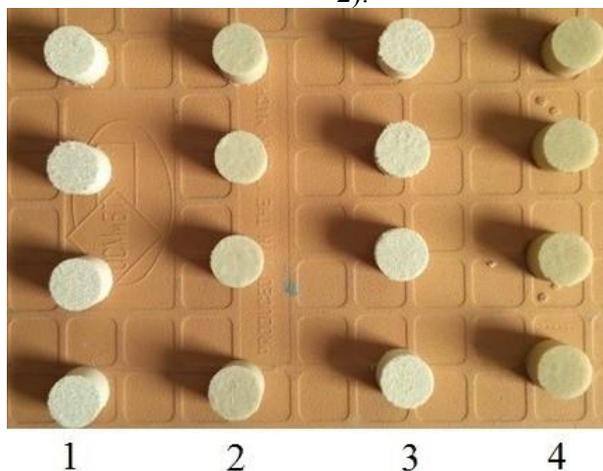


Рис. 1. Отпрессованные таблетки исследуемых шихт, четырех составов: 1 – натриевых; 2 – натриево-калиевых; 3 – калиево-натриевых; 4 – калиевых



Рис. 2. Отпрессованные термообработанные таблетки шихты

Термическую обработку таблеток производили с целью повышения их прочности, т.к. плазменные струи обладают не только высокой температурой, порядка 5000–10000 К, но и значительным динамическим напором при

скорости истечения струи 150 м/с.

Исследование прочности образцов на сжатие определяли на лабораторном прессе.

Влияние температуры термообработки на прочность образцов представлена на рисунке 3.

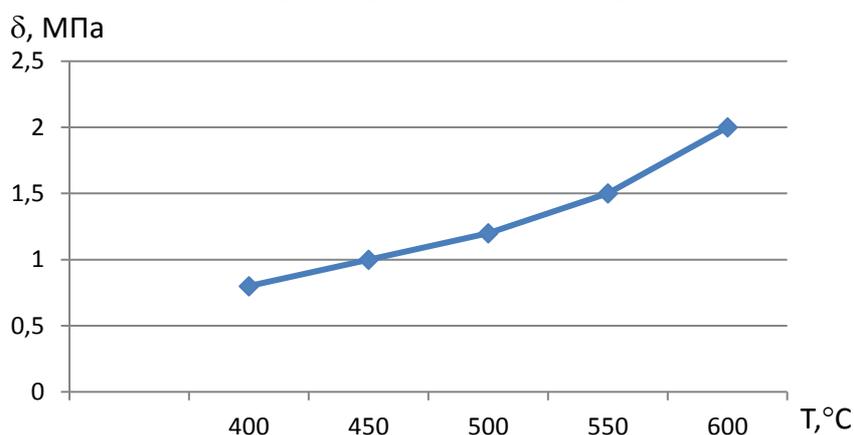


Рис. 3. Зависимость прочности образцов на сжатие от температуры термообработки

С увеличением температуры термообработки с 400 °C до 620 °C прочность на сжатие возрастала с 0,8 МПа до 2,1 МПа. При более высокой температуре образцы деформировались, растрескивались и разрушались.

Плазменный синтез силикат-глыбы проводили с использованием электродугового плазмотрона Мультиплаз 2500 и температурой плазменного факела 5000 К. Полученный силикатный расплав охлаждали в резервуаре с водой. В связи с тем, что расплав образовывался за весьма короткие промежутки времени и обладал температурой 1600 °C, низкой вязкостью, образовывался высококачественный однородный по свойствам стеклогранулят размером 750–2500 мкм. Схема синтеза силикат-глыбы представлена на рисунке 4.

После синтеза образцы извлекали из тиглей и подвергали рентгенофазовому и рентгенофлуоресцентному анализу. Силикат-глыба шихты № 1 с содержанием 26 % Na₂O, представлена на рисунке 5.

Энергозатраты на синтез 1 кг силикат-глыбы по разработанной технологии составляют 1900 кДж, что в три раза ниже, чем по традиционной технологии с использованием стекловаренных печей.

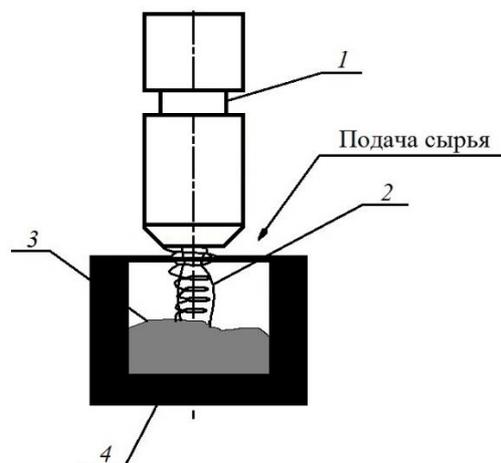


Рис. 4. Схема синтеза силикат-глыбы:
1 – плазменная горелка; 2 – плазменный факел;
3 – силикатный расплав, 4 – корпус тигля

Рис. 5. Силикат-глыба с 26 % Na₂O

Разработанная плазменная технология является не только экологически чистой, но и энерго-сберегающей, что позволяет получить конкурентоспособную продукцию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bessmertny V.S., Krokhin V.P., Panasenko V.A., Drichd N.F., Dyumina P.S., Kolchina O.M. Plasma rod decorating of household class // Glass and Geramics. 2001. Vol. 58. Issue 5–6. P. 214–215.
2. Bessmertnyi V.S., Minko N.I., Krokhin V.P., Semenenko S.V., Osykov A.I. Trend in contemporary methods for decoration of glass and class articles // Glass and Geramics. 2003. Vol. 60. Issue 11–12. P. 364–366.
3. Степанова М.Н. Разработка составов и технологии защитно-декоративных покрытий для теплоизоляционного пеностекла: автореф. дис. канд. техн. наук. Белгород, 2008. 20 с.
4. Бессмертный В.С., Бондаренко Н.И., Борисов И.Н., Бондаренко Д.О. Получение защитно-декоративных покрытий на стеновых строительных материалах методом плазменного оплавления. Белгород: Изд. БГТУ, 2014. 104 с.
5. Федосов С.В., Акулова М.В., Щепочкина Ю.А. Стекловидное покрытие для бетона // Строительные материалы. 2000. № 8. С. 28.
6. Федосов С.В., Акулова М.В., Щепочкина Ю.А., Подлозный Э.Д., Наumenко Н.Н. Плазменное оплавление строительных композитов. М.: Изд-во АСВ, Иваново: Изд. ИГАСУ, 2009. 228 с.
7. Пучка О.В., Вайсера С.С., Сергеев С.В. Плазмохимические методы получения покрытий на поверхности пеностекла // Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 3. С. 147–150.
8. Здоренко Н.М., Ильина И.А., Бондаренко Н.И., Гащенко Э.О., Бондаренко Д.О., Изофатова Д.И. Защитно-декоративные покрытия для стеновых строительных материалов автоклавного твердения // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 9. С. 81–82.
9. Исследование материалов на основе силикатных вяжущих материалов (жидких стекол) [Электронный ресурс]. Систем. требования: Microsoft Word. URL: <http://allbeton.ru/upload/iblock/9eb/issledovanie-materialov-na-osnove-silikatnih-vyajuschih-materialov-ajidkih-stekolc.doc>. (дата обращения: 04.09.2017).
10. Виноградов Б.Н. Сырьевая база промышленности вяжущих веществ СССР. М.: Изд. Недра, 1971. 486 с.
11. Куатбаев К.К., Пужанов Г.Т. Строительные материалы на жидком стекле. Алма-Ата: Изд. Казахстан, 1968. 62 с.
12. Корнеев В.И., Данилов В.В. Растворимое и жидкое стекло. СПб.: Стройиздат, 1996. 216 с.
13. Пат. 2156222 Российская Федерация. МПКС 01В33/32. Способ получения «силикат-глыбы» / Дубинин Н.А., Дигонский С.В., Кравцов Е.Д., Тен В.В.; заявитель и патентообладатель ОАО МНПО «Полиметалл». – № 99104641/03, заявл. 04.03.1999, опубл. 20.09.2000. Бюл. № 26.
14. Пат. 2053970 Российская Федерация. МКИ С 03 С 6/02, С 03 В 1/02. Способ приготовления стекольной шихты / Везенцев А.И.; заявитель и патентообладатель Научно-производственное предприятие «Силиколл». – № 92014433/33, заявл. 23.12.1992; опубл. 10.02.96, Бюл. № 4.
15. Китайгородский И.И. Технология стекла. М.: Стройиздат, 1961. 564 с.

Информация об авторах

Бондаренко Диана Олеговна, аспирант кафедры материаловедения и технологии материалов.

E-mail: di_bondarenko@mail.ru

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

Бондаренко Надежда Ивановна, ассистент кафедры технологии стекла и керамики.

E-mail: bondarenko-71@mail.ru

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

Бессмертный Василий Степанович, доктор технических наук, профессор кафедры технологии стекла и керамики.

E-mail: vbessmertnyi@mail.ru

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

Изофатова Дарья Игоревна, магистрант кафедры технологии стекла и керамики.

E-mail: izofatova94@mail.ru

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

Дюмина Полина Семёновна, кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения непродовольственных товаров и таможенной экспертизы.

E-mail: kaf-top@buket.ru

Белгородский университет кооперации, экономики и права.

Россия, 308023, Белгород, ул. Садовая, д. 116а.

Волошко Наталья Исетовна, кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения непродовольственных товаров и таможенной экспертизы.

E-mail: kaf-top@buket.ru

Белгородский университет кооперации, экономики и права.

Россия, 308023, Белгород, ул. Садовая, д. 116а.

Поступила в сентябре 2017 г.

©Бондаренко Д.О., Бондаренко Н.И., Бессмертный В.С., Изофатова Д.И., Дюмина П.С., Волошко Н.И., 2017

**Bondarenko D.O., Bondarenko N.I., Bessmertny V. S., Izofatova D.I., Dyumina P.S., Voloshko N.I.
ENERGY-SAVING TECHNOLOGY OF PRODUCING SILICATE-CLOD FOR LIQUID GLASS
PRODUCTION**

The use of low-temperature plasma in various industries today is a promising direction. An energy-saving technology for producing silicate-clod using a plasma jet has been developed. The effect of preliminary heat treatment on strength characteristics of preform furnace-charge is studied. It was experimentally confirmed that with an increase in the heat treatment temperature from 400 ° C to 620 ° C, the compressive strength increased from 0.8 MPa to 2.1 MPa.

Keywords: *energy-saving technology, silicate-clod, plasma jet, heat treatment of charge.*

Information about the author

Bondarenko Diana Olegovna, Research assistant.

E-mail: di_bondarenko@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Bondarenko Nadezda Ivanovna, Assistant.

E-mail: bondarenko-71@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Bessmertnyi Vasilii Stepanovich, DSc, Professor.

E-mail: vbessmertnyi@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Izofatova Daria Igorevna, Undergraduate.

E-mail: izofatova94@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Dyumina Polina Semenovna, PhD, Assistant professor

E-mail: kaf-top@buket.ru

Belgorod University of Cooperation, Economics & Law.

Russia, 308023, Belgorod, st. Sadovaya, 116а.

Voloshko Natalia Ismetovna, PhD, Assistant professor

E-mail: kaf-top@buket.ru

Belgorod University of Cooperation, Economics & Law.

Russia, 308023, Belgorod, st. Sadovaya, 116а.

Received in September 2017

©Bondarenko D.O., Bondarenko N.I., Bessmertny V. S., Izofatova D.I., Dyumina P.S., Voloshko N.I., 2017

Полужктова В.А., канд. техн. наук, доц.,
Кожанова Е.П., студент,
Кудина А.Е., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

АДСОРБЦИЯ ФЛОРОГЛЮЦИНФУРФУРОЛЬНЫХ ОЛИГОМЕРОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРМИНЕРАЛЬНЫХ ДИСПЕРСИЙ*

val.po@bk.ru

Адсорбция олигомеров на поверхности частиц твердого тела определяет особенности структуры граничного слоя, это позволяет целенаправленно влиять на размер частиц дисперсной фазы, агрегативную устойчивость и пластификацию дисперсных систем. В работе определены некоторые параметры адсорбции флороглюцинфурфурольных олигомеров на следующих адсорбентах: мел, цемент и поливинилацетат. Установлено, что олигомерные молекулы адсорбируются на поверхности частиц полимерминеральных дисперсных материалов, образуя мономолекулярный слой; при адсорбции на частицах различных дисперсных материалов изменяется ориентация молекул по отношению к поверхности. Доказано, что адсорбционно-сольватный фактор играет существенную роль в повышении агрегативной устойчивости полимерминеральных дисперсий и пластификации дисперсных систем флороглюцинфурфурольным модификатором. Установлено, что адсорбция на поверхности частиц обеспечивается ионным взаимодействием отрицательных оксигрупп звена флороглюцина с положительно заряженными активными центрами поверхности дисперсной фазы и дисперсионными силами взаимодействия между системой ароматических колец олигомеров и поверхностью частиц.

Ключевые слова: адсорбция, флороглюцинфурфурольные олигомеры, полимерминеральные дисперсии, пластификация систем, адсорбционно-сольватный фактор.

Введение. Дисперсии минеральных или органических веществ в жидких средах являются основой для изготовления широкого ассортимента строительных растворов (цементных, бетонных, керамических, полимерных и т.п.), а также материалов и изделий на их основе. При стремительном развитии аддитивных технологий в строительстве метод трёхмерной печати полимерцементным раствором может оказаться намного выгоднее и эффективнее для возведения конструкций, чем традиционные способы строительства [1, 2]. В связи с этим получение и исследование полимерминеральных дисперсных систем относится к одной из важнейших задач современной науки и технике, в решении которой фундаментальное значение приобретает коллоидная химия.

Создание материалов для новых технологий непосредственно связано с использованием гетерогенных полимерминеральных систем с высоко развитыми поверхностями раздела фаз. Получить подобные системы возможно только путем целенаправленного модифицирования границы раздела фаз и регулирования процессов структурообразования в строительных дисперсиях. Для этого применяют химические добавки – модификаторы. Используемые модификаторы чаще всего представляют собой олигомерные и (или)

полимерные органические молекулы [3]. Адсорбция макромолекул на твердых поверхностях приводит к ряду изменений в свойствах строительных растворов и готовых изделий. Ранее в БГТУ им. В.Г. Шухова был синтезирован и изучен модификатор на основе флороглюцинфурфурольных олигомеров (СБ-ФФ) для минеральных дисперсий [4, 5]. Строение элементарного звена олигомерной молекулы модификатора представлено на рис. 1.

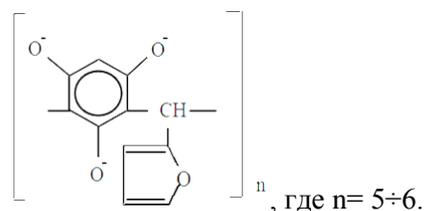


Рис. 1. Строение элементарного звена олигомерных молекул флороглюцинфурфурольного модификатора

Адсорбция олигомеров на поверхности твердого тела определяет особенности структуры граничного слоя, это позволяет целенаправленно влиять на размер агрегатов частиц дисперсной фазы и пластификацию дисперсных систем. Скорость установления адсорбции имеет большое значение для понимания механизма адсорбции. Стадией, определяющей скорость адсорбции, яв-

ляется диффузия олигомеров к поверхности адсорбента или в его поры.

В большинстве случаев адсорбция полимеров носит необратимый характер, это обусловлено относительно большим числом контактов макромолекулы с поверхностью. Однако для кремнезема в работе [6] сообщается о десорбции полимеров для того же растворителя, в котором велась адсорбция.

По многочисленным данным [6, 7] известно, что величина адсорбции одного и того же полимера или олигомера из одних и тех же растворителей изменяется в широких пределах в зависимости от природы адсорбента, это обусловлено изменением ориентации макромолекул, контактирующих с поверхностью. Величина адсорбции и структура адсорбционного слоя в значительной мере определяется характером взаимодействия макромолекул с поверхностью, т.е. типом адсорбционной связи [8, 9].

Целью данной работы было изучение процесса адсорбции олигомерных молекул флороглюцинфурфуrolьного модификатора (СБ-ФФ) на минеральных и полимерных частицах дисперсных систем, применяемых в строительной индустрии.

Методика и материалы. Адсорбцию флороглюцинфурфуrolьных олигомеров на частицах полимерных и минеральных дисперсий изучали с помощью УФ-спектрометра SPECORD UV в ультрафиолетовой области при $\nu = 50 \cdot 10^3 \text{ см}^{-1}$ по убыли концентраций исследуемых олигомеров в дисперсионной среде после установления адсорбционного равновесия.

В качестве адсорбентов в работе были использованы: полимер – поливинилацетат в виде поливинилацетатной дисперсии (ПВАД) производства компании «Лакра» со средним размером частиц 6,79 мкм; мел МТД-2 с удельной поверхностью 8336 $\text{см}^2/\text{г}$ и средним размером частиц 3,3 мкм, цемент Оскольский ПЦ 500 Д0 с удельной поверхностью 2856 $\text{см}^2/\text{г}$ и средним размером частиц 6,8 мкм. Диаметр частиц дисперсий был измерен на лазерном анализаторе размеров частиц ANALYSETTE 22 Nano Tec plus.

Влияния флороглюцинфурфуrolьных олигомеров на поверхностное натяжение на границе «твердое тело-жидкость» оценивали косвенно, по изменению работы смачивания

$$W_{\text{см}} = \sigma_{\text{т-г}} - \sigma_{\text{т-ж}} = \sigma_{\text{ж-г}} \cdot \cos\theta.$$

Были измерены поверхностное натяжение на границе «жидкость – газ» ($\sigma_{\text{ж-г}}$) и краевые углы смачивания (θ) на отполированной поверхности мрамора (CaCO_3), имеющего близкий к мелу хи-

мический состав и используемый в данном случае в качестве модельной системы.

Расчет посадочной площадки, занимаемой одной молекулой олигомера, проводили по формуле:

$$S_0 = \frac{M}{\Gamma_{\infty} \cdot Na},$$

где M – молекулярная масса олигомеров, Γ_{∞} – максимальная адсорбция, $\text{кг}/\text{м}^2$, Na – число Авогадро;

Расчет толщины адсорбционного слоя проводили по формуле:

$$\delta = \frac{\Gamma_{\infty}}{\rho},$$

где Γ_{∞} – максимальная адсорбция, $\text{кг}/\text{м}^2$, ρ – плотность адсорбата, $\text{кг}/\text{м}^3$.

3D модели, вычисленных конформаций флороглюцинфурфуrolьного олигомера, получали с помощью программы SymApps компании BioRad Laboratories.

Основная часть. Предварительные исследования по установлению адсорбционного равновесия в полимерных и минеральных дисперсиях с модификатором спустя 20 минут, 1 час, 3 часа и 1 сутки показали, что статистически значимых изменений в ультрафиолетовом спектре дисперсионной среды после отделения центрифугированием дисперсной фазы не наблюдается. Следовательно, адсорбционное равновесие устанавливается в течение первых 20 минут.

В ходе исследований были получены изотермы адсорбции олигомерных молекул флороглюцинфурфуrolьного модификатора на поливинилацетате, меле и цементе (рис. 2).

Определить параметры адсорбции на цементе было затруднительно, что связано с химическим взаимодействием дисперсной фазы и дисперсионной среды. При смешивании цемента с водой начинаются процессы гидратации, растворения и диссоциации. Однако проанализировав многочисленные экспериментальные данные и, используя линейную полиномиальную интерполяцию функции, были получены изотермы адсорбции молекул флороглюцинфурфуrolьного модификатора и на частицах дисперсной фазы цементной суспензии.

Из рис. 2 видно, что изотермы адсорбции флороглюцинфурфуrolьных олигомеров на поверхности минеральных и полимерных частиц имеют типичный характер мономолекулярной адсорбции. При малых равновесных концентрациях наблюдается почти полное извлечение адсорбата из раствора, при дальнейшем увеличении

концентрации олигомеров кривая выходит на насыщение и адсорбция достигает своего максимального значения.

При этом необходимо пояснить, что поливинилацетат выбран в качестве адсорбента, в связи с тем, что поливинилацетатная дисперсия (ПВАД) при создании полимерцементных материалов хорошо совмещается с цементным раствором. Коллоидную устойчивость при этом

обеспечивает адсорбированный на поверхности дисперсных частиц поливинилацетата защитный слой из молекул поливинилового спирта, препятствующий самопроизвольной коагуляции. Ацетатные группы гидрофобны и поэтому находятся внутри глобулы. Гидроксильные группы, напротив, гидрофильны и поэтому взаимодействуют с водной средой (рис. 3).

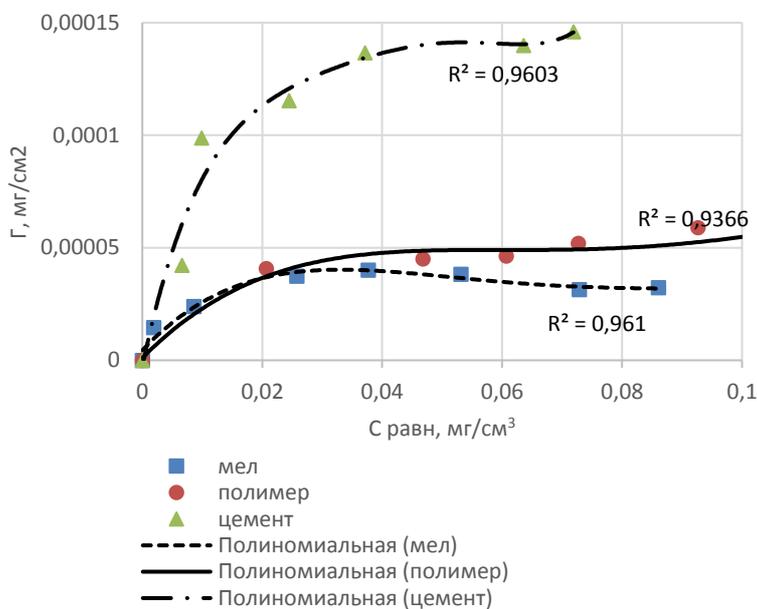


Рис. 2. Изотермы адсорбции олигомерных молекул флороглюцинфурфуrolьного модификатора на минеральных и полимерных частицах

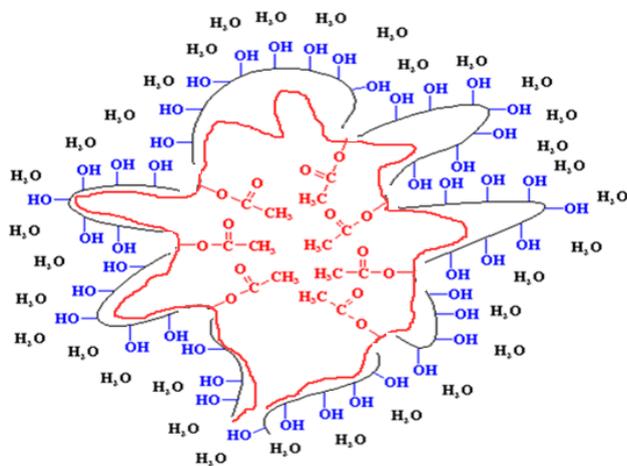


Рис. 3. Принцип действия поливинилового спирта в ПВАД

Таким образом, при адсорбции флороглюцинфурфуrolьного модификатора на поверхности поливинилацетата, вероятней всего происходит совместная адсорбция изучаемых олигомеров с макромолекулами поливинилового спирта.

Адсорбция на меле необратима, при многократной смене растворителя сорбируется практически 80–90 % адсорбата. В отличие от адсорбции на меле, адсорбционное насыщение на поли-

мере наступает при значительно бoльших равновесных концентрациях добавок, а емкость адсорбционного монослоя на полимере имеет меньшее значение, чем на меле, что свидетельствует о меньшей энергии связи «адсорбат – адсорбент». Первое связано со значительно бoльшей удельной поверхностью мела, а второе, объясняется тем, что при значении pH=7, которое имеет полимерная дисперсия при введении олигомеров, поверхность полимера имеет менее отрицательный заряд, чем поверхность карбоната кальция. На поверхности карбоната кальция, вследствие гидролиза поверхностных соединений, могут находиться ионы HCO₃⁻; CO₃²⁻; Ca²⁺, CaHCO₃⁺, гидроксильные группы OH⁻ и молекулы H₂O. На этих центрах может проходить как физическая, так и химическая адсорбция. Эквипотенциальная точка мела соответствует pH от 5 до 6, поэтому в нейтральных и щелочных системах на поверхности мела больше отрицательных, чем положительных зарядов. Характер изотерм свидетельствует, скорее о физическом характере адсорбции.

Проведенные исследования позволили сделать расчеты некоторых параметров адсорбции, учитывая молекулярную массу флороглюцинфурфуrolьных олигомеров 950 и плотность

1210 кг/м³ [10]. Расчет посадочной площадки, занимает одна молекула СБ-ФФ на цементе:

$$S_0 = \frac{950 \cdot 10^{-3}}{0,14 \cdot 10^{-5} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}} = 1,127 \text{ нм}^2.$$

Расчет посадочной площадки, занимает одна молекула СБ-ФФ на меле:

$$S_0 = \frac{950 \cdot 10^{-3}}{0,04 \cdot 10^{-5} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}} = 3,944 \text{ нм}^2.$$

Расчет посадочной площадки, занимает одна молекула СБ-ФФ на поливинилацетате:

$$S_0 = \frac{950 \cdot 10^{-3}}{0,05 \cdot 10^{-5} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}} = 3,155 \text{ нм}^2.$$

Расчет толщины адсорбционного слоя молекул модификатора на цементе:

$$\delta = \frac{0,14 \cdot 10^{-5}}{1210} = 1,157 \text{ нм}.$$

Расчет толщины адсорбционного слоя на меле:

$$\delta = \frac{0,04 \cdot 10^{-5}}{1210} = 0,3306 \text{ нм}.$$

Расчет толщины адсорбционного слоя на поливинилацетате:

$$\delta = \frac{0,05 \cdot 10^{-5}}{1210} = 0,4132 \text{ нм}.$$

Анализируя полученные результаты, можно сказать, что олигомерные молекулы адсорбируются на частицах различных дисперсных материалов, изменяя ориентацию по отношению к поверхности.

Влияние флороглюцинфурфуrolьного модификатора на поверхностное натяжение на границе «твердое тело – раствор» при образовании адсорбционного слоя оценивали на примере меловой дисперсии косвенно, по изменению работы смачивания. Были измерены поверхностное натяжение на границе «раствор модификатора – воздух» ($\sigma_{ж-г}$) и краевые углы смачивания (θ) на отполированной поверхности мрамора (табл. 1).

Таблица 1

Влияние флороглюцинфурфуrolьных олигомеров на краевой угол смачивания CaCO_3 и поверхностное натяжение на границе «жидкость – газ»

Измеряемый параметр	Концентрация суперпластификаторов, мг/см ³					
	0	0,0625	0,125	0,25	0,5	1
Угол, град	54,5	50,5	49,7	48,3	47,8	46,0
cos θ	0,5807	0,6361	0,6468	0,6652	0,6717	0,6947
$\sigma_{ж-г} \cdot 10^3$, Дж/м ²	71,9	71,85	71,8	71,75	71,73	71,7
$W_{см} \cdot 10^3$, Дж/м ²	41,7	45,5	46,7	47,7	48,6	49,8

Работу смачивания определяли как произведение значений краевого угла смачивания и поверхностного натяжения на границе «жидкость – газ». Поскольку поверхностное натяжение на границе «твердое тело – газ» ($\sigma_{т-г}$) оставалось постоянным, увеличение работы смачивания $W_{см}$ (рис. 2) свидетельствует о снижении поверхностного натяжения на границе «твердое тело – жидкость» ($\sigma_{т-ж}$) при введении флороглюцинфурфуrolьных олигомеров. При этом замечено, что исследуемые олигомеры в значительно бóльшей степени снижают поверхностное натяжение на границе «твердое тело – раствор», чем на границе «раствор – воздух». Снижение значения $\sigma_{т-ж}$ свидетельствует о гидрофилизации поверхности CaCO_3 . Следовательно, молекулы адсорбируются таким образом, что часть анионоактивных групп взаимодействуют с поверхностью мела, а другая часть гидрофильных анионоактивных групп ориентирована в раствор. В соответствии с литературными данными было оценено расстояние между положительно заряженными центрами, образованными атомами кальция на поверхности мела, которое составило 0,4 нм. Это

близко к расстояниям между анионными группами колец флороглюцина в молекуле СБ-ФФ.

В этом случае должен существовать непрерывный переход между фазами с различной поляризацией в направлении ее снижения. Такой схеме адсорбции соответствует большое число возможных конфигураций.

Полученные значения адсорбционных параметров и соотношение с расчетной величиной линейной длины молекул исследуемых олигомеров, свидетельствуют о качестве молекул, свойственного полимерам – гибкости макромолекул. Вращение отдельных атомных группировок вокруг направлений валентных связей в молекулах даже небольшой длины приводит к появлению большого количества особого типа стереоизомеров, так называемых поворотных изомеров (ротамеров). Происходящее под влиянием теплового движения вращение отдельных частей молекулы реализуется без существенного изменения валентных углов и межатомных расстояний. Вариации их значений находятся в пределах 2–3 %.

На рис. 4 представлена 3D модель вычислен-

ной конформации молекулы флороглюцинфурфурольного олигомера с помощью программы SymApps.

Большое значение процесс адсорбции, а в частности, количество адсорбирующегося модификатора имеет для изучения его пластифицирующего действия, что подтверждается анализом взаимосвязи реологических, седиментационных характеристик, электрокинетического потенци-

ала и адсорбции моно- и полиминеральных систем [11–15].

При максимальном заполнении адсорбционного слоя наблюдалась наибольшая пластифицирующая способность олигомеров как для минеральных систем, при этом происходил переход от тиксотропного к ньютоновскому характеру течения по данным реологии [16], так и для полимерной дисперсии.

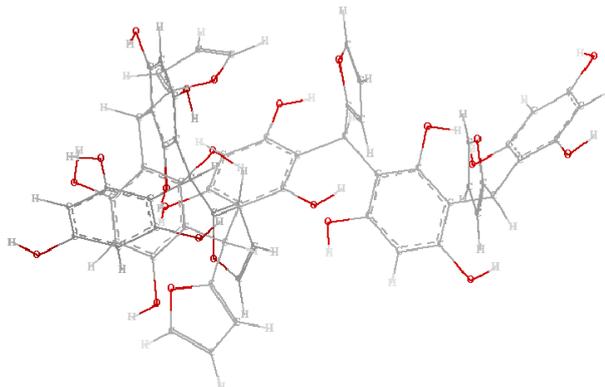


Рис. 4. Вычисленная 3-D структура молекул флороглюцинфурфурольных олигомеров

Таким образом, молекулы флороглюцинфурфурольных олигомеров адсорбируются на поверхности частиц полимерминеральных дисперсных материалов, образуя мономолекулярный слой; адсорбция на поверхности частиц обеспечивается ионным взаимодействием отрицательных оксигрупп звена флороглюцина с положительно заряженными активными центрами поверхности дисперсной фазы и дисперсионными силами взаимодействия между системой ароматических колец СБ-ФФ и поверхностью частиц. Как известно [9], агрегативная устойчивость дисперсных систем обеспечивается действием ряда факторов: электрокинетическим, адсорбционно-сольватным, энтропийным, структурно-механическим, гидродинамическим. Адсорбционно-сольватный фактор агрегативной устойчивости состоит в уменьшении поверхностного натяжения на границе «твердое тело – жидкость» в результате адсорбции олигомеров на поверхности частиц дисперсной фазы и возникновения развитых гидратных слоев, предотвращающих коагуляцию. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что адсорбционно-сольватный фактор играет существенную роль в повышении агрегативной устойчивости полимерминеральных дисперсий и пластификации дисперсных систем флороглюцинфурфурольным модификатором.

**Статья подготовлена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 104891891 CN МПК7 С 04 В 28/04, С 04 В 14/02, С 04 В 28/08. 3D printing cement-based material and preparation method thereof / заявл. 06.05.15\$ опублик. 09.15.15. URL: <https://www.google.com/patents/CN104891891A?cl=en>.
2. Ватин Н.И., Чумадова Л.И., Гончаров И.С., Зыкова В.В., Карпеня А.Н., Ким А.А., Финашенков Е.А. 3D-печать в строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295. 2017. №1 (52). С. 27–46.
3. Ramachandran V.S. Concrete Admixtures Handbook 2nd Edition Properties, Science and Technology, 1996, pp. 1183.
4. Слюсарь А.А., Слюсарь О.А., Ефимов К.А. Пластификатор на основе флороглюцина как разжижающая добавка для полиминеральных суспензий // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2006. № 6. С. 39–42.
5. Полуэктова В.А. Шаповалов Н.А., Баятинская Л.Н. Адсорбция оксифенолфурфурольных олигомеров на дисперсных материалах // Фундаментальные исследования. 2012. № 11(6). С. 1470–1474.
6. Липатов Ю.С. Адсорбция полимеров. Киев : Наукова думка, 1972, 196 с.
7. Власова Н.Н. Адсорбция биогенных аминов на поверхности высокодисперсного кремнезема из водных растворов // Коллоидный журнал. 2006. Т. 68, № 3. С. 421–423.

8. Косухин М.М., Шаповалов Н. А. Теоретические аспекты механизма действия суперпластификаторов // Бетон и железобетон. 2006. №3. С. 25–27.

9. Фридрихсберг Д. А. Курс коллоидной химии : учеб. для вузов. 3-е изд., исправл. СПб. : Химия, 1995. 400 с.

10. Poluektova V.A., Shapovalov N.A., Kosukhin M.M., Slusar A.A. Plasticizing Additives For Water Mineral Dispersions On The Basis Of Oxyphe-nol Oligomers // Advances in Natural and Applied Sciences. 2014. Т. 8. № 5. С. 373–379.

11. Слюсарь А.А., Здоренко Н.М., Горобец А.В. О влиянии комплексной разжижающей добавки на коллоидно-химические свойства суспензий каолина // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2008. № 4. С. 89–90.

12. Шаповалов Н.А., Слюсарь А.А., Слюсарь О.А. Влияние олигомерных электролитов на аг-

регативную устойчивость и реологические свойства водных минеральных суспензий // Коллоидный журнал. 2006. Т. 68. № 3. С. 384–390.

13. Shapovalov N.A., Slyusar O.A. Complex diluting additives for kaoline suspensions // World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 24. № 11. С. 1473–1477.

14. Shapovalov N.A., Slyusar O.A. Influence of complex additives on electrosuperficial properties of kaolin suspensions // World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 24. № 11. С. 1478–1482.

15. Shapovalov N.A., Slyusar O.A., Skuryatina E.Y. Additive for kaolin suspensions on the basis of production wastes // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 5. С. 12341–12352.

16. Слюсарь А.А., Шаповалов Н.А., Полуэктова В.А. Регулирование реологических свойств цементных смесей и бетонов добавками на основе оксифенолфурфурольных олигомеров // Строительные материалы. 2008. №7. С.42–43.

Информация об авторах

Полуэктова Валентина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии.

E-mail: val.po@bk.ru

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

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

Кожанова Елизавета Петровна, студент 3 курса кафедры теоретической и прикладной химии.

E-mail: elizzinchenko@mail.ru

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

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

Кудина Анастасия Евгеньевна, студент 4 курса кафедры теоретической и прикладной химии.

E-mail: nutakudina2012@ya.ru

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

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

Поступила в августе 2017 г.

© Полуэктова В.А., Кожанова Е.П., Кудина А.Е., 2017

Poluektova V.A., Kozhanova E.P., Kudina A.E.

PHLOROFURFUROL OLIGOMERS ADSORPTION ON POLYMERMINERAL DISPERSIONS SURFACE

The oligomers adsorption on the surface of solid body particles determines the peculiarities of the boundary layer that allow to influence the size of the dispersion phase particles, aggregative stability and dispersion systems plastification. The work presents some of the adsorption parameters of phlorofurfurol oligomers on the following adsorbents: chalk, cement and polyvinyl acetate. It has been stated that oligomer molecules are adsorbed on the surface of polymermineral dispersion materials, forming a monomolecular layer; the molecular orientation towards the surface is changed during the adsorption on the particles of different dispersion materials. It has been proved that the adsorption-solvate factor is of great importance for stability improving of the polymermineral dispersions and plastification of dispersion systems by the phlorofurfurol modifier. It has been determined that the adsorption on the particles surface is provided by ion interaction between the negative oxy groups of the phloroglucinol unit and the positively charged active centers of the dispersion phase surface and dispersion forces of the interaction between the system of the oligomer aromatic rings and the particles surface.

Keywords: adsorption, phlorofurfurol oligomers, polymermineral dispersions, system plastification, adsorption-solvate factor

Information about the authors

Poluektova Valentina Anatolyevna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: val.po@bk.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Kozhanova Elizaveta Petrovna, student.

E-mail: elizzinchenko@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Kudina Anastasiya Evgenevna, student.

E-mail: nutakudina2012@ya.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in August 2017

© Poluektova V.A., Kozhanova E.P., Kudina A.E., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c62ea5830.10657970

Шахова Л.Д., д-р техн. наук, проф.,
Черноситова Е.С., канд. техн. наук, доц.,
Денисова Ю.В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО ПОРОШКА*

jdenisowa@mail.ru

Рассмотрены основные факторы, влияющие на текучесть цемента в присутствии технологических добавок при помоле. Изучено влияние интенсификаторов помола на реологические свойства цементного порошка. Выполнен корреляционно-регрессионный анализ влияния физико-химических параметров проб цемента на его текучесть. В результате анализа установлено, что текучесть цемента имеет слабую корреляционную зависимость от исследованных переменных, что свидетельствует о влиянии на нее переменного фактора, который пока не оценивается количественно.

Ключевые слова: цементный порошок, интенсификаторы помола, текучесть цемента, корреляционный анализ.

Цементный порошок по классификации структурированных систем, предложенной Н.Б. Урьевым [1], следует отнести к дисперсным системам с конденсационной структурой с обратимыми по прочности контактами между частицами в результате пластической деформации при уплотнении. Наряду с развитой межфазной поверхностью, обуславливающей многие свойства цементных порошков как высокодисперсных систем, важнейшее значение имеют их структурно-реологические свойства: способность к необратимым сдвиговым деформациям (течению), образование обратимо разрушаемых контактов между частицами (структурирование) и др. Переход от свободно-дисперсных структур (аэрированный порошок) к связно-дисперсным системам (после длительного хранения в силосах) кардинальным образом меняет основные структурно-механические свойства, такие как легкоподвижность и текучесть. Структурно-реологические свойства порошков очень важны при таких технологических операциях как гомогенизация, транспортирование по трубам, при выгрузке или загрузке в транспортное средство. Текучесть, по сути, является сочетанием физических свойств материала, условий окружающей среды и оборудования, используемого для переработки и хранения эти материалов [2]. Возможность прогнозирования текучести порошка помогает в предотвращении остановки производства во всех объемных погрузочно-разгрузочных работах.

Проблемы с текучестью цементного порошка возникли в связи с повышенным спросом на тарированный цемент, переходом на технологию помола цемента на линиях замкнутого цикла с сепараторами. Причины ухудшения текучести цементного порошка до сих пор полностью не

поняты. Основной причиной, к которой склоняются многие исследования, является сложная отношения между поверхностной энергией отдельных зерен цемента и потоком тех же частиц. Поверхностная энергия зависит от многих факторов в процессе производства цемента: тонкость помола, тип помольного оборудования, тип вращающихся печей и способ производства (мокрый или сухой), температуры обжига и охлаждения, скорости охлаждения [3].

На текучесть минеральных порошков оказывают влияние множество факторов, к которым следует отнести: размер и форму частиц, содержание влаги, температуру, расход воздуха при аэрационном транспортировании и пр. Размер частиц, форма и распределение частиц по размерам играют важную роль в текучести и других свойствах, таких как насыпная плотность, угол естественного откоса, сжимаемость порошков. Даже небольшое изменение в размере частиц может привести к значительным изменениям подвижности порошков. Снижение размера частиц ведет к снижению текучести данного порошка [4–5]. Чем тоньше размер частиц и больше диапазон распределения частиц по размерам, тем выше силы сцепления и ниже текучесть [1, 6]. Существует несколько эмпирических закономерностей: гидрофобные порошки распыляются лучше, чем гидрофильные; порошки из твердых минеральных пород распыляются лучше, чем из мягких; монодисперсные порошки распыляются лучше полидисперсных. Увеличить текучесть возможно псевдооживлением [7].

При хранении цемента и других порошкообразных материалов в силосах и бункерах нижние слои, находясь под значительным давлением вы-

шележащих слоев, сильно уплотняются [8]. В результате этого материал слеживается, образуя воронки с прочными стенками, что сильно затрудняет выгрузку материала. Слежавшийся материал теряет текучесть, при этом увеличивается угол естественного откоса. Например, угол естественного откоса уплотненного цемента достигает 90° . Объемный вес нижних слоев цемента, лежавшего в силосе около 30 суток, вследствие постепенного уплотнения доходит до $1,7 \text{ т/м}^3$, в то время как верхний слой его при пневматической подаче имеет объемную массу $0,75 \text{ т/м}^3$ и обладает высокой текучестью.

Для придания цементу сыпучести днища силосов оснащаются аэрирующими элементами, которые направляют сжатый воздух в силос. Расход сжатого воздуха на аэрацию цемента в силосе – $0,4 \text{ м}^3/\text{мин}$ на 1 м^2 поверхности, при этом сжатый воздух должен быть обязательно очищен от масла и влаги [9]. При отсутствии должного осушения воздуха в весенне-осенний период в силос может попадать от 1 до 4 кг воды в час. Цементы при длительном хранении могут взаимодействовать с влагой и CO_2 , содержащимися в воздухе, с образованием новых продуктов [10]. В результате этого в зависимости от сроков хранения и свойств окружающей среды может в значительной степени снижаться текучесть цемента.

Гидратация поверхности цемента может начаться уже при производстве цемента вследствие обезвоживания гипса в цементной мельнице или при использовании водного раствора интенсификатора при плохой аспирации мельницы. Поглощение воды может продолжаться также и во время хранения свежего цемента в бункере, так как гипс при повышенной температуре ($>42^\circ\text{C}$) продолжает выделять кристаллизационную воду, способствующую гидратации [10]. Исследования [11] показали, что гидратация поверхности может существенно изменять свойства цемента в отношении характеристик текучести и прочности.

Самым действенным способом предотвращения слеживания порошков является модифицирование поверхности частиц с помощью ПАВ, герметизация емкостей для хранения и тщательное осушение аэрационного воздуха.

Целью данного исследования явилось изучение влияния интенсификаторов помола на реологические свойства цементного порошка.

Исследования по текучести цементов и изучение влияния на этот показатель различных факторов проводилась в ходе промышленных испытаний технологической добавки – интенсификатора помола линейки «Литопласт АИ» производства ООО «Полипласт

Новомосковск» на цементной мельнице $4 \times 13,5 \text{ м}$ открытого цикла. Интенсификатор помола подавался на клинкерный транспортер с дозировкой 200 г на 1 тн цемента при выпуске цемента типа ЦЕМ II/A-III 32.5Б. Через равные промежутки времени в течение 2-х суток были отобраны 30 проб цемента сразу после выхода из мельницы. Для отобранных проб анализировались основные показатели: температура цемента, химический и вещественный составы, тонкость помола по удельной поверхности и распределению гранулометрического размера частиц. Текучесть цемента проверялась по методике ASTM [12] сразу же после выхода его из мельницы и после охлаждения пробы до комнатной температуры.

В процессе испытаний нарабатывалась партия цемента ЦЕМ II/A-III 32.5Б в один силос. В состав цемента ЦЕМ II/A-III 32.5Б входил доменный гранулированный шлак, содержание которого нормировано ГОСТ 30108 от 6 до 20 мас. %. Среднее содержание шлака в партии за период испытаний составило 16,5 %. При этом пределы колебания массовой доли шлака составили от 7 до 25 % (табл. 1). Такие значительные колебания были вызваны зависанием шлака в бункере и неравномерностью его подачи в мельницу. Это не могло не сказаться на размолоспособности и текучести цемента. С повышением доли шлака в составе цемента для обеспечения требуемой тонкости помола по остатку на сите № 008 производительность мельницы снижалась на 1–2 тонны.

Температура цемента после мельницы замерялась встроенным датчиком и выводилась на пульт оператора мельницы, удельная поверхность — на приборе Блейна. Гранулометрический состав цемента определялся на приборе ANALYSETTE 22 фирмы FRITSCH. По результатам анализа были выделены массовая доля частиц до 3 мкм, от 3 до 30 мкм, от 30 до 80 мкм и более 80 мкм.

Результаты по изменению физико-химических параметров отобранных проб цемента представлены в табл.1.

Для изучения взаимосвязей текучести цемента от множества факторов применили метод корреляционно-регрессионного анализа [13]. Этот метод изучает взаимосвязи показателей, когда зависимость между ними не является строго функциональной и искажена влиянием посторонних, случайных факторов. Корреляционно-регрессионный анализ выполнен в модуле DescriptiveStatistics, программы STATISTICA.

Корреляционный анализ применяли для количественного определения тесноты и направле-

ния парной взаимосвязи между выборочными переменными величинами (факторами) (P_i) и выходными параметрами $B1$ и $B2$ – текучестью, определенной при различных температурах. Оценку силы связи проводили по шкале Чеддока: слабая – от 0,1 до 0,3; умеренная – от 0,3 до 0,5; заметная — от 0,5 до 0,7; высокая – от 0,7 до 0,9; весьма высокая (сильная) – от 0,9 до 1,0.

Алгоритм в модуле DescriptiveStatistics предусматривает вычисление коэффициента корреляции Пирсона в предположении, что исследуемые переменные распределены по нормальному закону. Результаты корреляционного анализа представлены в табл.2.

Таблица 1

Физико-химические параметры проб цемента

№ пробы	Выходные параметры		Переменные факторы						
	B1	B2	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
	Текучесть после мельницы, °С	Текучесть при 25 °С, %	Температура цемента после мельницы, °С	Массовая доля шлама в цементе, %	Удельная поверхность цемента, м ² /кг	Доля частиц, мас. %, размером, мкм			
					До 3 мкм	От 3 до 30 мкм	От 30 до 80 мкм	Более 80 мкм	
1	42	41	137	14,43	301	11	53,6	27,5	7,9
2	42	33,5	169	14,77	308	9,5	51,6	30,3	8,6
3	42	42,5	140	13,71	320	11,2	47	32,2	9,6
4	30,5	42	140	7,37	303	11,9	54	27,4	6,7
5	39,5	41,5	132	17,05	293	9,6	45,1	31,9	10,7
6	42	56	115	18,1	327	9,7	49,2	31,6	9,5
7	38,5	40	120	17,88	276	8,8	46,1	33,4	11,7
8	45,5	49	115	20,08	314	9,1	51,1	30,6	9,2
9	50	48,5	130	16,32	313	11,7	50,5	30	7,8
10	45	39	110	15,13	288	9,8	48,5	32	9,7
11	35	41	114	19,99	314	10	47,8	32,2	10
12	41	38,5	125	20,11	433	10,5	52,1	30,5	6,9
13	39,5	39,5	136	20,97	429	13,9	55,2	25,9	5
14	48,5	41	144	15,77	271	10,2	49,6	29,7	10,5
15	35,5	42	130	15,8	299	8,6	47,1	32,8	11,5
16	35,5	30,5	165	9,2	282	10,5	53	27,6	8,9
17	45,5	49	130	25,06	291	9,6	53	29,8	7,6
18	44	37,5	125	18,38	237	10,4	45,8	31	12,8
19	42,5	35	130	12,82	290	13,6	53,5	26	6,9
20	39	48,5	124	16,66	277	9,5	49,6	32,6	8,3
21	37,5	39,5	118	16,96	297	10	49,9	31,1	9
22	43,5	46,6	135	21,52	284	10,4	48,7	31,4	9,5
23	45	34	128	20,05	282	9,1	50,7	31,5	8,7
24	28,5	43,5	100	13,68	283	11	50,3	30,3	8,4
25	47	42,5	131	17,77	256	9,2	45,2	33,8	11,8
26	46	38,5	140	16,43	289	10,2	51	30,3	8,5
27	34,5	37	125	15,77	238	7,8	46	34,7	11,5
28	48,5	40	98	14,07	342	12	51,1	29	7,9
29	39	38,5	110	18,58	277	9,7	49,4	31,4	9,5
30	45	42,5	130	10,96	263	9,9	54,6	29,5	6
Среднее значение	41,3	41,3	128,2	16,5	299,2	10,3	50	30,6	9
стандартное отклонение	5,24	5,31	15,6	3,7	42,8	1,34	2,89	2,15	1,82

Коэффициенты парной корреляционной зависимости

Выходной параметр		Переменные факторы*						
		П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7
Коэффициент корреляции								
B1	Текучность после мельницы	0,05	0,31	0,01	0,05	0,03	-0,04	-0,03
B2	Текучность при температуре 25 °С	-0,36	0,33	0,08	-0,09	-0,09	0,2	-0,04
Коэффициент детерминации								
B1	Текучность после мельницы	0,0025	0,096	0,0001	0,0025	0,0009	0,0016	0,0009
B2	Текучность при температуре 25 °С	0,13	0,11	0,0064	0,0081	0,0081	0,04	0,0016

*-обозначение переменных факторов в табл. 1

Результаты корреляционного анализа показали, что коэффициенты линейной корреляции двух переменных менялись от -0,04 (фактор П6) до 0,31 (фактор П2) для выходной переменной *B1* и от -0,36 (фактор П1) до 0,33 (фактор П2) для переменной *B2*. То есть, все коэффициенты корреляции показывают слабую зависимость по шкале Чеддока между переменными *B1*, *B2* и факторами (*Pi*). Таким образом, было выявлено, что ни один из переменных параметров не оказывает существенного влияния на текучность цементного порошка, как при высоких температурах при выходе из мельницы, так и при комнатной температуре.

Для установления одновременной взаимосвязи между выходным параметром *B2* (текучность при температуре 25 °С) и несколькими независимыми переменными (*Pi*) использовали регрессионный анализ линейной корреляции Пирсона [14–15]. Результаты регрессионного анализа показали, что все коэффициенты в уравнении регрессии имеют очень низкие значения, то есть практически каждый переменный фактор имеет незначительное влияние на выходной параметр.

Оценка адекватности расчетной модели зависимости текучности от всех выбранных переменных по критерию Фишера также подтвердила незначимость статистических моделей: во всех рассматриваемых сочетаниях переменных факторов соблюдалось неравенство $F_{расч} < F_{табл}$.

Таким образом, выявить зависимость между текучностью цемента и всеми выбранными переменными параметрами не удалось. Это свидетельствует о том, что на текучность цемента оказывают влияние другие случайные параметры, не учтенные в данном эксперименте.

Несмотря на то, что структурно-реологические свойства цементного порошка, в частности его текучность, играют большую роль для обеспечения бесперебойного выполнения ряда техно-

логических операций при его производстве и отгрузке потребителю, возможности регулирования и прогнозирования этих свойств, в том числе за счет применения интенсификаторов помола, пока изучены недостаточно.

Результаты корреляционно-регрессионного анализа текучности цемента с интенсификатором помола показывают, что текучность цемента имеет слабую корреляционную зависимость от исследованных переменных, таких как температура цемента после мельницы, содержание шлака и тонкости помола. Очевидно, что на текучность, кроме указанных переменных, оказывает воздействие более сильный фактор, который пока не удается определить количественно. К такому фактору следует отнести статические заряды, появляющиеся на поверхности частиц в процессе помола.

*Статья подготовлена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Урьев Н.Б., Потанин А.А., Текучность суспензий и порошков. М.: Химия, 1992, 256 с.
2. Prescott, J.K., R.A. Barnum, 2000. On Powder Flowability. Pharm. Technology, Oct: 60–84.
3. Флейшер, А.Ю. Оценка эффективности активаторов помола на физико-механические характеристики цемента. Сб. тр. Междунар. конф. CemEnergy: 2013. С. 61–65.
4. Fitzpatrick, J.J., Barringer S.A., Iqbal T. Flow property measurement of food powder and sensitivity of Jenike's hopper design methodology to the measured values // Food Engineering. 2004. Vol. 61. Pp. 399–405.
5. Fitzpatrick J.J., Ahne L. Food powder handling and processing: Industry problems, knowledge barriers and research opportunities // Chem. Engineering Proc. 2005. Vol. 44(2). Pp. 209–214.

6. Marinelli J., Carson J.W., Solve solids flow problems in bins, hoppers and feeders // Chem. Engineering Proc. 1992. Vol. 88(5). Pp. 22–28.
7. Андрианов Е.И. Методы определения структурно-механических характеристик порошкообразных материалов. М.: Металлургия, 1982, 256 с.
8. Некрасова К.В., Разва А.С., Зыков Е.Г., Василевский М. В. Определение связности сыпучих материалов. Материалы тринадцатой Всеросс. науч.-техн. конференции "Энергетика: экология, надежность, безопасность", Томск: Изд-во ТПУ, 2007. С. 234–238.
9. Зозуля П.В., Никифоров Ю.В., Проектирование цементных заводов. СПб: Синтез, 1995, 445 с.
10. Дубина Э., Планк Й. Влияние вызванного воздействием влажности и CO₂ старения цемента на эффективность действия добавок // Цемент, известь, гипс. 2014. №1. С. 34–39.
11. Sprung C. Effect of storage conditions on the properties of cement. ZKG INTERNATIONAL, 1978. Vol. 6. Pp. 305–309.
12. ASTM C Standard Test Method for Determination of Pack-Set Index of Portland Cement, of 2004 #1565-04.
13. Денисова Ю.В., Черноситова Е.С. Статистический анализ качества песка при геологической разведке нового месторождения // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2012. №3. С. 37–40.
14. Шаповалов Н.А., Полуэктова В.А. Наномодификатор для цементных смесей и бетона // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2015. № 5. С. 72–76.
15. Shapovalov, N.A., J.V. Denisova and V.A. Poluektova, 2016. Biocidal research of oxuphenolic modifiers for fungicidal properties // International Journal of Pharmacy & Technology. 2016. Vol. 8. № 4. Pp. 24976–24986.

Информация об авторах

Шахова Любовь Дмитриевна, доктор технических наук, профессор.
E-mail: Luba.shakhova2015@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46.

Черноситова Елена Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры СиУК.
E-mail: ES-Helen@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46.

Денисова Юлия Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектурных конструкций.
E-mail: jdenisowa@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46.

Поступила в сентябре 2017 г.

© Шахова Л.Д., Черноситова Е.С., Денисова Ю.В., 2017

Shahova L.D., Chernositova E.S., Denisova J.V.

RESEARCH OF INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL ADDITIVES ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF CEMENT POWDER

The main factors influencing the fluidity of the cement in the presence of technological additives when grinding are considered. The influence of grinding AIDS on the rheological properties of cement powder is studied. Performed correlation and regression analysis of the influence of physico-chemical parameters of the samples of cement on the flowability. The analysis found that the fluidity of the cement has a weak correlation on the studied variables, indicating the influence of the variable factor not yet quantified.

Keywords: cement powder, cement grinding AIDS, the fluidity of cement, correlation analysis.

Information about the authors

Shahova Lyubov Dmitrievna, DSc., Professor.
E-mail: Luba.shakhova2015@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Chernositova Elena Sergeevna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: ES-Helen@ yandex.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Denisova Julia Vladimirovna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: jdenisowa@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017

© Shahova L.D., Chernositova E.S., Denisova J.V., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c63a766e2.69621387

Косухин М.М., канд. техн. наук, проф.,
Косухин А.М., аспирант,
Богачева М.А., магистрант,
Шаповалов Н.А., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПО ПРИРОДЕ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ НА РЕОЛОГИЮ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ КЛИНКЕРНЫХ МИНЕРАЛОВ*

mkosuhin@mail.ru

Изложены результаты исследований влияния разных по природе суперпластификаторов на реологические свойства водных суспензий клинкерных мономинералов. Показано, что пластифицирующая активность добавок определяется природой мономинерала, его удельной поверхностью, и природой гидрофильных групп добавки, а для комплексных добавок также соотношением индивидуальных компонентов. Оптимальные дозировки добавок для мономинеральных суспензий клинкерных минералов изменяются в ряду C_2S , C_3S , C_3A , C_4AF , что позволяет прогнозировать влияние добавок на реологические свойства систем с цементами различного минерального состава. Полученные данные согласуются с результатами исследований влияния добавок на цементы разного минерального состава, что позволяет судить о влиянии добавок на системы с другими цементами, экономически и технологически обоснованно производить выбор и расход добавок в зависимости от вида цемента и его минерального состава.

Ключевые слова: суперпластификаторы, комплексные добавки, бетонная смесь, коллоидно-химические свойства, пластифицирующая активность, реологические свойства, клинкерные минералы, мономинеральные суспензии, цементы различного минерального состава, механизм действия.

Введение. В настоящее время первостепенная роль в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве принадлежит применению современных отечественных материалов и технологий. Особенно это актуально на сегодняшний день, в рамках импортозамещения материалов и технологий. Бетон и железобетон традиционно нашли самое широкое применение как в новом строительстве, так и при проведении реконструкционных работ. Среди большого разнообразия строительных материалов они занимали и продолжают занимать ведущую роль в строительной индустрии. Вместе с тем, бетон самый сложный искусственный композиционный материал, обладающий обширным спектром уникальных эксплуатационно-технических свойств. При этом к современному бетону предъявляется и целый комплекс современных требований. Кроме того, с развитием в последние годы монолитного бетонирования технология бетона из заводских условий перешла на открытые строительные площадки, где она значительно усложняется из-за отсутствия стационарных условий протекания процессов структурообразования и набора прочности [1-2].

Для выполнения вышеизложенных требований в настоящее время в технологии бетона используется широкий спектр различных химиче-

ских добавок, в первую очередь, суперпластификаторов (СП) и комплексных добавок на их основе [3-5].

Механизм действия добавок на свойства бетонных смесей и бетонов зависит от целого ряда факторов. В связи с тем, что добавки работают на уровне системы «цемент-вода», то определяющую роль в эффективности их действия играет минеральный и вещественный состав применяемого цемента. В этой связи, цель данной работы заключалась в определении влияния различных по природе СП на реологические свойства суспензий клинкерных мономинералов. Это позволит для конкретного вида цемента с заданным минеральным и вещественным составом сделать экономически и технологически правильный выбор вида и количества добавки.

Методология. В работе были проведены исследования коллоидно-химических свойств модифицированных мономинеральных суспензий клинкерных минералов, содержащихся в разном количестве в различных видах цементов и существенно влияющих на механизм действия химических добавок.

Исследование подвижности модифицированных цементных суспензий производили с помощью мини-конуса, в соответствии с методикой НИИЖБ Госстроя [6], заключающейся в определении диаметра расплыва цементной суспензии под действием силы тяжести.

Исследования реологических свойств цементного теста, растворов, а также подбор состава цементобетона производили в соответствии с методологией, разработанной в НИИЖБ, по применению добавок различного типа в технологии сборного и монолитного бетона [7].

Изучение механизма действия добавок проводили по результатам выполнения стандартных исследований коллоидно-химических свойств модифицированных минеральных суспензий.

Исследования реологических параметров суспензий проводили с помощью ротационного вискозиметра «Реотест-2». Концентрацию СП_(С_м) рассчитывали в мас. % по сухому веществу от количества дисперсной фазы. В ходе исследований определяли зависимость между значениями сдвигающего напряжения и скоростью сдвига. По полученным результатам строили реологические кривые, по которым определяли предельное напряжение сдвига τ_0 и пластическую вязкость $\eta_{пл}$.

Для нахождения электрокинетических свойств поверхности использовали метод потенциала течения с учетом поверхностной проводимости, позволяющей определять ξ -потенциал в концентрированных суспензиях.

Для установления состава и строения олигомерных молекул применяли газожидкостную и жидкостную хроматографию, ультрафиолетовую и инфракрасную спектроскопию, спектроскопию ядерно-магнитного резонанса, кондукто- и потенциометрию. Молекулярный вес синтезированных олигомеров определяли методом криоскопии.

Для выяснения механизма действия модификаторов были применены физико-химические методы исследования. Изучались водные растворы модификаторов, кинетика твердения цементного теста, изменение фазового состава образцов цементного камня с добавками, разовые превращения в модельных системах и клинкерных минералах при гидратации и твердении.

Основная часть. Для прогнозирования влияния добавок на реологические свойства цементов различного минералогического состава было

исследовано влияние добавок на реологию водных суспензий клинкерных минералов. Результаты исследований, представленные на рис. 1-4, позволяют внести вклад в изучение механизма действия СП. Как видно из рисунков, характер влияния добавок на реологию суспензий C_3S и C_2S аналогичен влиянию добавок на цементное тесто. Предельное напряжение сдвига при увеличении дозировки добавок резко уменьшается и при оптимальных дозировках становится практически равным нулю. Для суспензии C_3S пластифицирующая активность суперпластификаторов увеличивается в ряду С-3, комплексная добавка, СБ-3; для суспензии C_2S в ряду С-3, СБ-3, комплексная добавка. Следует отметить, что оптимальные дозировки для C_3S близки к таковым для цементного теста, в то время как для C_2S оптимальные дозировки в 5-6 раз меньше. Это связано, как отмечалось разными авторами [8], с меньшей адсорбционной способностью C_2S , а также, с более низкой, удельной поверхностью C_2S . Пластическая вязкость суспензий C_3S и C_2S уменьшается незначительно и мало зависит от вида добавки.

В связи с быстрым схватыванием суспензий из C_4AF и C_3A влияние дозировки добавок на их подвижность изучали на микроконусе. Ранее на примере цементных суспензий было показано, что дозировка, при которой предельное напряжение сдвига становится равным, нулю, соответствует дозировке, при которой расплыв конуса достигает максимального значения. Как видно из табл. 1, для алюминатных фаз оптимальные дозировки добавок значительно выше, чем для силикатных фаз C_3S и C_2S . Это связывается рядом авторов [9] со значительным увеличением удельной поверхности за счет пептизации и образования высокодисперсных гидроалюминатов. Следует отметить, что для С-3 наблюдается более значительное увеличение оптимальной дозировки для алюминатных фаз по сравнению с суспензиями C_3S и C_2S , чем для СБ-3 и комплексной добавки (табл. 1).

Таблица 1

Оптимальные дозировки добавок для суспензий на клинкерных минералах

Вид добавок	Оптимальные дозировки добавок, % от массы минерала			
	C_3S	C_2S	C_4AF	C_3A
СБ-3	0,18	0,03	0,6	0,8
С-3	0,2	0,05	1,0	1,0
СБ-3+С-3	0,15	0,025	0,6	0,8

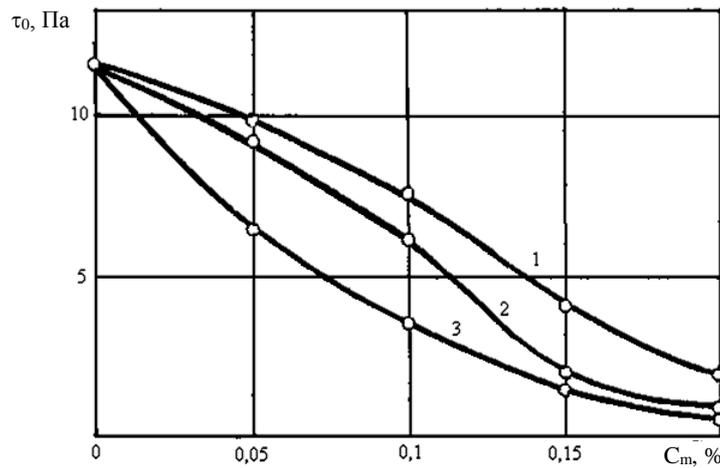


Рис. 1. Зависимость предельного напряжения сдвига суспензий C_3S при $VT=0,48$ от дозировки добавок:
 1 – C-3; 2 – CB-3; 3 – C-3+CB-3

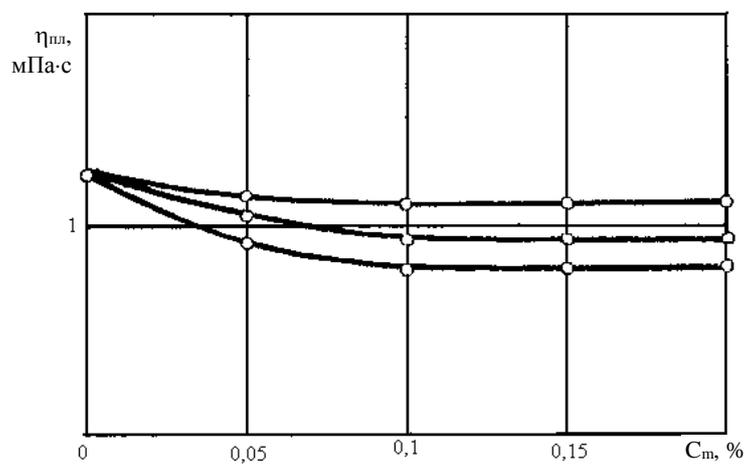


Рис. 2. Зависимость пластической вязкости суспензии C_3S при $VT=0,48$ от дозировки добавок:
 1 – C-3; 2 – CB-3; 3 – C-3+CB-3

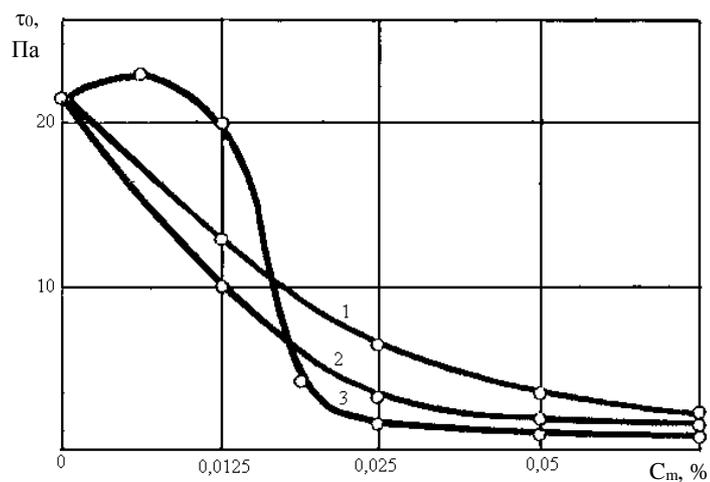


Рис. 3. Зависимость предельного напряжения сдвига суспензий C_3S при $VT=0,25$ от дозировки добавок:
 1 – C-3; 2 – CB-3; 3 – C-3+CB-3

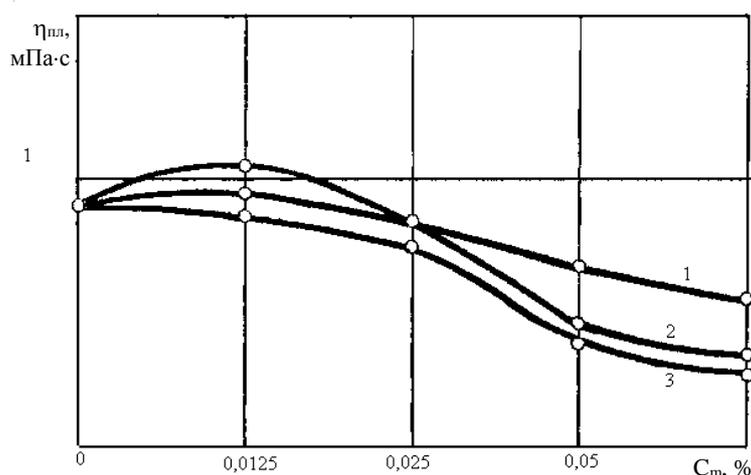


Рис. 4. Зависимость пластической вязкости суспензии C_3S при $ВТ=0,25$ от дозировки добавок: 1 – С-3; 2 – СБ-3; 3 – С-3+СБ-3

Это связано, возможно, не только с адсорбцией С-3 на поверхности гидроалюминатов, но и с взаимодействием С-3 с ионами, находящимися в растворе с образованием малорастворимых соединений. Сведения о таких взаимодействиях имеются в работе [9].

Изучением влияния добавок СП на цементные суспензии с момента их появления и начала применения в цементных бетонах и растворах в разное время занимались многочисленные исследователи и научные школы. Тем не менее, единой общепринятой теории механизма их действия в настоящее время не существует. Сначала основная роль в механизме пластификации отводилась адсорбционно-сольватному фактору. Затем, по мнению многих исследователей, определяющим стали считать электростатический фактор [10, 11, 12].

Экспериментальные исследования [13] показывают, что механизм пластифицирующего действия добавок обусловлен только совместным действием адсорбционно-сольватного и электростатического факторов. Анализ результатов проведенных исследований показывает, что энергия молекулярного притяжения преодолевается только совместным действием энергии электростатического отталкивания и энергии структурного взаимодействия. Это подтверждается экспериментальными данными [14]. Молекулы добавок адсорбируются на поверхности частиц, образуя мономолекулярный слой. Адсорбция добавок на поверхности частиц обеспечивается дисперсионными силами взаимодействия между системой ароматических колец добавки и поверхностью частиц. При этом, поскольку добавки являются анионоактивными веществами, заряд поверхности частиц становится более отрицательным, что приводит к увеличению сил отталкивания части-

цами. Этому же способствует формирование гидратных слоев вокруг частиц вследствие наличия гидрофильных групп в молекулах добавки. В результате силы отталкивания начинают преобладать над молекулярными силами притяжения, что приводит к снижению энергии коагуляционного контакта до величин, сравнимых с энергией теплового движения. При этом наблюдается переход к полной агрегативной устойчивости системы, пептизации агрегатов до первичных частиц, изменению реологического характера течения суспензии с бингамовского (предел текучести больше нуля) на ньютоновский (предел текучести равен нулю). Эффективность добавок во многом определяется природой гидрофильных групп, при этом наиболее эффективными являются гидроксильные группы. Как показали наши исследования, при адсорбции добавок нельзя пренебрегать взаимодействием «адсорбат-адсорбат» на поверхности дисперсной фазы. Учет этого явления и правильный подбор индивидуальных компонентов позволяет получать комплексные добавки, обладающие ярко выраженным эффектом синергизма.

Таким образом, исследования по влиянию добавок на реологию суспензий клинкерных минералов показали, что пластифицирующая активность добавок определяется природой минерала и его удельной поверхностью, природой гидрофильных групп добавки, а для комплексных добавок также соотношением индивидуальных компонентов. Полученные данные согласуются с результатами влияния добавок на цементы разного минералогического состава, позволяют прогнозировать результаты для других цементов и внести вклад в изучение механизма действия СП.

**Статья подготовлена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косухин М.М., Косухин А.М. Теоретические и методологические основы создания поли-функциональных модификаторов монолитных бетонов для проведения реконструкционных работ // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2017. №1. С. 23–32.
2. Косухин М.М., Комарова Н.Д., Косухин А.М., Комарова К.С. К вопросу о разработке полифункциональных модификаторов монолитных бетонов для проведения реконструкционных работ объектов жилищно-коммунального комплекса // БСТ: Бюллетень строительной техники. Изд-во «БСТ». М: ISSN: 0007-7690, 2017. №5. С. 37–44.
3. Kosukhin M.M., Shapovalov N.A., Kosukhin A.M., Sharapov O.N. The effect of superplasticizer hydrophilic group nature on its plasticizing activity // International Journal of Pharmacy & Technology. Sep. 2016. Volume 8. Issue 3. P. 15271–15286. ISSN: 0975-766X.
4. Косухин М.М., Шаповалов Н.А., Косухин А.М., Бабин А.А. Суперпластификатор для бетонов на основе легкой пиролизной смолы // Строительные материалы. 2008. № 7. С. 44.
5. Kosukhin M.M. Shapovalov N.A. Kosukhin A.M. Colloid-Chemical Bases on Creation of Multifunctional Modifiers of Concrete Mix and Concrete // Solid State Phenomena ISSN: 1662-9779. Vol 265. Pp. 331–336 doi: 10.4028/www.scientific.net/ SSP. 265.331 © 2017 Trans Tech Publications, Switzerland.
6. Рекомендации по физико-химическому контролю состава и качества суперпластификатора С-3. М.: НИИЖБ. 1984.
7. Методические рекомендации по оценке эффективности добавок. М.: НИИЖБ, 1979. 24 с.
8. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. М.: Стройиздат, 1990. 400 с.
9. Рамачандран В.С., Фельдман Р.Ф., Коллепарди М. и др. Добавки в бетон: справоч. пособие / Под ред. В.С. Рамачандрана: Пер. с англ. Г.И. Розенберг, С.А. Болдырева. Под ред. С.А. Болдырева, В.Б. Ратинова. М.: Стройиздат, 1988. 575 с.
10. Рой Д., Даймон М., Асага К. Влияние добавок на электрокинетические явления при гидратации C_3S , C_3A и цемента // Матер. VII Международ. конгресс по химии цемента. Париж. 1980. М.: ВНИИЭСМ. № 790. 1980. С.15.
11. Costa U., Bassila A. Interaction between superplasticizers and calcium aluminates hydrates // I. of the Amer. Cer. Soc. 1982. №62. P. 203–207.
12. Daimon M., Roi D. Rheological properties cement mixes. II. zeta-potential and preliminary viscosity studies // Cement and Concrete Res. 1979. №1. P. 103–109.
13. Косухин М.М. Регулирование свойств бетонных смесей и бетонов комплексными добавками с разными гидрофильными группами: дисс.... канд. техн. наук. Воронеж. 1995. 173 с.
14. Ефремов И.Ф. Периодические коллоидные структуры. Л.: «Химия», 1971. 192 с.

Информация об авторах

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

E-mail: mkosuhin@mail.ru

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

Косухин Андрей Михайлович, аспирант кафедры строительства и городского хозяйства.

E-mail: andrey.shik@mail.ru

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

Богачева Марина Александровна, магистрант кафедры строительства и городского хозяйства.

E-mail: ermolau@yandex.ru

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

Шаповалов Николай Афанасьевич, доктор технических наук, профессор

E-mail: mkosuhin@mail.ru

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

Поступила в июне 2017 г.

© Косухин М.М., Косухин А.М., Богачева М.А., Шаповалов Н.А., 2017

Kosukhin M.M., Kosukhin A.M., Bogacheva M.A., Shapovalov N.A.
**THE STUDY OF VARIOUS SUPERPLASTICIZERS' INFLUENCE ON THE RHEOLOGY
OF CLINKER MINERALS WATER SUSPENSIONS**

The findings of the research of various superplasticizers' influence on rheological properties of clinker monominerals water suspensions are presented. It has been demonstrated that the admixtures' plasticizing activity is determined by the nature of the monomineral, its specific surface and the nature of the admixture's hydrophilic groups, as well as by the components ratio for complex admixtures. The optimal dosages of admixtures for monomineral suspensions of clinker minerals change in the row C₂S, C₃S, C₃A, C₄AF, which allows predicting the influence of admixtures on rheological properties of systems containing cements of various mineral compositions. The received data correlate with the research findings of admixtures' influence on cements of various mineral compositions, which allows evaluating the influence of the admixtures on the systems with different cements, and economically and technologically substantiate the selection and consumption of admixtures depending on the type of cement and its mineral composition.

Keywords: *superplasticizers, complex admixtures, concrete mixes, colloid-chemical properties, plasticizing activity, rheological properties, clinker minerals, monomineral suspensions, cements of various mineral composition.*

Information about the authors

Kosukhin Mihail Mihailovich, Ph.D., Professor.

E-mail: mkosuhin@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Kosukhin Andrey Mihailovich, postgraduate.

E-mail: andrey.shik@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Bogacheva Marina Alexandrovna, student.

E-mail: ermolau@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Shapovalov Nikolai Afanasievich, DSc., Professor.

E-mail: mkosuhin@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in June 2017

© Kosukhin M.M., Kosukhin A.M., Bogacheva M.A., Shapovalov N.A., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c64414252.23505443

Андронов С.Ю., канд. техн. наук, доц.

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ФИБРОВОЛОКНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

atomic@yandex.ru

Проведены эксперименты по введению базальтовой фибры с различной плотностью и длиной нарезки в состав композиционной дисперсно-армированной асфальтобетонной смеси, выполнены лабораторные испытания образцов асфальтобетонов, установлены оптимальные плотность и длина нарезки базальтовой фибры для введения в асфальтобетонные смеси

В транспортном строительстве широко используется такой композиционный материал, как асфальтобетон. Введение в смесь небольших по размеру (дискретных) элементов позволяет добиться их равномерного распределения (дисперсии) в смеси, и получить “композитный” материал с более высокими физико-механическими показателями в готовом конструктивном элементе, что позволяет избежать появления колейности, продлить в несколько раз межремонтные сроки и срок службы дорожных покрытий. В настоящее время в России действуют методические рекомендации по технологии армирования асфальтобетонных покрытий добавками базальтовых волокон (фиброй). Однако широкого применения базальтовая фибра не получила. Основной проблемой использования фибры из различных волокон в асфальтобетонных смесях, по результатам проведённых исследований, а также зарубежным литературным источникам, является отработка технологии введения фибры в состав смеси. В России широкого опыта изготовления на асфальтобетонных заводах смесей с фиброй на сегодняшний момент нет. Это связано с трудностями обеспечения однородного распределения волокон в составе асфальтобетонной смеси.

Ключевые слова: технология производства композиционного материала, базальтовая фибра, плотность базальтовой фибры, длина нарезки базальтовой фибры, лабораторные испытания образцов асфальтобетонов, введение базальтовой фибры в асфальтобетонную смесь.

В практике дорожного аэродромного и мостового строительства широко используется такой композиционный материал, как асфальтобетон. Асфальтобетоны подвержены трещинообразованию, шелушению, выкрашиванию, образованию колеи, волн и впадин. Одним из способов повышения “стойкости” асфальтобетона к внешним нагрузкам является применение в его составе волокон и нитей. Введение в смесь длинных (протяжённых) элементов - нитей, волокон или проволочки, при удовлетворении и постоянстве качественных показателей, а также удобства её использования, в настоящее время является неразрешимой проблемой. Введение в смесь небольших по размеру (дискретных) элементов позволяет добиться их равномерного распределения (дисперсии) в смеси, и получить “композитный” материал с более высокими физико-механическими показателями в готовом конструктивном элементе.

Введение. Асфальтобетоны с фиброй имеют более высокие физико-механические показатели, по сравнению с традиционными смесями. Улучшаются физико-механические показатели: прочность при различных температурах (особенно при 50 °С), сдвигоустойчивость по сцеплению

при сдвиге, водостойкость при длительном водонасыщении, устойчивость к колееобразованию и др. [1]

В настоящее время в России действуют методические рекомендации по технологии армирования асфальтобетонных покрытий добавками базальтовых волокон (фиброй) [2]. Однако широкого применения базальтовая фибра не получила. Основной проблемой использования фибры из различных волокон в асфальтобетонных смесях, по результатам проведённых исследований, а также зарубежным литературным источникам [3, 4], является отработка технологии введения фибры в состав смеси. В России широкого опыта изготовления на асфальтобетонных заводах смесей с фиброй на сегодняшний момент нет. Это связано с трудностями обеспечения однородного распределения волокон в составе асфальтобетонной смеси.

Основная часть. Для устранения трудностей и обеспечения равномерного распределения волокон в составе асфальтобетонной смеси без образования комков (сгустков) предложена установка для введения фиброволокна в состав композиционных асфальтобетонных смесей, которая позволяет подготовить волокнистые материалы

(базальтовая, полиакрилонитрильная и др. виды фиброволокна) перед введением их в состав асфальтобетонных смесей для армирования.

В настоящее время известен ряд технических решений, направленных на устранение дефекта неравномерного распределения фиброволокна в разных направлениях по поверхности и объёму строительной смеси. Известно устройство для подготовки фиброволокна перед подачей его в строительную смесь, описанное в авторском свидетельстве SU №1763202 [5], которое содержит смеситель с загрузочными и выгрузочными отверстиями, приспособление для подачи фиброволокна. Рабочий орган – распушиватель выполнен в виде вала с жесткими радиально расположенными элементами – щётками. Недостатками всех существующих устройств и установок для подачи фиброволокна в асфальтобетонные смеси, является несовершенство практи-

чески чисто механических устройств и, как следствие, отсутствие гарантированного равномерного распределения фиброволокна по объёму асфальтобетонной смеси.[8,9]

За счёт конструктивного усовершенствования установка для введения фиброволокна в состав композиционных асфальтобетонных смесей обеспечивает гарантированное равномерное распределение фиброволокна в объёме смеси. Установка работает по принципу «чесального устройства», когда коротко нарезанные волокна из плотно соединённых друг с другом слоев волокон становятся разделёнными, легко перемещаемыми воздушными потоками, равномерно поступающими в смеситель и хорошо оседающими в объёме строительной смеси.

Схема установки для введения фиброволокна в состав композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей приведена на рис.1 .

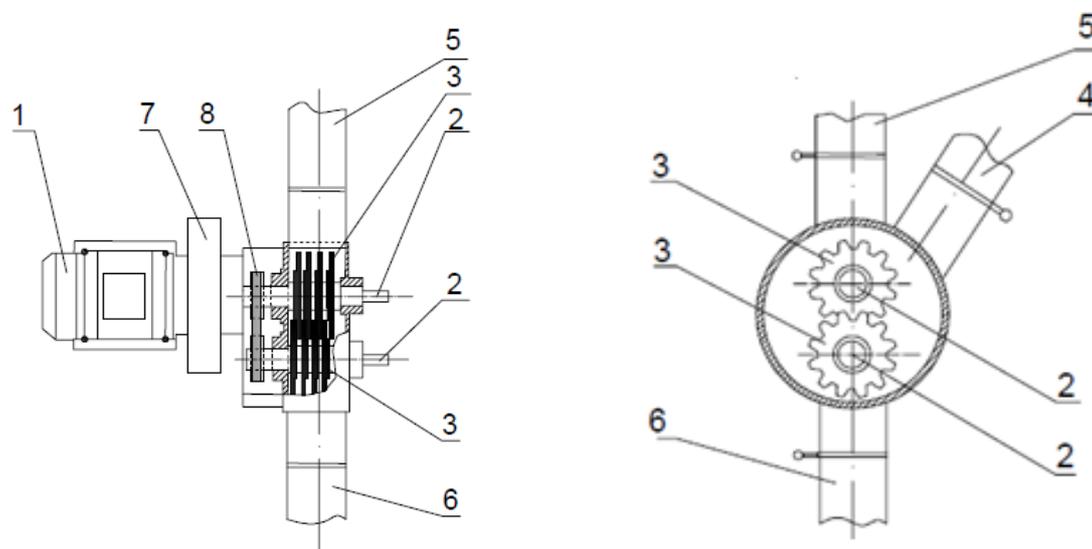


Рис. 1. Схема установки для введения фиброволокна в состав композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей:

1 – электродвигатель; 2 – вал; 3 – звездочка с зубцами; 4 – труба – воздуховод с шиберной заслонкой; 5 – труба для подачи фиброволокна с шиберной заслонкой; 6 – труба для отведения готовой фибровоздушной смеси; 7 – редуктор; 8 – клиноременная передача

Устройство для введения фиброволокна в состав композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей устанавливается вблизи смесителя асфальтобетонного завода. Труба – воздуховод для отведения готовой фибровоздушной смеси 6 с шиберной заслонкой выводится в смесительную установку асфальтобетонного завода. Через трубу подачи фиброволокна 5 с шиберной заслонкой подаётся фибра. После выхода из трубы подачи фибра захватывается зубцами звёздочек 3. При вращении звёздочек через трубу воздуховод 4 подаётся воздух, способствующий эффективности впускания фиброволокна. При механическом воздействии

зубцов вращающихся звёздочек 3 и воздушного потока происходит равномерное впускание фибры без образования комков. Звёздочки 3 установлены на валах 2. Вращение звёздочек 3 осуществляется с различной скоростью за счёт электродвигателя 1 с редуктором 7 (в зависимости от требуемого состояния фибры для выпуска асфальтобетонных смесей). За счёт воздушного потока и воздействия зубцов звёздочек впускенная фибра через трубу – воздуховод 6 выносится из устройства и поступает непосредственно в смеситель асфальтобетонного завода [10].

Для получения вспушенной фибры чесальные устройства возможно объединять путём соединения трубы – воздуховода 4 с трубой подачи фиброволокна 5. В этом случае вспушенная фибра из одного устройства будет поступать в другое (следующее) устройство, в котором также будет происходить распушение до заданной структуры и дальнейшее поступление под действием воздушного потока (вдувание) в смеситель асфальтобетонного завода.

В случае применения смесителей асфальтобетонного завода циклического действия дозированная навеска фибры вводится в трубу подачи фиброволокна 5. В случае применения асфальтобетонного завода непрерывного (поточного) действия фибра также через трубу подачи фиброволокна 5 подаётся непрерывным потоком с заданным расходом. Для подачи и дозирования фибры в устройство применяется существующее серийно выпускаемое оборудование асфальтобетонных заводов в виде бункеров, дозаторов, компрессоров, трубопроводов.

Комплекс устройств для обработки фиброволокна при производстве композиционных фиб-

росодержащих асфальтобетонных смесей реализован в виде опытных образцов и прошёл апробацию в Поволжском учебно-исследовательском центре «ВОЛГОДОРТРАНС» СГТУ. В настоящее время поданы заявки о выдаче патента Российской Федерации на изобретение и полезную модель.

Для исследований применялась базальтовая фибра длиной 15 мм в количестве 0,4 % (по массе готовой смеси), добавка которой вносилась в подобранный состав асфальтобетонной смеси марки I типа Б по ГОСТ 9128-2013 [6]. Из готовой композиционной дисперсно-армированной асфальтобетонной смеси в соответствии с методикой ГОСТ 12801 – 98 [7] изготавливались контрольные образцы. Уплотнение образцов, производилось прессованием на гидравлическом прессе в форме с внутренним диаметром 71,4 мм в течение 3 минут под давлением (40,0±0,5) МПа.

Основные физико-механические показатели свойств композиционных фибросодержащих асфальтобетонных смесей, приготовленных с использованием комплекса устройств для подготовки фиброволокна и без приведены в табл.1.

Таблица 1

Основные показатели физико-механических свойств композиционного фибросодержащего асфальтобетона марки I, типа Б

Наименование показателя	Ед. изм.	Требования ГОСТ 9128-2013 для марки I типа Б	Фактические показатели физико-механических свойств	
			При введении фиброволокна в смеситель без обработки	При введении фиброволокна в смеситель после обработки с применением установки
Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С, не менее	МПа	1,3	2,45	3,35
Сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения, не менее	-	0,83	0,90	0,95
Сдвигоустойчивость по сцеплению при сдвиге при температуре 50 °С, не менее	МПа	0,38	0,59	0,74

В результате выполненных исследований установлена высокая степень однородности распределения фиброволокна в составе композиционных фибросодержащих асфальтобетонных смесей при использовании установки, что позволяет получить увеличение показателей физико-механических свойств композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонов примерно до 30 % в сравнении с технологическими режимами без предварительной обработки фиброволокна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технологическое обеспечение качества

строительства асфальтобетонных покрытий. Методические рекомендации. СибАДИ г.Омск 2004 г.

2. Методические рекомендации по технологии армирования асфальтобетонных покрытий добавками базальтовых волокон (фиброй) при строительстве и ремонте автомобильных дорог (Утверждено распоряжением Росавтодора № ОС-12-р от 11.01.2002 г.).

3. M. Aren Cleven. Investigation of the properties of carbon fiber modified asphalt mixtures. Michigan technological university, 2000.

4. Rebecca Lynn Fitzgerald. Novel Applications of Carbon Fiber for Hot Mix. Asphalt Reinforcement

and Carbon-Carbon. Michigan technological university, 2000.

5. SU №1763202 Способ приготовления фибробетонной смеси и устройство для его осуществления. 25.08.1989. Латвийский научно-исследовательский и экспериментально технологический институт строительства. Комаров Сергей Васильевич, Середин Игорь Васильевич. МПК: В28С 5/40

6. ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.

7. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе ор-

ганических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний

8. Кирюхин Г.Н., Смирнов Е.А. Покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона. М. ООО «Издательство «Элит». 2009. 176 с.

9. Ляпина А.И. Плотникова И.А. Анализ сопоставления графического и расчётного методов определения показателей дисперсности битумных эмульсий. Тр. СоюздорНИИ. 1977. № 100. С. 120–130.

10. Пат. № 2351703 Российская Федерация. Способ приготовления холодной органоминеральной смеси для дорожных покрытий / Н.А. Горнаев, В.Е. Никишин, С.М. Евтеева, С.Ю. Андронов, А.С. Пыжов. Опубл. 10.04.09.

Информация об авторах

Андронов Сергей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент.

E-mail: atomic@yandex.ru

Саратовский государственный технический университете им. Гагарина Ю.А.
Россия, 410054, Саратов, ул. Политехническая, д. 77.

Поступила в июне 2017 г.

© Андронов С.Ю., 2017

Andronov S.Yu.

INSTALLATION FOR THE PREPARATION OF FIBER FIBERS IN THE PRODUCTION OF COMPOSITE DISPERSED-REINFORCED ASPHALT-CONCRETE MIXTURES

In the practice of road aerodrome and bridge construction, a composite material such as asphalt concrete is widely used. Asphaltic concrete is prone to cracking, peeling, chipping, the formation of ruts, waves and depressions. One of the ways to increase the "durability" of asphalt concrete to external loads is the use of fibers and threads in its composition. The introduction into a mixture of long (extended) elements – yarns, fibers or wire, with satisfaction and consistency of quality indicators, as well as the convenience of its use, is currently an insoluble problem. The introduction of a mixture of small (discrete) elements in the mixture makes it possible to achieve their uniform distribution (dispersion) in the mixture, and to obtain a "composite" material with higher physical and mechanical properties in the finished structural element.

Keywords: composite material production technology, basalt fiber, density of basalt fiber, basalt fiber cutting length, laboratory tests of asphalt concrete samples, introduction of basalt fiber into the asphalt concrete mixture.

Information about the authors

Andronov Sergey Yur'yevich, PhD, Assistant professor.

E-mail: atomic@yandex.ru

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov.
Russia, 410054, Saratov, Polytechnicheskaya, 77.

Received in June 2017

© Andronov S.Yu., 2017

*Щекина А.Ю., аспирант,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова*

ДЕЙСТВИЕ ОТХОДОВ ФЛОТАЦИИ В СОСТАВЕ ВЯЖУЩИХ, С УЧЕТОМ СОДЕРЖАЩЕГОСЯ В НИХ ИЗОДЕЦИЛОКСИПРОПИЛАМИНА

aus2016aus@yandex.ru

В статье представлены результаты исследований по определению влияния изодецилоксипропиламина, адсорбированного на поверхности зерен отходов флотации железистых кварцитов на свойства вяжущих композиций. Представлены результаты реологических исследований вяжущих композиций, на основе отходов флотации, содержащие разное количество флотореагента в составе отходов. Выявлены пластифицирующий эффект, оказываемый отходами флотации на вяжущие композиции и гидрофобизирующее действие изодецилоксипропиламина на вяжущие композиции.

***Ключевые слова:** отходы флотации железистых кварцитов, флотореагент, вяжущие композиции, эффективная вязкость.*

Введение. На сегодняшний день учеными непрерывно проводятся исследования по возможности использования различных видов техногенных отходов во вторичном производстве [1–8].

Отходы обогащения более удобны для использования, чем отвалы, поскольку они, более однородны по химическому, минералогическому, гранулометрическому составу, представляют собой уже дисперсный материал с высокой удельной поверхностью. В производстве строительных материалов широкое распространение получили шлаки, золы, отходы мокрой и сухой магнитной сепарации и др. На территории России расположено значительное количество горно-обогатительных комбинатов, образующих тонны ежегодно накапливающихся и требующих утилизации отходов обогащения. Одним из таких крупнейших комбинатов является ОАО «Михайловский горно-обогатительный комбинат» (МГОК), занимающийся добычей и обогащением железной руды. МГОК для получения качественного концентрата с низким содержанием оксида кремния и щелочей ($K_2O + Na_2O$), использует магнитно-флотационную схему обогащения железистых кварцитов – обогащение железной руды методом магнитной сепарации с последующим дообогащением методом обратной катионной флотации. При этом ежегодно образуется до 10 млн. т в год отходов флотации железистых кварцитов [3].

На МГОКе при флотационном дообогащении железистых кварцитов применяют следующую комбинацию флотореагентов: собиратель РА-14, депрессор – гидролизированный крахмал, регулятор кислотности – гидроксид натрия. Флотореагент РА-14 является поверхностно-актив-

ным веществом (ПАВ), адсорбирующимся на поверхности отходов флотации при флотации. Концентрация РА-14 в составе суспензии при флотации составляет 250 г/т. Однако, при этом РА-14 способен адсорбироваться на поверхности железа. Поэтому, для исключения перехода железа в пенный продукт, в пульпу при флотации следует добавлять крахмал. Так как крахмал является труднорастворимым в воде соединением, на МГОКе при флотационном дообогащении железистых кварцитов используется гидролизированный крахмал [9].

Гидролизированный крахмал, растворяется в водном растворе в пульпе при флотации и преимущественно адсорбируется на поверхности железа, тем самым препятствует адсорбции РА-14 на его поверхности и переходу железа в пенный продукт. Согласно исследованиям [10–13], на поверхности пенного продукта гидролизированный крахмал способен адсорбироваться в очень малом количестве, поэтому он не будет оказывать значительного влияния на цементные системы. Таким образом, наши исследования направлены на изучение влияния флотореагента РА-14 в составе вяжущих композиций.

Основная часть. Гидрофобизирующие поверхностно-активные добавки в составе цементных систем, снижают предельное напряжение сдвига тем самым, увеличивают их пластическую вязкость, в результате чего предотвращают расслаиваемость смеси, обеспечивают требуемую подвижность. Высокая подвижность бетонных смесей достигается за счёт образования тонких ориентированных плёнок поверхностно-активных веществ на поверхности компонентов смеси [14].

В связи с этим, предполагается, что РА-14, адсорбированный на поверхности отходов

флотации способен оказывать пластифицирующее и гидрофобизирующее действие на вязущие композиции.

Для подтверждения или опровержения этих гипотез нами была синтезирована модельная система (МС) отходов флотации, являющаяся их искусственным аналогом и состоящая из основных оксидов, составляющих отходы флотации, а так же проведены реологические исследования и определен краевой угол смачивания вязущих композиций, полученных совместным помолотом 70 % цемента и 30 % отходов при различных концентрациях РА-14 в пульпах при флотации: ОФг150 – отходы при концентрации РА-14 = 150 г/т; ОФг250 – при концентрации РА-14 = 250 г/т; ОФг350 – при концентрации РА-14 = 350 г/т. Выполнены аналогичные исследования вязущих композиций, содержащих 70 % цемента и 30 % модельной системы отходов флотации.

При определении реологических характеристик суспензий вязущих композиций в качестве постоянного показателя принимался расплыв конуса 15 см.

Каждое испытание включало два отдельных опыта: измерение эффективной вязкости суспензий при увеличении скорости вращения ротора от 0 до 120 мин⁻¹; измерение эффективной вязкости суспензий при сохранении скорости вращения ротора 120 мин⁻¹. В результате обработки полученных результатов, нами построены кривые зависимости эффективной вязкости вязущих композиций различного состава от времени при увеличении скорости вращения ротора и при постоянной скорости вращения ротора прибора, представленные на рис. 1 и 2.

Из реограмм суспензий вязущих композиций при увеличении скорости вращения ротора видно, что увеличение концентрации РА-14 в составе суспензии в процессе образования отхода оказывает пластифицирующий эффект на вязущие композиции. Это подтверждается реограммами суспензий при постоянной скорости вращения ротора. При постоянной скорости вращения ротора прибора уменьшение эффективной вязкости вязущих композиций на основе отходов флотации по сравнению с вязущими композициями на основе модельной системы отходов флотации составляет от 12 до 17 %.

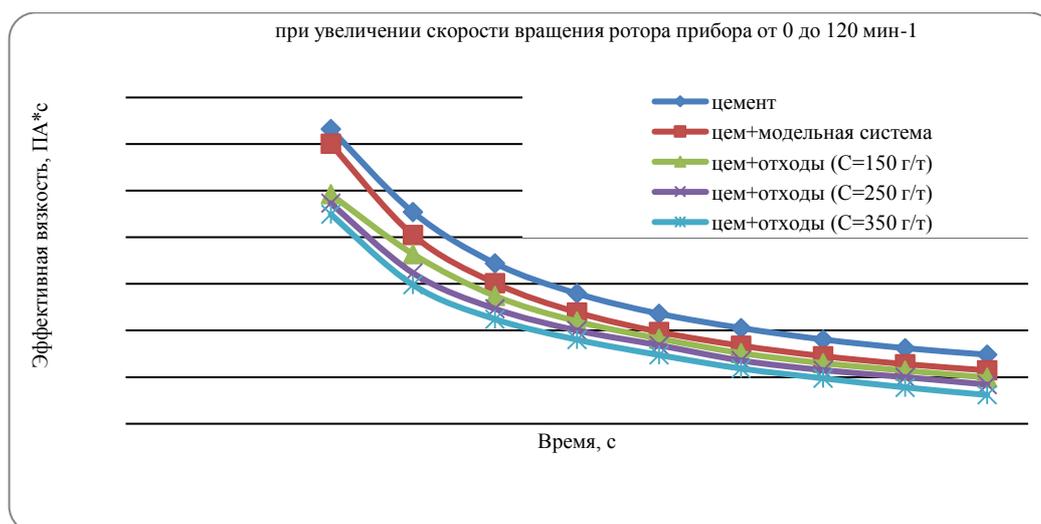


Рис. 1. Изменение эффективной вязкости вязущих композиций различного состава с течением времени при увеличении скорости вращения ротора

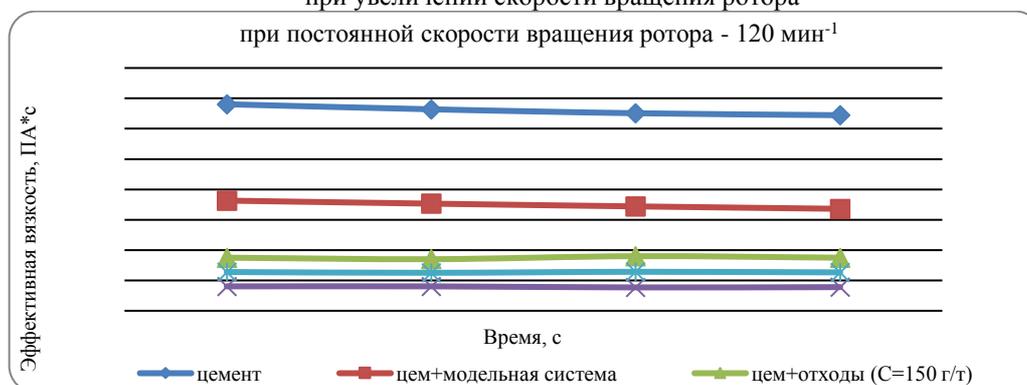


Рис. 2. Изменение эффективной вязкости вязущих композиций различного состава с течением времени при постоянной скорости вращения ротора

На основании проведенных исследований предложен механизм пластифицирующего действия флотореагента РА-14, адсорбированного на поверхности отходов флотации, на вяжущие композиции на основе отходов флотации и цемента.

Известно, что флотореагент РА-14 имеет длинный углеводородный радикал и адсорбируется на поверхности оксида кремния полярной частью аминогруппой на поверхности и выставляя наружу длинный углеводородный радикал [14]. Отсюда можно предположить, что флотореагент может оказывать гидрофобизирующее действие на цементные системы.

В связи с этим, выполнены исследования по определению краевого угла смачивания дистиллированной водой на гидратированных вяжущих композициях в возрасте 28 суток, состоящие из портландцемента (70 %) и различных минеральных наполнителей (30 %). В качестве минеральных наполнителей были выбраны:

- модельная система отходов флотации (МС);
- отходы флотации железистых кварцитов, при концентрации РА-14 в суспензии при флотации 150 г/т (ОФг150);
- отходы флотации железистых кварцитов, при концентрации РА-14 в суспензии при флотации 150 г/т (ОФг250);

- отходы флотации железистых кварцитов, при концентрации РА-14 в суспензии при флотации 150 г/т (ОФг350).

Получение вяжущих композиций производилось совместным помолом в вибрационной мельнице в течение 30 мин, удельная поверхность вяжущих – 500 м²/кг. Заформованы образцы-кубы размерами 30×30×30 мм по 7 образцов каждого состава.

Рассматривая значения краевого угла смачивания (табл. 1) дистиллированной водой на поверхностях различных вяжущих композиций, можно отметить, что у составов, содержащих отходы флотации наблюдаются большие значения краевого угла смачивания, чем у составов на основе модельной системы отходов флотации.

С увеличением концентрации РА-14 в пульпе при флотации при образовании отходов наблюдается увеличение краевого угла смачивания водой на поверхностях вяжущих композиций на их основе. Наблюдается увеличение краевого угла смачивания водой на поверхности вяжущих композиций на основе отходов флотационного дообогащения железистых кварцитов по сравнению с углом смачивания водой на поверхности вяжущих композиций на основе модельной системы отходов флотационного на 6–15 %. Это свидетельствует о придании гидрофобного эффекта вяжущим композициям отходами флотации.

Таблица 1

Краевой угол смачивания дистиллированной водой на поверхностях гидратированных вяжущих композиций

№ п/п	Составы вяжущих композиций		Краевой угол смачивания (Өв), °
	цемент	минеральный наполнитель	
1	Портландцемент – 100 %	–	70
2	Портландцемент – 70 %	модельная система отходов флотации – 30 %	72
3	Портландцемент – 70 %	ОФг150 – 30 %	80
4	Портландцемент – 70 %	ОФг250 – 30 %	86
5	Портландцемент – 70 %	ОФг350 – 30 %	90

Выводы. В процессе флотационного дообогащения железистых кварцитов катионный собиратель РА-14 адсорбируется на поверхности пенного продукта в суспензии при флотации. В дальнейшем при высыхании отходов флотации до воздушно-сухого состояния сохраняется в составе отходов и оказывает действие на вяжущие композиции на основе цемента и отходов флотации. Выявлено, что снижение эффективной вязкости суспензий вяжущих композиций на основе отходов флотации по сравнению с их аналогами

на основе модельной системы (искусственно-созданных отходов, не содержащих флотореагента РА-14) составляет 12–17 % в зависимости от количества адсорбированного флотореагента РА-14, что свидетельствует о наличии пластифицирующего действия отходов в составе вяжущих композиций на основе цемента и отходов за счет содержания флотореагента РА-14 в составе отходов.

Определено, что флотореагент РА-14, имеющий длинный углеводородный радикал и, адсорбирующийся на поверхности оксида кремния

полярной частью аминогруппой, выставляя наружу длинный углеводородный радикал, способен оказывать гидрофобное действие на цементные системы, что подтверждается проведенными нами исследованиями: увеличение краевого угла смачивания водой на поверхности вяжущих на основе отходов по сравнению с углом смачивания водой на поверхности вяжущих композиций на основе модельной системы составляет от 6 до 15 %.

Таким образом, выявлено, что флотореагент РА-14, адсорбированный на поверхности отходов флотации оказывает гидрофобный и пластифицирующий эффекты на вяжущие композиции с содержанием этих отходов. Это дает предпосылки к использованию отходов флотации в составах сухих строительных смесей для наливных полов, где особую важность строительных растворов имеют гидрофобные и реологические характеристики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Миргород Ю.А., Борщ Н.А. Термодинамика и кинетика процесса флотоэкстракции с участием катионного и анионного поверхностно-активного вещества // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия физика и химия. 2011. №1. С. 73–80.
2. Классен В.К., Шилова И.А., Текучева Е.В. Энерго- и ресурсосбережение при использовании техногенных материалов в технологии цемента // Строительные материалы. 2007. № 8. С. 18 – 20.
3. Рахимбаев Ш.М., Яшуркаева Л. И. Отходы мокрой магнитной сепарации Михайловского ГОКА – сырье для производства белитового цемента // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2005. № 10. С. 258 –260.
4. Котенко Е.А., Морозов В.Н., Анисимов В.Н. Освоение недр и экологические проблемы – взгляд в XXI век // Геоэкологические проблемы безопасной эксплуатации горно-металлургического комплекса КМА. 2000. №2. С. 22–24.
5. Рахимбаев Ш.М., Тарарин В.К., Морозов А. И. Использование кварцитопесчаников из скальной вскрыши Лебединского месторождения // Использование отходов, попутных продуктов в производстве строительных материалов и изделий. Охрана окружающей среды. 1985. № 3. С. 11–13.
6. Кретов С.И., Губин С.Л., Потапов С.А. Совершенствование технологии переработки руд Михайловского месторождения // Горный журнал. 2006. № 7. С. 71–74.
7. Лесовик В. С. Использование промышленных отходов КМА в производстве строительных материалов // Использование отходов, попутных продуктов в производстве строительных материалов и изделий. 1987. № 3. С. 57–58.
8. Волженский А. В. Минеральные вяжущие вещества. М.: Изд. Стройиздат, 1979. 302 с.
9. Миргород Ю.А., Борщ Н.А. Термодинамика и кинетика процесса флотоэкстракции с участием катионного и анионного поверхностно-активного вещества // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия физика и химия. 2011. №1. С. 73–80.
10. Губин С.Л., Авдохин В.М. Флотация магнетитовых концентратов катионными собирателями // Горный журнал. 2006. № 7. С. 80–84.
11. Шаповалов Н.А., Шевцова Р.Г., Городов А.И., Крайний А.А., Винцовская И.Л., Рядинский М.М. Флотационное обогащение апатит-нефелиновых руд // Современные проблемы горно-металлургического комплекса: XI Всерос. науч.-практ. конф., с междунар. участием, (Старый Оскол, 3-5 дек. 2014 г.), Старый Оскол: Изд. МИ-СиС, 2014. Ч. 1. С. 23–28.
12. Северов В.В. Разработка процесса обратной флотации железистых кварцитов с использованием катионных и неионогенных собирателей: автореферат дис. канд. техн. наук. Москва, 2011. 27 с.
13. Кармазин В.И. Обогащение руд черных металлов. М.: Изд. Недра, 1982. 216 с.
14. Пивень В.А., Дендюк Т.В., Калиниченко А.Ф., Бухлаева Н.П. Флотопроводка магнетитовых концентратов Ингулецкого ГОКа // Обогащение руд. 2004. № 1. С. 31–34.

Информация об авторах

Щекина Анастасия Юрьевна, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

E-mail: aus2016aus@yandex.ru

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

Поступила в июне 2017 г.

© Щекина А.Ю., 2017

Schekina A.Yu.

EFFECTS OF WASTE WASTE IN THE COMPOSITION OF BINDERS, IN THE CONTEXT OF IZODECYL PROXYETHYAMINE CONTAINED IN THEM

The article presents the results of studies to determine the effect of isodecyloxypropylamine adsorbed on the grain surface of flotation waste of ferruginous quartzites on the properties of astringent compositions. The results of rheological studies of astringent compositions based on flotation waste containing different amounts of flotation agent in the waste composition are presented. The plasticizing effect exerted by flotation waste on astringent compositions and the hydrophobizing effect of isodecyloxypropylamine on astringent compositions was revealed.

Keywords: *flotation waste of ferruginous quartzites, flotation agent, astringent compositions, effective viscosity.*

Information about the author

Schekina Anastasiya Yurevna, Research assistant

E-mail: aus2016aus@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st.Kostyukova, 46.

Received in June 2017

© Schekina A.Y., 2017

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

DOI: 10.12737/article_59cd0c67ef53c1.76953938

Уральский В.И., канд. техн. наук, доц.,
Синица Е.В., канд. техн. наук, доц.,
Уральский А.В., канд. техн. наук, доц.,
Сажнева Е.А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

wiural@mail.ru

Помол является важной технологической операцией в производстве строительных материалов. От качества измельченного материала зависит качество изделия. Качество измельченного материала повышают путем внедрения в технологическую схему сепаратора, и помол происходит по, так называемому, замкнутому циклу.

В статье представлены научно-технические разработки по созданию технологического модуля замкнутого цикла измельчения, конструкция которого позволяет повысить качество готового продукта, а также повысить производительность помольного агрегата.

Ключевые слова: технологический модуль, помольный агрегат, измельчение, замкнутый цикл.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования центробежных помольных агрегатов показали их эффективность при измельчении материалов с различными физико-механическими характеристиками [4, 5].

В то же время становится очевидным вопрос повышения степени измельчения материала, а, следовательно, и качества готового продукта, что свидетельствует о целесообразности дальнейших исследований помольных агрегатов вибрационно-центробежного типа.

Одним из вариантов повышения эффективности агрегата является организация процесса измельчения по замкнутому циклу.

При измельчении в многокамерных мельницах можно выделить три основные принципиальные схемы помола в замкнутом цикле [1] (рис. 1).

По схеме, представленной на рис. 1, а, материал, измельченный в первой камере, через разгрузочное устройство поступает в сепаратор; крупка из последнего попадает во вторую камеру для тонкого измельчения, которая работает в замкнутом цикле с сепаратором. Данная схема предусматривает короткий путь прохождения материала перед сепаратором. Такие схемы рекомендуются для помола многокомпонентных материалов с различной размалываемостью компонентов. Легкоразмалываемый компонент, попадая в сепаратор после камер грубого помола, выводится из процесса.

На рис. 1, б представлена схема работы многокамерной мельницы в замкнутом цикле, при которой сепарация каждой камеры измельчения

осуществляется отдельным сепаратором, крупка из которого возвращается на доизмельчение в соответствующую камеру. Недостаток данной схемы измельчения – дороговизна оборудования.

По схеме, изображенной на рис. 1, в, продукт из первых двух камер поступает в сепаратор, крупка из которого домальвается окончательно в третьей камере, а тонкая фракция поступает в общий поток готового продукта третьей камеры. Так как крупка может переизмельчиться, фракция готового продукта будет неравномерной и, следовательно, эффективность измельчения недостаточна.

Разработанная схема замкнутого цикла измельчения с применением центробежного помольного агрегата позволяет исключить эти недостатки [2, 3].

Технологический модуль замкнутого цикла измельчения (рис. 2) содержит центробежный помольный агрегат 1 с тремя камерами помола, верхняя камера которого соединена с бункером 2 исходного материала, и центробежный воздушно-проходной сепаратор 3 с двумя зонами разделения. Центробежный помольный агрегат включает в себя станину 4, на которой жестко закреплены вертикальные цилиндрические направляющие 5 с перемещающимся по ним ползунами 6. На станине 4 жестко закреплены опорные стойки 7, в которых установлены подшипники и эксцентриковый вал 8, содержащий на обоих концах противовесы 9. Эксцентриковый вал 8 соединен с рамой 10 прямоугольной формы. Рама

выполняет роль шатуна в кривошипно-ползунном механизме, образованном из станины 4, эксцентрикового вала 8, рамы 10 и ползунов 6, для обеспечения необходимой траектории движения помольных камер, закреплённых на раме. На

раме 10 горизонтально закреплены верхняя 11, средняя 12 и нижняя 13 помольные камеры. Каждая помольная камера содержит мелющие тела, соответствующие типу помола в камере.

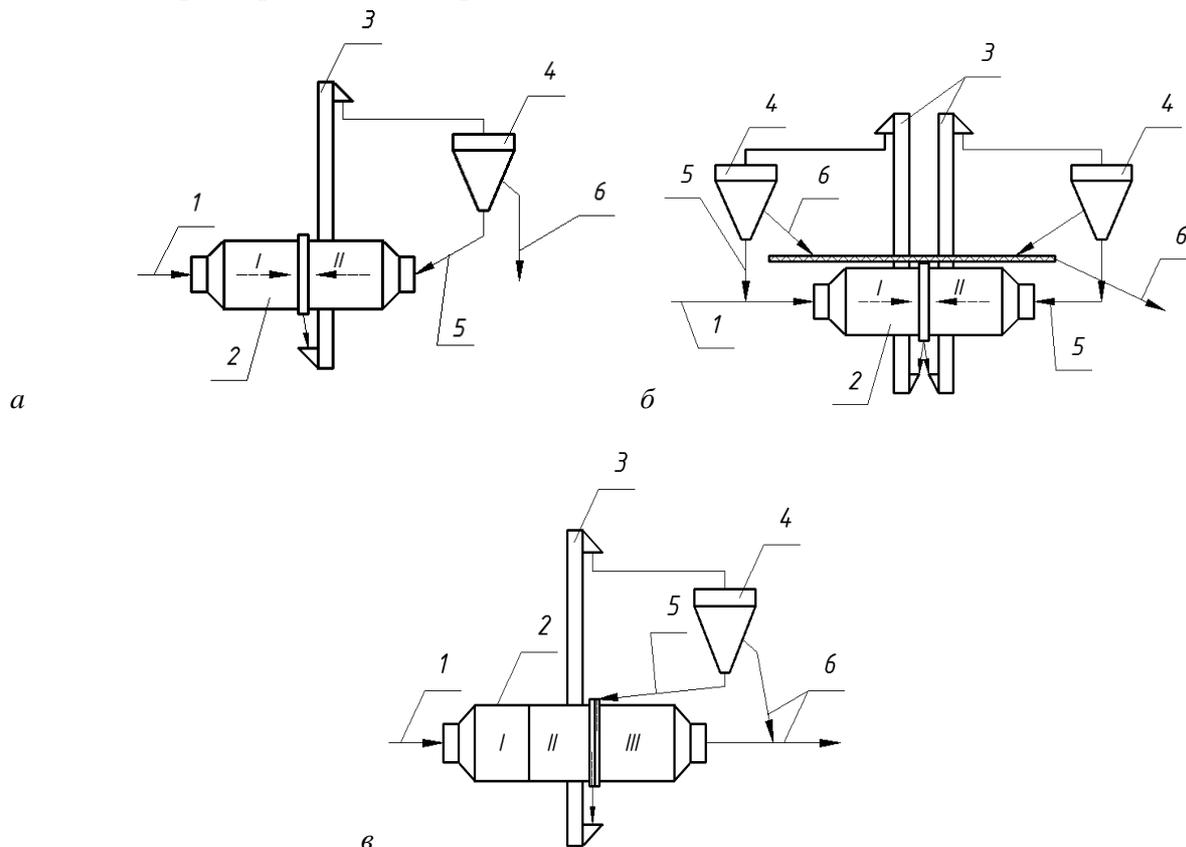


Рис. 1. Технологические схемы измельчения в многокамерных мельницах замкнутого цикла: 1 – исходный материал; 2 – измельчитель; 3 – транспортирующее устройство; 4 – сепаратор; 5 – крупка из сепаратора; 6 – готовый продукт

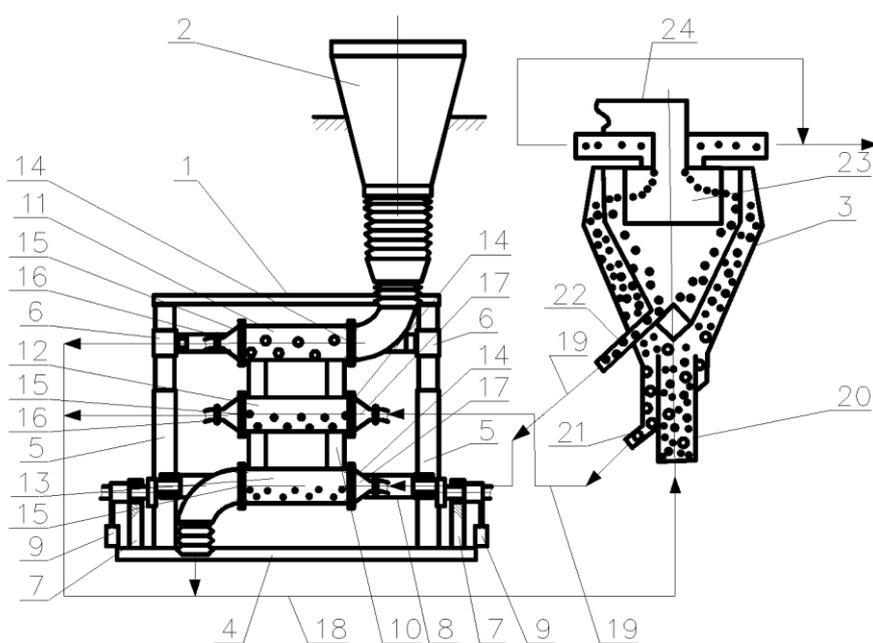


Рис. 2. Технологический модуль замкнутого цикла измельчения

В торцах помольных камер встроены ограничительные 14 и классификационные 15 решетки по ходу движения соответственно. В торцах на выходе материала из верхней 11 и средней 12 помольных камер закреплены конфузоры 16, а в торцах на входе материала средней 12 и нижней 13 помольных камер – диффузоры 17. Ограничительные решетки 14 предназначены для удержания мелющих тел внутри помольной камеры, а классификационные решетки 15 предназначены для классификации материала. Наличие ограничительных и классификационных решеток обеспечивает стабильный технологический режим в каждой помольной камере. Конфузоры 16 и диффузоры 17 имеют конусный вид. К конфузoram 16 с помощью хомутов крепятся газоходы 18, а к диффузорам 17 с помощью хомутов крепятся газоходы 19, которые соединены с центробежным воздушно-проходным сепаратором.

Центробежный воздушно-проходной сепаратор 3 с двумя зонами разделения состоит из загрузочного патрубка 20, разгрузочного патрубка 21 грубого материала, разгрузочного патрубка 22 материала средней фракции. Зона разделения материала находится над загрузочным патрубком 20 и разгрузочными патрубками 21 и 22. В верхней части зоны разделения находятся радиальные лопасти 23. Вверху центробежного воздушно-проходного сепаратора находится патрубок 24 выхода газоматериальной смеси.

Загрузочный патрубок 20 сепаратора соединен с верхней 11 и средней 12 камерами помола агрегата через газоходы 18, а с нижней камерой 13 через газоход 18, который крепится к выходному патрубку помольного агрегата. Разгрузочный патрубок 21 грубого помола сепаратора соединен со средней помольной камерой 12 с помощью газохода 19. Разгрузочный патрубок 22 средней фракции сепаратора соединен с нижней камерой 13 с помощью газохода 19.

Способ замкнутого цикла измельчения с применением центробежного помольного агрегата с тремя камерами помола заключается в следующем.

Исходный материал из бункера 2 непрерывно поступает в загрузочный патрубок центробежного помольного агрегата 1 и далее через ограничительную решетку 14 поступает в верхнюю помольную камеру 11, в которой обеспечивается грубое измельчение исходного материала.

Воздушным потоком, создаваемым вентилятором (на рис. не показан), измельченный материал перемещается вдоль камеры, проходит через классификационную решетку 15, конфузор 16 и через газоход 18 поступает в загрузочный патрубок 20 центробежного воздушно-проходного сепаратора 3.

В сепараторе в зоне разделения за счёт закручивания газоматериального потока радиальными лопастями 23 происходит разделение материала под действием центробежных сил в комбинации с силами тяжести частиц различной массы на материал грубой фракции, материал средней фракции и материал тонкой фракции.

Материал грубой фракции из разгрузочного патрубка 21 по газоходу 19 через диффузор 17 и ограничительную решетку 14 поступает в среднюю помольную камеру 12, которая движется по эллиптической траектории и обеспечивает помол исходного материала до средней фракции. Затем за счёт воздушного потока измельченный материал через классификационную решетку 15 и конфузор 16 поступает в газоход 18 и далее в загрузочный патрубок 20 сепаратора.

Материал средней фракции из разгрузочного патрубка 22 по газоходу 19 через диффузор 17 и ограничительную решетку 14 поступает в нижнюю помольную камеру 13, двигающуюся по круговой траектории, в которой обеспечивается тонкое измельчение исходного материала. За счёт воздушного потока измельченный материал поступает в газоход и далее в загрузочный патрубок сепаратора.

Измельченный материал тонкой фракции (готовый продукт) вместе с газовым потоком поднимается вверх и через патрубок 24 газоматериальной смеси поступает на дальнейшую обработку газоматериального потока в циклон на очистку воздуха от частиц. Процесс помола осуществляется в непрерывном режиме.

Материал проходит три стадии помола с различными режимами работы в одной мельнице с тремя камерами помола. При этом после каждой камеры помола проходит классификация в центробежном воздушно-проходном сепараторе. Это дает большую гарантию одинаковой дисперсности материала, что достигается за счет обеспечения непрерывного вывода готового продукта на различных стадиях процесса и возврата недоизмельченного материала на дальнейшее измельчение до состояния готового продукта.

Разработанный технологический модуль, конструкция которого позволяет выводить из всех рабочих камер агрегата частицы материала с характеристиками, соответствующими готовому продукту, предотвращает его переизмельчение, а, следовательно, обеспечивает требуемое качество готового продукта и снижение энергозатрат на измельчение, тем самым повышает эффективность помола.

**Статья подготовлена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дешко Ю.И., Креймер М.Б., Крытхин Г.С. Измельчение материалов в цементной промышленности. М.: Стройиздат, 1966. 275с.
2. Заявка 2017118016 Российская Федерация, Технологический модуль и способ замкнутого цикла измельчения / Уральский В.И., Севостьянов В.С., Синица Е.В., Уральский А.В., Сажнева Е.А., Фарафонов А.А., заявитель ФГБОУ БГТУ им. В.Г. Шухова; приоритет 23.05.2017.
3. Пат. 2277973 Российская Федерация, В 02С 17/08. Помольно-смесительный агрегат /

Гридин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С., Уральский В.И., Синица Е.В.; заявитель и патентообладатель ООО «ТК РЕЦИКЛ»; опубл. 20.06.06, Бюл. №17.]

4. Уральский А.В., Севостьянов В.С. Многофункциональный центробежный агрегат с параллельными помольными блоками // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. №1. С. 106–112.

5. Уральский В.И., Синица Е.В., Уральская Л.С., Фарафонов А.А. Центробежный агрегат комбинированного способа измельчения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №6. С. 115–119.

Информация об авторах

Уральский Владимир Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

E-mail: wiural@mail.ru.

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

Синица Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

E-mail: evsinica@mail.ru.

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

Уральский Алексей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

E-mail: Alexx_1984.10@mail.ru.

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

Сажнева Екатерина Александровна, аспирант кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

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

Поступила в сентябре 2017 г.

© Уральский В.И., Синица Е.В., Уральский А.В., Сажнева Е.А., 2017

Uralskiy V.I., Sinitza E.V., Uralskiy A.V., Sazhneva E.A.

TECHNOLOGICAL MODULE OF THE CLOSED CIRCULATION CYCLE

The article presents scientific and technical developments on the creation of a centrifugal grinding unit of the combined grinding method, the design of which allows improving the quality of the finished product by providing a dry and wet method of grinding the material in one unit, and also increasing the productivity of the unit by providing a continuous grinding process.

Keywords: *technological module, grinding unit, grinding, closed cycle.*

Information about the authors

Uralskiy Vladimir Ivanovich, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: wiural@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st.Kostyukova, 46.

Sinitza Elena Vladimirovna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: evsinica@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st.Kostyukova, 46.

Uralskiy Alexey Vladimirovich, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: Alexx_1984.10@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st.Kostyukova, 46.

Sazhneva Ekaterina Aleksandrovna, Research assistant.

Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017

© Uralskiy V.I., Sinitza E.V., Uralskiy A.V., Sazhneva E.A., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c69280269.85606681

Семикопенко И.А., канд. техн. наук, доц.,
Воронов В.П., канд. физ.-мат. наук, проф.,
Чунгурова Т.Л., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ МАТЕРИАЛА В ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ТРАЕКТОРИЯХ И ИХ СОУДАРЕНИЯ В ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ПРОТИВОТОЧНОЙ МЕЛЬНИЦЕ

v.s.bogdanov@mail.ru

В данной статье получено аналитическое выражение, позволяющее определить размер частицы материала, который образуется в результате косоугольного соударения частиц, находящихся в пересекающихся потоках в тангенциальной патрубке центробежной противоточной мельницы. Представлена расчетная схема для описания процесса измельчения материала в зоне встречных пересекающихся потоков. Построена графическая зависимость величины скола от расстояния L_0 между роторами и частоты вращения n .

Ключевые слова: мельница, косоугольный удар, траектория, материал.

Центробежные противоточные мельницы относятся к одному из видов помольного оборудования, осуществляющего механический разгон частиц с целью их соударения во встречных потоках [1].

В данной статье рассмотрено описание конструкции центробежной противоточной мельницы, обеспечивающей селективное воздействие на измельчаемый материал в зависимости от его крупности [2].

Как показано на рис. 1, в тангенциальной трубке центробежной противоточной мельницы осуществляется раздельное движение частиц: осевое движение и лобовое соударение крупных частиц и движение в пересекающихся траекториях мелких частиц. Рассмотрим процесс взаимодействия материала в зоне движения мелких частиц в пересекающихся траекториях.

Изменение скорости ϑ частицы материала при косоугольном ударе можно описать, основываясь на втором законе динамики:

$$m \frac{d\vartheta}{dt} = F, \quad (1)$$

где m – масса частицы материала, равная:

$$m = \frac{\pi d_n^3}{6} \rho_c, \quad (2)$$

здесь ρ_c – плотность материала частиц; F – сила воздействия на частицу материала в момент косоугольного соударения, которую выразим через величину возникающих касательных напряжений σ :

$$\sigma = \frac{F}{S_0}, \quad (3)$$

где S_0 – площадь контакта частиц материала при косоугольном ударе.

С учетом (2) и (3) формуле (1) можно придать следующий вид:

$$\frac{\pi d_n^3}{6} \rho_c \frac{d\vartheta}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \sigma \cdot S_0. \quad (4)$$

На основании расчетной схемы, представленной на рисунке 1, находим, что

$$x = L_0 + 2R \cos \varphi, \quad (5)$$

где φ – текущий угол поворота.

На основании (5) и расчетной схемы на рис. 1 можно получить следующие соотношения:

$$X_H = L_0 + 2R \cos \beta_1; \quad (6)$$

$$X_K = L_0 + 2R \cos \Omega, \quad (7)$$

где X_H – координата точки загрузки частицы материала на прямолинейную лопасть; X_K – координата точки схода частицы материала с прямолинейной лопасти.

Угол поворота прямолинейной лопасти Ω от точки загрузки материалом до точки схода частицы с лопасти равен:

$$\Omega = \omega \tau_1, \quad (8)$$

здесь τ_1 – промежуток времени, за который частица материала проходит путь $R - \rho_1$ от точки загрузки до точки схода с прямолинейной лопасти.

Согласно результату работы [3]:

$$\tau_1 = \frac{R - \rho_1}{\omega \rho_1} 2f = \frac{2f}{\omega} \left(\frac{R}{\rho_1} - 1 \right). \quad (9)$$

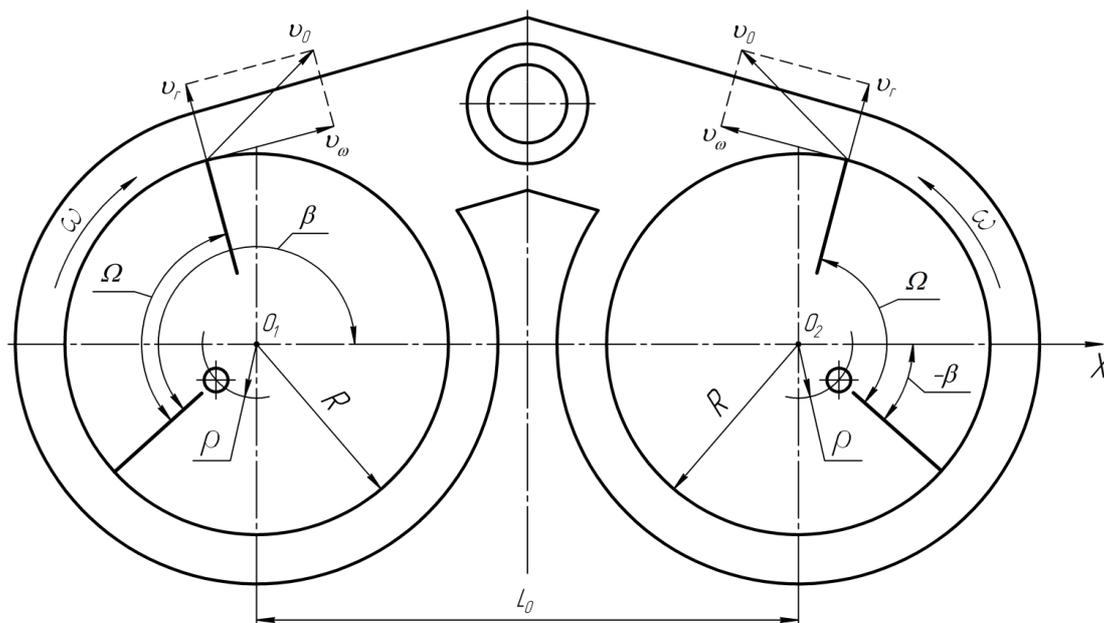


Рис. 1. Расчетная схема для описания процесса измельчения материала в зоне встречных пересекающихся потоков

Подстановка (9) в (8) приводит к соотношению:

$$\Omega = 2f \left(\frac{R}{\rho_1} - 1 \right). \quad (10)$$

На основании (5) и расчетной схемы на рис. 1 можно получить следующие соотношения:

$$X_H = L_0 + 2R \cos \beta_1; \quad (6)$$

$$X_K = L_0 + 2R \cos \Omega, \quad (7)$$

где X_H – координата точки загрузки частицы материала на прямолинейную лопасть; X_K – координата точки схода частицы материала с прямолинейной лопасти.

Угол поворота прямолинейной лопасти Ω от точки загрузки материалом до точки схода частицы с лопасти равен:

$$\Omega = \omega \tau_1, \quad (8)$$

здесь τ_1 – промежуток времени, за который частица материала проходит путь $R - \rho_1$ от точки загрузки до точки схода с прямолинейной лопасти.

Согласно результату работы [3]:

$$\tau_1 = \frac{R - \rho_1}{\omega \rho_1} 2f = \frac{2f}{\omega} \left(\frac{R}{\rho_1} - 1 \right). \quad (9)$$

Подстановка (9) в (8) приводит к соотношению:

$$\Omega = 2f \left(\frac{R}{\rho_1} - 1 \right). \quad (10)$$

Согласно результату работы [4], величину касательных напряжений в зоне косых соударений частиц определяем следующим образом:

$$\sigma = \mu \frac{g_x}{x}, \quad (11)$$

где μ – коэффициент псевдовязкого измельчения; $\mu = 2618$ Па·с [4].

Подстановка (11) в (4) с учетом того, что:

$$\frac{dx}{dt} = g_x \quad (12)$$

приводит к следующему дифференциальному уравнению:

$$\frac{\pi d_n^3}{6} \rho_c \cdot d g = \mu \frac{S_0}{x} dx. \quad (13)$$

Будем считать, что в результате косых соударений скорость частицы материала будет изменяться от значения g_0 до величины u_0 , где u_0 – скорость воздушного потока, равная

$$u_0 = \sqrt{u_p^2 + \omega^2 R^2}. \quad (14)$$

Здесь, согласно [5]

$$u_p = \omega R \sqrt{\frac{2h_p}{R} - \left(\frac{h_p}{R} \right)^2}, \quad (15)$$

где h_p – высота прямолинейной лопасти, R – радиус ротора.

Подстановка (15) в (14) приводит к следующему результату:

$$u_0 = \omega R \sqrt{1 + \frac{2h_p}{R} - \left(\frac{h_p}{R} \right)^2}. \quad (16)$$

Интегрирование уравнения (13) в определенных пределах приводит к следующему:

$$\frac{\pi d_n^3}{6} \rho_v \int_{\vartheta_0}^{u_0} d\vartheta = \mu S_0 \cdot \int_{X_H}^{X_K} \frac{dx}{x}. \quad (17)$$

Вычисление интеграла (2.94) позволяет получить следующий результат:

$$\frac{\pi d_n^3}{6} \cdot \rho_v (u_0 - \vartheta_0) = \mu S_0 \ln \left(\frac{X_K}{X_H} \right). \quad (18)$$

На основании (18) можно найти величину площади контакта частиц при косом ударе S_0 :

$$S_0 = \frac{\pi d_n^3 \rho_v (\vartheta_0 - u_0)}{6 \mu \ln \left(\frac{X_H}{X_K} \right)}. \quad (19)$$

На рис. 2 а) представлена расчетная схема взаимодействия сферических частиц при косом ударе.

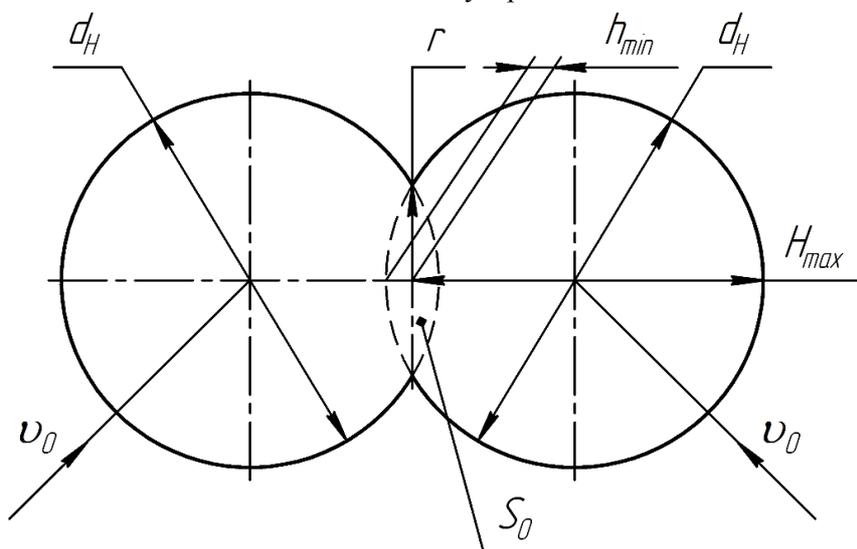


Рис. 2. Расчетная схема взаимодействия частиц при косом ударе

Так как схема на рис. 2 имеет вертикальную ось симметрии, процесс образования скола рассмотрим для одной частицы материала. На рис. 3 представлена расчетная схема для определения взаимосвязи между площадью взаимодействия частиц и радиусом скола отдельной частицы.

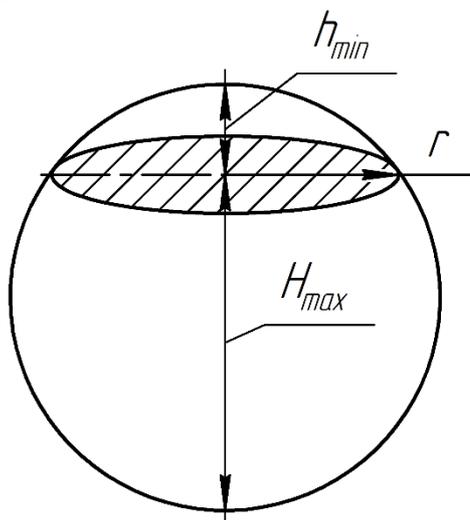


Рис. 3. Расчетная схема для определения взаимосвязи между площадью взаимодействия частиц и радиусом скола частицы

Согласно схеме, площадь контакта, образуемого в результате косого соударения частиц связана с величиной радиуса r соударений соотношением

$$S_0 = \pi r^2. \quad (20)$$

Минимальная величина скола частицы определяется из следующего выражения:

$$r^2 + \left(\frac{d_n}{2} - h_{min} \right)^2 = \left(\frac{d_n}{2} \right)^2. \quad (21)$$

Учитывая, что величина деформации h_{min} является малой величиной по сравнению с $d_n/2$, можно на основании (21) с точностью до величин первого порядка малости получить следующее соотношение:

$$r^2 \cong d_n \cdot h_{min}, \quad (22)$$

где h_{min} – минимальное значение размера частицы материала, образующейся при косых соударениях, на основании (20) и (22) будет определяться:

$$h_{min} = \frac{S_0}{\pi d_n}, \quad (23)$$

а величина H_{max} – максимальный размер частицы материала в результате косых соударений будет определяться следующим соотношением:

$$H_{max} = d_n - h_{min} = \frac{\pi d_n^2 - S_0}{\pi d_n}. \quad (24)$$

На рис. 3 представлена графическая зависимость величины скола частицы в результате косого соударения от расстояния L_0 между роторами и их частоты вращения n .

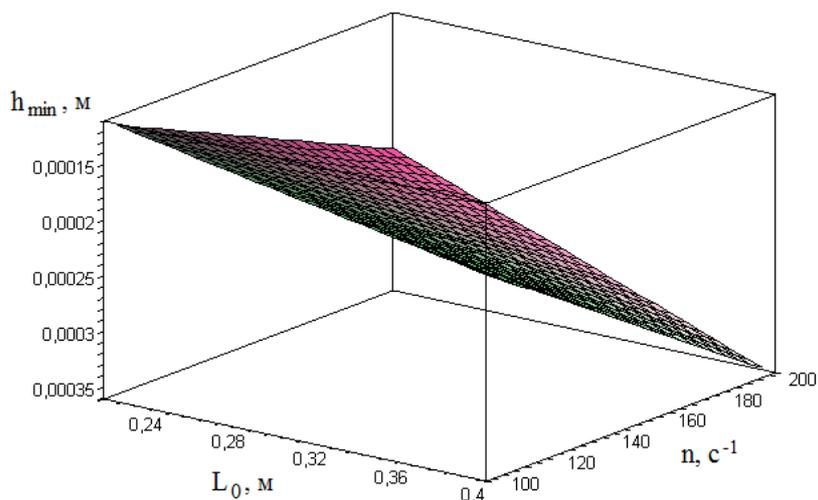


Рис. 3. Зависимость величины скола от расстояния L_0 между роторами и частоты вращения n

Из графиков видно, что минимальный размер скола частицы увеличивается по линейному закону с ростом частоты n вращения роторов и от расстояния L_0 между роторами. Например, при частоте вращения ротора $n = 100 \text{ с}^{-1}$ размер скола равен $0,00017 \text{ м}$, при повышении частоты вращения до 200 с^{-1} размер скола частицы увеличивается до $0,00035 \text{ м}$. При межосевом расстоянии L_0 , равном $0,24 \text{ м}$ размер скола равен $0,00011 \text{ м}$, при увеличении межосевого расстояния до $0,4 \text{ м}$ размер скола увеличивается до $0,00036 \text{ м}$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов Н.М. Разработка конструкции центробежных противоточных мельниц и методика расчета их основных размеров // Интенсивная механическая технология сыпучих материалов. Межвузовский сборник научных трудов. ИХТИ Иваново, 1990. С. 60–69.
2. Патент №2563691 Российская Федера-

ция, МПК В 02 С 13/28. Центробежно-противоточная мельница / И.А. Семикопенко, Т.Л. Горбань и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», №2014122886/13; заявл. 04.06. 14; опубл. 20.09.15, Бюл. №26.

3. Воронов В.П., Семикопенко И.А., Пензев П.П. Теоретические исследования скорости движения частиц материала вдоль поверхности ударного элемента мельницы дезинтеграторного типа // Известия ВУЗов. Строительство. 2008. №11–12. С. 93–96.

4. Данилов Р.Г. Механизм тонкого измельчения в роторных мельницах с зубчатоподобным зацеплением // Строительные и дорожные машины. 1997. №12. С. 29–31.

5. Клочков Н.В., Блиничев В.Н., Бобков С.П., Пискунов А.В. Методика расчета воздуха в центробежно-ударной мельнице // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 1982. №2. С. 230–232.

Информация об авторах

Семикопенко Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры механического оборудования.

E-mail: v.s.bogdanov@mail.ru

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

Воронов Виталий Павлович, кандидат физико-математических, доцент кафедры механического оборудования.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

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

Чунгурова Татьяна Леонидовна, аспирант кафедры механического оборудования

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

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

Поступила в сентябре 2017 г.

© Семикопенко И.А., Воронов В.П., Чунгурова Т.Л., 2017

Semikopenko I.A., Voronov V.P., Chungurova T.L.
MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE PROCESS OF GRINDING MATERIAL
IN THE AREA OF COUNTER-INTERSECTING FLOWS IN CENTRIFUGAL
COUNTERCURRENT MILL

Given a mathematical description of the motion of the grinding material in the area of counter-intersecting threads in the grinding chamber of the centrifugal-flow mill. The calculated scheme to describe the process of grinding material in the area of counter-intersecting threads. As a result of theoretical research analytical expression that allows to determine the degree of particle size reduction of the material in the zone of tangential collisions depending on the constructive and technological parameters of a centrifugal countercurrent mills.

Keywords: *overlappingflows, particlecrushing*

Information about the authors

Semikopenko Igor' Aleksandrovich, PhD, Assistant professor.

E-mail: v.s.bogdanov@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Voronov Vitaliy Pavlovich, PhD, Professor.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Chungurova Tat'yana Leonidovna, Research assistant.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017

© Semikopenko I.A., Voronov V.P., Chungurova T.L., 2017

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

DOI: 10.12737/article_59cd0c69ca3b13.11132870

Колтунов Л. И., магистрант,
Гольцов Ю.А., ст. препод.,
Кижук А.С., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ФИЛЬТРАЦИИ И ИОНИЗАЦИИ ВОЗДУХА*

koltunov@intbel.ru

Проведен анализ современных систем и устройств фильтрации и ионизации воздуха для помещений, зданий и сооружений. Приведены особенности математического моделирования с результатами численных и экспериментальных исследований электростатических систем и устройств, распределённых и автономных. Представлены особенности дискретных моделей исследуемых объектов в операторной форме. Разработаны вычислительные алгоритмы, структура комплекса программных средств численного моделирования и особенности функционирования локальных систем автоматического регулирования электростатических объектов в составе автоматизированной системы диспетчерского управления.

Ключевые слова: математическое моделирование, электростатические системы и устройства, автоматизированная система диспетчерского управления, фильтрация и ионизация воздуха, одно- и двухзонные электрофильтры, метод конечных разностей, конечно-разностные аппроксимации эллиптических уравнений и граничных условий, поле электрического потенциала, электрическая функция потока.

Введение. Современные электростатические системы и устройства, связанные с электростатической очисткой, ионизацией и озонированием воздуха, используются на ракетных пусковых установках, подводных лодках, в больницах, санаториях и на других объектах, также встраиваются в панели автомобилей, применяются в холодильниках, в ЖК-мониторах, входят в состав устройств для увлажнения воздуха и т.д. При этом важно отметить, что в этих электростатических системах обеспечивается относительно высокое качество воздуха при минимальном потреблении электроэнергии в отличие от систем вентиляции и кондиционирования воздуха, в которых вопросы энергосбережения и обеспечения высокого качества воздуха находятся в противоречии. В связи с этим развитие электростатических систем в условиях энергосбережения является актуальной проблемой [1].

Современные устройства фильтрации и ионизации воздуха в закрытых помещениях являются биполярными, что позволяет приблизиться к природным условиям и могут содержать один блок, как для процессов фильтрации, так и для создания потока воздуха в виде «ионного ветра», или два блока – вентилирующий и фильтрующий

[2]. Эти устройства выпускаются в виде различных и весьма многочисленных модификаций, но конструктивные схемы у них типовые.

Анализ существующих методов и моделей исследования электростатических устройств показал, что аналитические методы не подходят для определения поля распределения электрического потенциала в межэлектродных системах этих устройств. В настоящее время для современных систем электрофильтров аналитические выражения для их расчетов так и не получены, учитывая их появление в 60-х годах прошлого столетия, а что касается интенсивно развивающегося нового направления автономных систем фильтрации с одновременной ионизацией воздуха, то это направление развивается практически эмпирическим путем. Исследования этих устройств на основе вычислительных экспериментов на базе численных методов – единственное направление для получения относительно точных результатов. Из основных методов решения краевых задач следует выделить метод конечных разностей, имеющий целый ряд приложений для численного исследования электростатических устройств с учетом особенностей их конструкций [3] (напри-

мер, плоские потенциальные электроды с проводочными коронирующими электродами между ними).

Целью работ является разработка основы для определения характерных закономерностей электростатических устройств, связанных с процессами фильтрации и ионизации воздуха, и повышения их эффективности с учетом широкого спектра конструктивных особенностей на базе комплексных исследований с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

1. Провести анализ и выбор математических моделей и численного метода исследования электростатических устройств для процессов фильтрации и ионизации воздуха.

2. Разработать алгоритмы и методику математического моделирования электростатических устройств, позволяющих исследовать их основные закономерности с учетом широкого спектра конструктивных особенностей.

3. Выполнить численные и экспериментальные исследования электростатических устройств для процессов фильтрации и ионизации воздуха с возможностью определения области рациональных соотношений параметров этих объектов, а также оценку адекватности применяемых моделей.

4. Разработать комплекс программных средств для численного моделирования электростатических устройств. Предложить схемные решения и структуры для практического применения исследуемых объектов в составе современных автоматизированных систем диспетчерского управления инженерными системами зданий.

Методология. Существует достаточно большое количество стандартного программного

обеспечения для решения краевых задач с дифференциальными уравнениями в частных производных на основе применения различных численных методов (MatLab, ELCUT, FemLab, ROSTWERK и др.). Применение стандартного программного обеспечения существенно ограничено для решения краевых задач, связанных с исследованиями электростатических устройств для фильтрации и ионизации воздуха, однако имеется программа моделирования «ИМПУЛЬС», зарегистрированная в Росагентстве по правовой охране программ и баз данных, предназначенная для расчета каналов пробоя в межэлектродных системах электрогидравлических установок. На ее базе с учетом модернизации возможно исследование электростатических устройств с последующим созданием комплекса программных средств для численного моделирования этих устройств.

Анализ особенностей процессов фильтрации в электростатических устройствах показал, что в них имеются как зоны ионизации для зарядки частиц, так и зоны электростатического осаждения этих частиц, причем возможно применение униполярной короны. В некоторых типах воздухоочистителей корона возникает одновременно на коронирующих электродах в разных частях этих приборов и при разных высоковольтных потенциалах на них. На основе анализа конструкций электростатических устройств для процессов фильтрации и ионизации воздуха разработаны основные типовые схемы для их моделирования.

Основная часть. Например, одна из схем моделирования воздухоочистителей многокамерного типа с учетом симметрии показана на рис. 1, (G_i – границы исследуемой области $B_3(x, y)$; K_1 и G_6 – коронирующие электроды, соотношения размеров определяются типом и видом различных электродных систем электрофильтров).

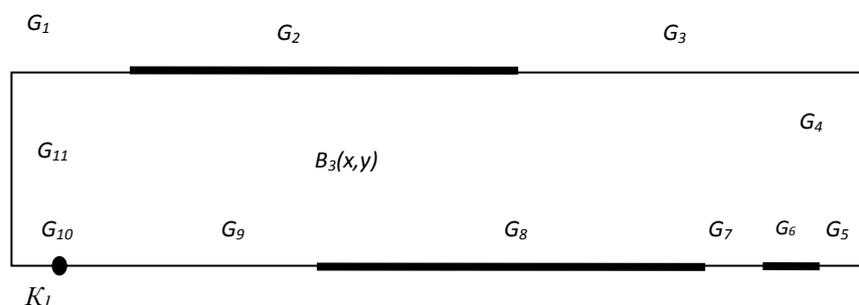


Рис. 1. Схема моделирования воздухоочистителей многокамерного типа

Посредством исследования электрических полей электростатических устройств осуществляется выбор и обоснование обобщенной математической модели, для которой сформулированы

краевые задачи с граничными условиями смешанного типа, учитывающие основные ограничения по исследуемым объектам и конструктивные особенности этих устройств. В основе мо-

дели подход, при котором отпадает необходимость определения нелинейной зависимости между плотностью тока и напряженностью электрического поля в межэлектродных системах этих объектов [4]. Задача расчета электрического поля межэлектродного пространства электростатических устройств заключается в определении поля электрического потенциала φ и электрической функции потока χ , на основе которых вычисляются необходимые параметры (напряженность электростатического поля, эффективная площадь ионизации и др.) с последующим определением области рациональных соотношений параметров этих объектов.

$$\Omega_n \varphi^{(h)} \equiv \begin{cases} \Omega_{xx} \varphi_{mn} + \Omega_{yy} \varphi_{mn} = 0, (\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_n) \in B_{g3}(\mathbf{x}, \mathbf{y}), \\ \varphi_{mn} = c_1, (\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_n) \in K_1, \\ \varphi_{mn} = c_2, (\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_n) \in G_8, \\ \varphi_{mn} = c_3, (\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_n) \in G_6, \\ \varphi_{mn} = 0, (\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_n) \in G_2, \\ \Omega_n \varphi_{mn} = 0, (\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_n) \in G_1, G_3, G_4, G_{11}, \\ \Omega_n \varphi_{mn} = 0, (\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_n) \in G_5, G_7, G_9, G_{10}. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь $\Omega_{xx} = \partial^2 / \partial x^2$; $\Omega_{yy} = \partial^2 / \partial y^2$; $\Omega_n = \partial / \partial n$. Постоянные c_i определяются значениями высоковольтных потенциалов на электродах K_1, G_6, G_8 с учетом типовых промышленных образцов этих объектов.

2. Задача определения поля электрической функции потока χ для электростатического

$$\Omega_n \chi^{(h)} \equiv \begin{cases} \Omega_{xx} \chi_{mn} + \Omega_{yy} \chi_{mn} = 0, (\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_n) \in B_{g3}(\mathbf{x}, \mathbf{y}), \\ \Omega_n \chi_{mn} = 0, (\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_n) \in K_1, G_2, G_6, G_8, \\ \chi_{mn} = c_1, (\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_n) \in G_1, G_{10}, G_{11}, \\ \chi_{mn} = c_2, (\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_n) \in G_9, \\ \chi_{mn} = c_3, (\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_n) \in G_7, \\ \chi_{mn} = 0, (\mathbf{x}_m, \mathbf{y}_n) \in G_3, G_4, G_5. \end{cases} \quad (2)$$

Математические модели предназначены для исследования характерных закономерностей электростатических устройств для процессов фильтрации и ионизации воздуха, а также для определения особенностей электрофильтров и автономных воздухоочистителей-ионизаторов для повышения их эффективности. На разработанной базе возможно исследование существующих схемных решений на основе эмпирических подходов при конструировании этих устройств. Таким образом, представлена основа для комплексного исследования электростатических устройств с применением современных технологий математического моделирования [5].

Для краевых задач электростатических устройств выполнены условия адаптации метода конечных разностей и переход к конечно-разностным аппроксимациям эллиптических уравнений и граничных условий. При этом представлены особенности дискретных моделей исследуемых объектов в операторной форме.

1. Например, для краевой задачи (см. рис. 1) с учетом уравнения эллиптического типа второго порядка и граничных условий смешанного типа исходные уравнения в операторной форме для определения поля электрического потенциала φ в узле (i, j) дискретной области $B_{g3}(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ с границами G_i имеют вид:

устройства (см. рис. 1) следующая. Определяется функция χ в узле (i, j) дискретной области $B_{g3}(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ с границами G_i с учетом уравнения эллиптического типа второго порядка и граничных условий смешанного типа, которые в операторной форме имеют вид:

Результаты расчетов межэлектродных систем электростатических устройств и экспериментальных исследований представлены в относительных единицах с учетом законов подобия и размерности относительно базовых параметров объектов. Таким образом, без изменения параметров ионизационной камеры максимальное значение эффективной площади ионизации (F_e^*) зависит от расположения коронирующего электрода и зазора между камерами электрофильтров. При уменьшении зазора δ от 30 мм до минимальной величины эффективное значение F_e^* увеличивается от значения $F_{e(\min)}^*$ до максимума $F_{e(\max)}^*$ в диапазоне от 1 до $m_{11} = 1,43$ ($m_{11} =$

$F_{e(\max)}^*/F_{e(\min)}^*$), причем максимальное значение $F_{e(\max)}^*$ увеличивается до 1,25 раза. С учетом изменения длины электродов (L_1^*) ионизационной

камеры электрофильтров максимальные значения эффективной площади ионизации увеличиваются до 2,5 раз (см. рис. 2).

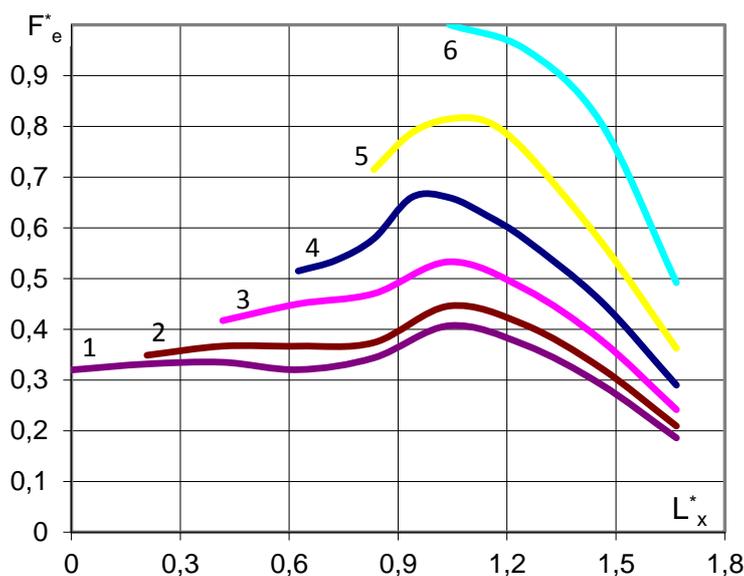


Рис. 2. Функциональные зависимости $F_e^* = f(L_x^*)$ с учетом изменения L_1^* ($\delta = \text{const}$):
1 – $L_1^* = 1,625$; 2 – $L_1^* = 1,458$; 3 – $L_1^* = 1,25$; 4 – $L_1^* = 1,042$; 5 – $L_1^* = 0,833$; 6 – $L_1^* = 0,625$

При исследованиях выявлена одна из важных закономерностей электростатических устройств и установлено, что увеличение эффективной площади ионизации F_e^* электрофильтров связано, во-первых, с краевыми эффектами ионизационной камеры, которые при ее уменьшении сближаются, что приводит к существенному увеличению F_e^* (в несколько раз), во-вторых, с суперпозицией полей камер.

На этапе проектирования межэлектродных систем однокамерных воздухоочистителей-

ионизаторов необходимо учитывать возможность увеличения их эффективности путем выбора рациональных соотношений размеров их камер и с учетом места расположения коронирующего электрода. Например, для воздухоочистителей-ионизаторов с учетом расхода воздуха в виде «ионного ветра» при изменении размеров камеры от $L_1^* = 1,625$ до $L_1^* = 0,625$ максимум $F_{e(\max)}^*$ увеличился приблизительно в 3 раза (см. рис. 3).

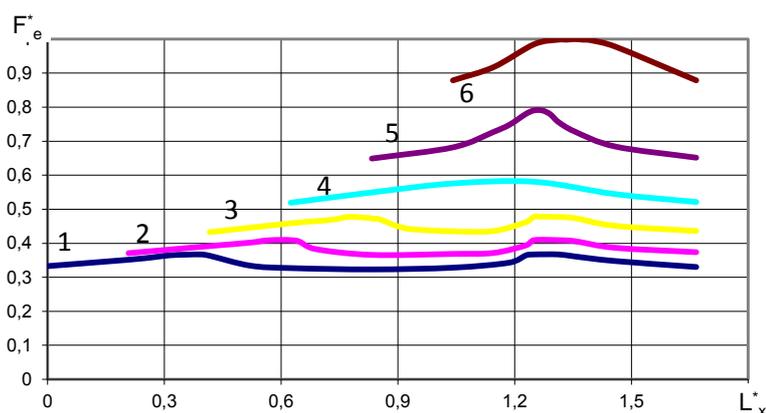


Рис. 3. Функциональные зависимости $F_e^* = f(L_x^*)$ с учетом изменения L_1^* :
1 – $L_1^* = 1,625$; 2 – $L_1^* = 1,458$; 3 – $L_1^* = 1,25$; 4 – $L_1^* = 1,042$; 5 – $L_1^* = 0,833$; 6 – $L_1^* = 0,625$

Вычислительные эксперименты с воздухоочистителями-ионизаторами многокамерного типа (например, «Супер-Плюс-Турбо», первой модификации) позволили установить, что выбор

игольчатого электрода в задней полусфере этого прибора позволил получить лучшие результаты в сравнении с другими типами электродов.

Типовой пример результатов расчета плоскопараллельного электростатического поля показан на рис. 4 для воздухоочистителей-ионизаторов многокамерного типа.

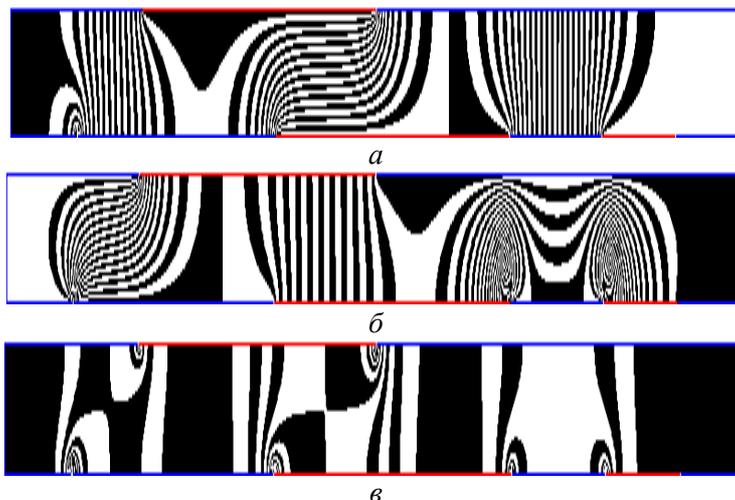


Рис. 4. Типовые результаты расчета поля воздухоочистителей-ионизаторов многокамерного типа:
а – распределение эквипотенциальных поверхностей электростатического поля с заданным шагом $\Delta\varphi$;
б – распределение силовых поверхностей потока напряженности поля с заданным шагом $\Delta\chi$;
в – распределение поверхностей равных напряженностей электростатического поля с заданным шагом ΔE

Из анализа существующих моделей воздухоочистителей-ионизаторов однокамерного типа следует, что коронирующий электрод вынесен относительно заземленных пластин-электродов. При этом результаты расчетов показывают, что спроектированы эти устройства не самым рациональным и оптимальным способом в отличие от двухзонных электрофильтров, например, типа EF, EFO, EF/SP, EFO/SP (фирм «PlymoVent» (Швеция) и «СовПлим», г. С-Петербург), а также электрофильтров типа ЭФВА (ООО «Элстат», г. Москва), которые развиваются в правильном направлении. При этом установлено, что развитие моделей воздухоочистителей-ионизаторов многокамерного типа (например, «Супер-Плюс-Турбо» 2-й модификации) на основе эмпирического подхода привело к существенному ухудшению характеристик воздухоочистителей-ионизаторов в сравнении с исходной моделью за счет установки пилообразных коронирующих электродов в передней полусфере вместо проволочных и исключения игольчатого электрода, т.к. напряженность поля в задней полусфере этого прибора уменьшилась в несколько раз по сравнению с исходной моделью.

Установлено, что математическая модель двухзонного электрофильтра, как объекта управления, может быть представлена в виде аperiодического звена, причем постоянная времени переходного процесса, связанного с изменением концентрации положительных аэроионов в воздухе N_+^* , находится в пределах десятков секунд.

Экспериментальные исследования воздухоочистителей-ионизаторов многокамерного типа с учетом изменения вида коронирующих электродов и их расположения показали, что относительная удельная концентрация отрицательных аэроионов в воздухе (N_-^*) может изменяться до 4 раз (применялись счётчики аэроионов 2-х типов «Сапфир-3к» и «МАС - 01»). Эти результаты качественно совпадают с численными расчетами по исследованию изменения напряженности электростатического поля воздухоочистителей-ионизаторов многокамерного типа для различных видов электродов. Установлено, что с увеличением дистанции от источников аэроионов (воздухоочистителей-ионизаторов), во-первых, средняя относительная удельная концентрация как положительных, так и отрицательных аэроионов на выходе этих устройств уменьшается, во-вторых, средняя относительная скорость «ионного ветра» также уменьшается.

Сравнительный анализ результатов расчета, известных и полученных экспериментальных данных для исследуемых объектов и других типов электростатических устройств показал, что обоснованы принятые допущения для расчета электростатических устройств процессов фильтрации и ионизации воздуха на основе применения уравнений эллиптического типа второго порядка с постоянными коэффициентами с учетом граничных условий смешанного типа. Качественные и количественные совпадения резуль-

татов математического моделирования исследуемых объектов с экспериментальными данными и результатами других авторов подтверждают достоверность полученных результатов.

Представлены особенности общего алгоритма численного исследования электростатических устройств для процессов фильтрации и ионизации воздуха. Учитывая, что на практике не всегда возможно реализовать критерий оптимальности для электростатических устройств, поэтому задача синтеза структуры квазиоптимальных устройств сводится к обеспечению максимума эффективной площади ионизации $F_{e(m)}^*$ с учетом изменения, как соотношений расположения электродов и размеров между ними, соотношений размеров камер и зазоров между ними, так и потенциалов на электродах исследуемого объекта, но при заданных соотношениях между ними. В этом направлении также рассматривается задача определения рациональных параметров электростатических устройств, которые возможно определить с учетом полученных в работе зависимостей. При этом по разработанной методике компьютерного моделирования, а именно, с учетом ее второго этапа устанавливаются допустимые рациональные параметры ионизационной камеры.

В результате проведенных исследований представлены особенности структур и схемных решений автоматизированных систем вентиляции на базе энергоэффективного оборудования с учетом применения двухзонных электрофильтров и автономных воздухоочистителей-ионизаторов с возможностью ионизации воздуха для помещений зданий и сооружений, а также с учетом того, что автоматизированная система вентиляции находится в составе автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) распределенными энергосистемами зданий.

Выводы. Установлено, что математическая модель двухзонного электрофильтра, как объекта управления, может быть представлена в виде апериодического звена, причем постоянная времени переходного процесса, связанного с изменением концентрации положительных аэроионов в воздухе N_+^* , находится в пределах десятков секунд [6].

В результате проведенных исследований представлены особенности структур и схемных решений автоматизированных систем вентиляции на базе энергоэффективного оборудования с учетом применения двухзонных электрофильтров и автономных воздухоочистителей-ионизаторов.

Из анализа результатов численного моделирования двухзонных электрофильтров

установлено, что эффективная площадь ионизации (F_e^*) может быть увеличена в пределах 25 % путем изменения расположения коронирующих электродов и зазора между камерами, а при дополнительном учете краевых эффектов ионизационной камеры максимальная эффективная площадь ионизации ($F_{e(max)}^*$) увеличивается до 2,5 раз.

**Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сеппанен О. Энергоэффективные системы вентиляции для обеспечения качественного микроклимата помещений // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика (АВОК). 2000. №5. С. 23–28.
2. Чижевский А. Л. Руководство по применению ионизированного воздуха в промышленности, сельском хозяйстве и в медицине. М.: Госпланиздат, 1959. 56 с.
3. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха: Учебное пособие. Под редакцией Е.С. Бондаря. Киев: ТОВ «Видавничий будинок «Аванпост-Прим», 2005. 560 с.
4. Говорухин В.Н., Цибулин В.Г. Компьютер в математическом исследовании: Maple, MATLAB, LaTeX. Учебный курс. Издательство: «Питер», 2001. 624 с.
5. Кижук А.С, Гольцов Ю.А. Микропроцессорная система автоматического управления тепловым режимом технологического процесса выращивания кристалла сапфира // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2014. №11. С. 42–49.
6. Гольцов Ю.А., Кижук А.С., Рубанов В.Г. Управление температурным полем нагревательной установки в форме модели дробного порядка // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2016. № 2. С. 38–44.
7. Рубанов В. Г., Кижук А.С, Гольцов Ю.А., Кариков Е.Б. Реализация алгоритма аппроксимации дробного интегродифференцирования с оценкой ошибки // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2015. № 2. С. 148–151.
8. Потапенко А.Н., Белоусов А.В., Колтунов Л.И. Оценка степени ионизации воздуха двухзонными электрофильтрами и особенности автоматизированных систем вентиляции на базе электростатических устройств // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2006. № 8. С. 119–126.

Информация об авторах

Колтунов Леонид Иванович, магистрант, заместитель начальника управления и коммуникаций, директор БелЦНИТ.

E-mail: koltunov@intbel.ru

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

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

Гольцов Юрий Александрович, старший преподаватель кафедры технической кибернетики.

E-mail: umin@mail.ru

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

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

Кижук Александр Степанович, кандидат технических наук, доцент кафедры технической кибернетики.

E-mail: kizhuka@mail.ru

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

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

Поступила в августе 2017 г.

© Колтунов Л.И., Гольцов Ю.А., Кижук А.С., 2017

Koltunov L.I., Gol'tsov Y.A., Kizhuk A.S.

MATHEMATICAL MODELS OF COMPLEX STUDY OF THE REGULARITIES OF ELECTROSTATIC DEVICES FOR FILTRATION AND IONIZATION OF AIR

The analysis of modern systems and devices of air filtration and ionization for premises, buildings and constructions is carried out. Features of mathematical modeling with the results of numerical and experimental studies of electrostatic systems and devices, distributed and autonomous, are presented. The features of discrete models of investigated objects in the operator form are presented. Computational algorithms, the structure of a complex of software tools for numerical simulation, and the features of the functioning of local systems for automatic control of electrostatic objects in the automated dispatch control system are developed.

Keywords: *mathematical modeling, electrostatic systems and devices, automated dispatch control system, air filtration and ionization, one- and two-zone electrostatic precipitators, finite difference method, finite-difference approximations of elliptic equations and boundary conditions, electric potential field, electric flow function.*

Information about the author

Koltunov Leonid Ivanovich, Graduate student.

E-mail: koltunov_l_i@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Gol'tsov Yri Aleksandrovich, Senior lecturer.

E-mail: koltunov_l_i@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Kizhuk Alexander Stepanovich, PhD, Assistant professor

E-mail: kizhuka@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in August 2017

© Koltunov L.I., Gol'tsov Y.A., Kizhuk A.S., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c6ab20472.63495895

¹Потапенко А.Н., канд. техн. наук, проф.²Кумар Удая, проф.,³Штифанов А.И., канд. техн. наук, доц.,¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова²Indian Institute of Science, Bangalore, India³Белгородский государственный национальный исследовательский университет

О МЕТОДЕ ОЦЕНИВАНИЯ СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ*

apotapenko454@gmail.com

В статье приведен метод оценивания особенностей схемных решений распределенной внешней молниезащиты высокоэнергетических объектов. В основе метода лежит определение удельного распределения линий функций потока (ЛФП) при решениях краевых задач для систем молниезащиты (СМЗ) объектов, находящихся в электростатическом поле грозового облака. На основе математического моделирования и вычислительных экспериментов этот метод апробирован при исследованиях схемных решений для распределенной СМЗ высокоэнергетических объектов. Исследовались схемы внешних СМЗ как в виде составных молниеприемников типа «металл-изолятор-металл» (МИМ), так и схемы с распределенными металлическими молниеприемниками. На основе анализа результатов вычислительных экспериментов для краевых задач показано, что системы МИМ являются более эффективными в сравнении с металлическими молниеприемниками (результаты отличаются в десятки раз).

Ключевые слова: электростатическое поле, молниеприемники, молниезащита, математическое моделирование, вычислительный эксперимент.

Введение. Принято считать, что основу электрической природы молнии установили исследователи в 18 веке, а именно, американский Бенджамин Франклин (изобретатель «громоотвода», 1775 г.) и российские Михаил Ломоносов и Георг Рихман (погиб при экспериментах по изучению молнии, 1753 г.). Однако и в настоящее время, как заметил Константин Богданов, доктор биологических наук, кандидат физико-математических наук, относительно физики молнии и молниезащиты имеется больше вопросов, чем ответов.

Например, что касается «громоотвода» Франклина в виде «металлического заостренного стержня», находящегося над объектом защиты (ОЗ), т.е. строением, то в [1] (работе Э.М. Базеляна и Ю.П. Райзера) относительно Останкинской телебашни (высотой 540 м) отмечается следующее: «Молниеотвод не в состоянии защитить себя, – звучит анекдотически, но такова реальность!» Авторы работы [1] отмечают систематически проявляющийся эффект, связанный с ударами молний не только в вершину телебашни, а и в ее конструкцию, причем на уровнях до 200 м.

Если представить, что высота бетонной части телебашни с условной крышей порядка 385 м и эту часть можно условно считать ОЗ. Тогда выше ОЗ идет в основном металлическая антенная часть (155 м) с флагштоком на вершине. Согласно [1] антенную часть телебашни можно считать молниеприемником внешней СМЗ, которая

поражается молнией от вершины до нижней части, причем молниеприемник находится над ОЗ, т.е. является по Франклину «громоотводом» для строения. В этом случае Э.М. Базеляном и Ю.П. Райзером фактически зафиксирован эффект возможности попадания молнии в конструкцию молниеприемника, а не только в его вершину. Учитывая, что это не единичный факт, указывающий на существующие противоречия в рамках теоретических предположений об ударах молнии только в заостренные вершины молниеприемников с максимальной напряженностью поля на их остриях, однако на практике наблюдаются и другие случаи [1]. В целом продолжается создание как теоретической основы физических процессов возникновения и развития молнии, так и математических моделей для исследования различных аспектов молнии, в том числе и внешних СМЗ объектов.

Краткий обзор математических моделей и методик с учетом особенностей СМЗ для энергообъектов, в том числе, зданий и сооружений. К высокоэнергетическим объектам относятся ракеты-носители, находящиеся на стартовых площадках (столах) космодромов. Удары молний для них представляют большую угрозу, например, в [2] молния миновала центральный стержневой молниеприемник СМЗ, расположенный на высоте значительно превосходящей шаттл на пусковом устройстве, а ударила в стартовый стол (типа как в [1]). В другом случае удар молнии в

ракеты-носитель Falcon 9 (2016 г.) компании SpaceX с телекоммуникационным спутником привел к взрыву и это существенно затормозило продвижение проекта Internet.org, в рамках которого планировалось подключение к интернету более миллиарда людей, удаленных от цифровых сетей [3]. При этом взрыв ракеты-носителя, например, типа VLS-1 на старте космодрома Алкантара, Бразилия, (2003 г.), мгновенно превратил ракету в фрагменты, а пусковую систему в массу искореженного металла [4]. Эта авария приостановила развитие бразильской космической программы на многие годы [5].

Для исследований физики молнии и СМЗ следует отметить один из важных обзоров математических моделей, методов и методик [6] с учетом последних разработок в этой области. В обзорах [7, 8] по СМЗ для ракетно-космической техники представлены не только математические модели, но и особенности СМЗ, их характеристики, из которых следует выделить эффективные внешние СМЗ составного типа на базе МИМ.

В [9] отмечается, что для изучения нелинейных процессов, связанных с исследованиями ударов молний в объекты, разработаны и доступны математические модели, представленные в работах Ericsson, Delleri и Garbagnati, Pizk, Vecerra и Соогау и др., в которых определяются лидерные каналы разрядов. В [9] также обобщены особенности нелинейных моделей и приведены примеры расчетов, выполненных авторами Delleri и Garbagnati для линий электропередач (ЛЭП), в которых траектории каналов разряда, представлены условно сходящимися линиями на ЛЭП с учетом рельефа местности. Для исследования реального атмосферного электрического разряда, т.е. разветвления молнии возможно применение, например, математических моделей на основе фрактальных подходов [10].

Вместе с тем на практике для определения зон защиты молниеотводов используются весьма упрощенные модели, а именно, электрогеометрические методы (по защитному углу), а также Rolling Sphere Model, т.е. на базе катящейся сферы. Эти подходы в основе многих стандартов, например, США [11] и других стран (в том числе, для РФ, но с некоторыми особенностями).

Упрощенные электрогеометрические методы, другие математические модели и методики, а также эмпирические зависимости рассмотрены, например, в [12, 13] с указанием их недостатков и ограничений. Например, отмечается, что в целом их невозможно применять на практике для строений, как распределенных на относительно большой площади земли, так и для высотных зданий и сооружений.

Анализ источников, например, [1, 6–13] и др. показал, что отсутствуют математические модели и результаты расчетов об определении особенностей внешних СМЗ на базе молниеприемников типа МИМ как для высокоэнергетических объектов, так и для других типов объектов. Вместе с тем при отсутствии в открытой печати данных математического или физического моделирования и др., следует заметить, что идет развитие этих внешних СМЗ с МИМ, причем их применение можно обнаружить на космодромах в США, Франции, Индии, на совместном российско-французском космодроме в Куру (Французская Гвиана) и др.

Цель работы связана с представлением метода оценивания схемных решений для распределенной внешней СМЗ (с применением молниеприемников типа МИМ или металлических) для высокоэнергетических объектов. За основу принимается подход [14, 15] (Потапенко А.Н., Кумара У. и др.), связанный с математическим моделированием и вычислительными экспериментами при решениях краевых задач для исследований распределенных СМЗ с различными типами молниеприемников.

Особенности предлагаемого метода на основе определения удельного распределения ЛФП при исследованиях СМЗ объекта в условиях грозового облака. Согласно современным представлениям [16] математическое моделирование и вычислительный эксперимент, позволяют исследовать объекты в условиях «виртуальной реальности». В целом это необходимо для познавательных исследований в рамках современных информационных технологий, а именно, для получения новых знаний, их накоплению (архивированию), а также для применения в других областях знаний, например, для процессов, совершенно различных по физической природе, но описываемых одинаковыми по форме уравнениями в частных производных.

Следует отметить, что для распределенных внешних СМЗ (в виде составных молниеприемников типа МИМ и обычных металлических) с объектами в рамках применения предложенного метода определялось удельное распределение ЛФП при решениях краевых задач. На этой основе оценивались различные схемные решения для внешней СМЗ. Расчет электростатических полей относительно грозового облака выполнялся на основе эллиптического уравнения относительно электрической функции потока μ (аналогичного уравнению Лапласа относительно потенциала ψ). За основу решения уравнения в частных производных был принят метод конечных разностей с учетом стандартных приемов и с использованием соответствующих процедур.

При этом для дискретной модели были разработаны разностные схемы, алгоритмы и программы для решения краевых задач с учетом граничных условий.

Главная особенность этого метода связана с определением удельного распределения ЛФП при решении краевой задачи. Это решение представим на упрощенном примере для двумерной области $D(x, y)$. Поле распределения μ определяется из уравнения вида:

$$\Delta \mu = 0. \quad (1)$$

Вместе с тем необходимо заметить, что граничные условия для вычисления поля μ из уравнения (1) и соответственно поля ψ из уравнения Лапласа существенно различаются, т.е. при расчетах функций μ и ψ отсутствует идентичность граничных условий. На базе поля функции потока μ определяются линии семейств $\mu_i(x, y) = \text{const}$ с заданным шагом, причем каждая из этих линий $\mu_i(x, y) = \text{const}$ для потенциальных полей начинается на одной из проводящих границ области $D(x, y)$ и заканчивается на другой проводящей границе $D(x, y)$ либо наоборот.

При определении ЛФП в виде $\mu_i(x, y) = \text{const}$ записываются граничные условия исследуемых схем моделей СМЗ с объектами в $D(x, y)$. В общем случае для расчета электростатического поля относительно μ между облаком и поверхностью земли считаем, что на грозовом облаке, т.е. на верхней границе G_i в $D(x, y)$, задается условие вида:

$$\partial\mu/\partial n = 0, (x, y) \in G_i \quad (2)$$

Тогда на поверхности земли, т.е. на нижней границе G_j в $D(x, y)$ также записывается граничное условие аналогичное (2), т.е. в виде:

$$\partial\mu/\partial n = 0, (x, y) \in G_j. \quad (3)$$

В этом случае считается, что границы G_i и G_j являются проводящими в $D(x, y)$, а также считается, что даже при наличии грозового облака в исследуемой $D(x, y)$ отсутствуют как коронные разряды, так и распределенные электрические заряды.

Затем на одной из границ, например, на G_k (перпендикулярной границам G_i и G_j в $D(x, y)$) записывается условие вида:

$$\mu(x, y) = \mu_{01}, (x, y) \in G_k. \quad (4)$$

Здесь $\mu_{01} = \text{const}$ для потенциальных полей и задается в относительных величинах.

Тогда на противоположной границе по отношению к G_k , т.е. на G_n условие следующее:

$$\mu(x, y) = 0, (x, y) \in G_n. \quad (5)$$

Границы G_k и G_n вводятся условно для ограничения области $D(x, y)$, т.е. для сведения внешней краевой задачи к внутренней, например, с учетом подхода [17, 18]. Этот метод не применим к внешним краевым задачам.

Вместе с тем при определении электростатического поля из уравнения Лапласа относительно ψ на проводящих границах G_i и G_j задаются граничные условия как в [19]:

$$\psi(x, y) = \psi_{k0}, \psi(x, y) = 0 \in G_i \text{ и } G_j, \quad (6)$$

Также вместо условий (4) и (5) относительно G_k и G_n для уравнения Лапласа по ψ задаются граничные условия также как в [19]

$$\partial\psi/\partial n = 0, (x, y) \in G_k \text{ и } G_n. \quad (7)$$

Граничное условие вида (7) для ψ в электрических полях – это условие не протекания тока (для электростатических полей название иное). Тогда из уравнения Лапласа при соответствующих граничных условиях определяются эквипотенциальные линии в виде семейства $\psi_i(x, y) = \text{const}$. Важно заметить, что линии семейств

$$\mu_i(x, y) = \text{const} \text{ и } \psi_i(x, y) = \text{const}, \quad (8)$$

в потенциальных полях ортогональны. Таким образом, для краевых задач, решаемых с использованием математического моделирования и вычислительного эксперимента граничные условия для нахождения функций μ и ψ должны различаться.

Для определения компонент напряженности поля E_x и E_y относительно функций ψ и μ записываются зависимости вида:

$$E_x = -\partial\psi/\partial x = -\partial\mu/\partial y; \quad (9)$$

$$E_y = -\partial\psi/\partial y = \partial\mu/\partial x, \quad (10)$$

причем $E_i = \text{grad } \psi = (\psi_{i+1} - \psi_i) / (r_{i+1} - r_i) = \Delta \psi / \Delta r$ (r – соответствующая координата). При этом $E_i = \text{grad } \mu$ практически не применяется.

Дополнительная особенность этого метода. Для решения краевых задач с учетом в исследуемой, например, области $s(x, y)$ реальных соотношений высот между грозовым облаком, поверхностью земли и объектами Ω_i возникает необходимость выполнить масштабирование. Известно, что в современных программных продуктах автоматизирован процесс наложения сетки на исследуемые Ω_i . Также предусмотрена возможность изменения шага сетки, например, в краевых областях (где напряженность электрического поля высокая) с применением значительно меньших тетраэдрических элементов (например, для метода конечных элементов).

Учитывая, что в исходной задаче имеется возможность определения линий семейства вида (8), тогда за основу принимается подход [20], при

котором они применяются как, например, показано на рис. 1, а для масштабирования.

В исследуемой области (см. рис. 1, а) выделяется некоторая область $abcd$ (обозначена пунктиром), подлежащая масштабированию (см. рис. 1, б), для более детального изучения объекта на основе применения ортогональной криволиней-

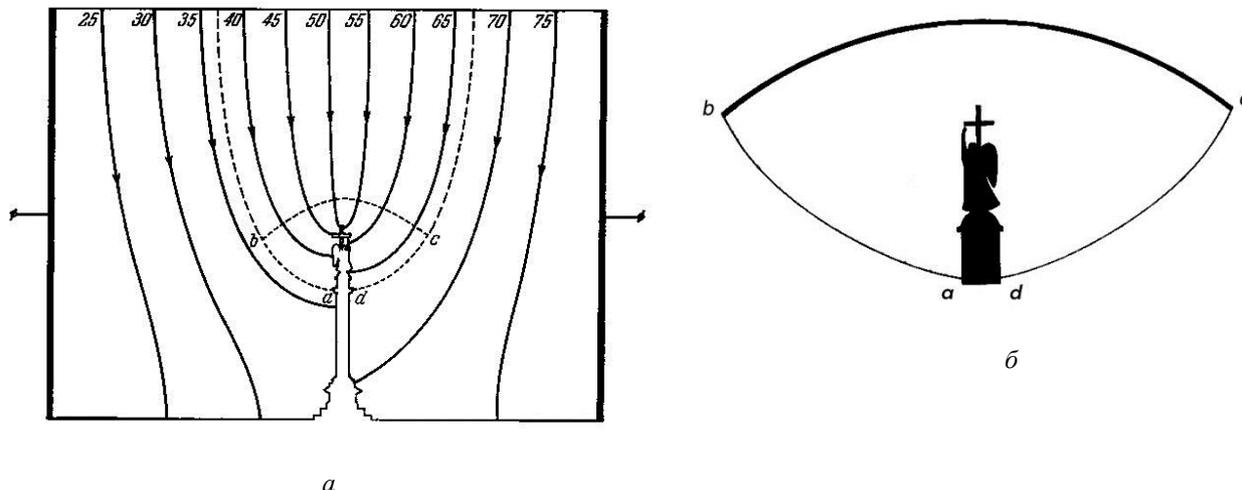


Рис. 1. Пример моделирования с использованием подхода [20]; определяются линии семейства $\mu_i(x, y) = \text{const}$ и $\psi_i(x, y) = \text{const}$ (а); выделяется новая область $abcd$ (б)

Отличительной чертой в модифицированной методике с учетом перехода от одной области к другой является следующее. Необходимо соблюдать условие, при котором верхняя линия из семейства $\psi_i(x, y) = \text{const}$ в исследуемой области $c(x, y)$ должна быть прямой. Это связано с необходимостью выделения некоторой части электростатического поля, где исключено влияние исследуемого объекта на верхнюю границу $\psi_{k0}(x, y) = \text{const}$, а также учитывается степень масштабирования. В этой связи вместо исходной $c(x, y)$ появляется новая область $C(x, y)$. Принципиальное отличие заключается в том, что вместо реальной верхней границы, например, в виде облака в $c(x, y)$ появляется новая $C(x, y)$ с верхней границей в виде некоторой прямой линии $\psi_{k0}(x, y) = \text{const}$ из семейства эквипотенциальных линий. Учитывая, что в потенциальных полях важны не их абсолютные значения, а соотношения этих функций, поэтому на границах $C(x, y)$ задаются в относительных величинах значения требуемых функций.

Таким образом, принципиальная особенность этого метода связана с необходимостью использования удельного распределения ЛФП в рамках решения краевой задачи для оценки схемных решений относительно распределенной молниезащиты высокоэнергетического объекта. Оценка схемных решений выполняется на основе сравнения результатов расчета удельного распределения ЛФП как для внешних СМЗ, так и для защищаемых объектов. Установлено, что чем

больше величина удельного распределения ЛФП на внешних СМЗ и чем меньше она на объекте защиты, тем выше эффективность исследуемого схемного решения.

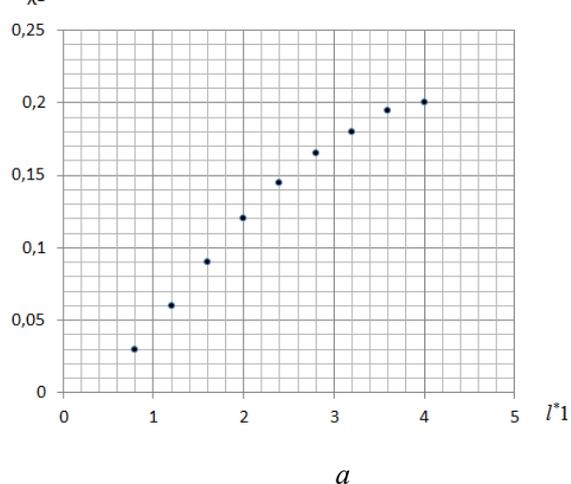
Основные примеры для 3-х вариантов краевых задач.

Вариант 1. В [14] представлены данные расчетов удельного распределения ЛФП для объекта защиты и одного из распределенных металлических СМЗ (см. рис. 2, а и рис. 2, б). Обозначения в вариантах следующие: 1) χ_{1i} – зависимость удельного распределения ЛФП для объекта защиты, как функция $\chi_{1i} = f(l_{1i}^*, H_{2k}^*)$; 2) χ_{3i} – зависимость удельного распределения ЛФП для молниеприемника СМЗ, как функция $\chi_{3i} = f(l_{1i}^*, H_{2k}^*)$.

Эти зависимости представлены в относительных величинах при изменениях дистанций l_{1i}^* между объектом защиты и молниеприемником. Высота объекта защиты $H_3^* = H_i / H_3 = 1$, высота молниеприемника СМЗ $H_{21}^* = H_i / H_3 = 2$, дистанция $l_{1i}^* = l_i / H_3$, причем H_3 – исходная высота объекта защиты принята за основу для нормирования; знак(*) – указывает на нормированные параметры или величины.

Анализ показывает (см. рис. 2), что зависимость удельного распределения ЛФП для объекта защиты χ_{1i} меньше чем χ_{3i} в представленном диапазоне изменения l_{1i}^* . Однако при увеличении дистанции l_{1i}^* более чем $l_{1i}^* = 4$ величины χ_{1i} и χ_{3i} стремятся к некоторому условному пересечению

за счет нелинейностей. Также из анализа зависимостей на рис. 2 следует, что, например, при минимальном значении $\chi_{1min} = 0,03$ ($l_{1i}^* = 0,8$) наблюдается, что значение $\chi_{3i} = 0,67$, т.е. $\chi_{3i} > \chi_{1i}$, причем более чем в 20 раз при $l_{1i}^* = 0,8$. Однако при максимальном значении $\chi_{3max} = 0,735$ ($l_{1i}^* = 1,6$) наблюдается $\chi_{1i} = 0,09$, т.е. также удельное



распределения ЛФП для СМЗ имеет зависимость $\chi_{3i} > \chi_{1i}$, но в пределах до 8 раз (за счет нелинейности). При дальнейшем увеличении дистанции l_{1i}^* более чем $l_{1i}^* = 1,6$ величина χ_{3i} начинает стремительно уменьшаться. Эти данные необходимо учитывать при проектировании систем молниезащит.

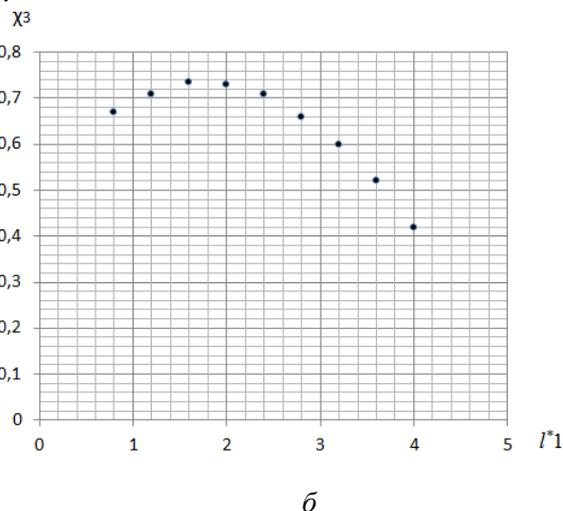


Рис. 2. Изменения удельного распределения ЛФП (χ) при $H_{21}^* = const$ и $l_{1i}^* = var$ для χ_1 – объекта защиты (а) и для χ_3 – молниеприемника СМЗ (б)

Вариант 2. В случае, если увеличить высоту молниеприемника СМЗ до величины $H_{22}^* = 3$ [14]. (Например, при условии $H_3 = 50$ м исследуемая модель будет в пределах высот $H_{22}^* = H_i / H_3 = 3$, что характерно для двух основных молниеприемников ($H_{22} = 150$ м) на новом космодроме Восточный). Тогда значение χ_{3max} увеличится до $\chi_{3i} = 0,87$ ($l_{1i}^* = 1,6$), а значение для объекта защиты уменьшится до $\chi_{1i} = 0,045$, т.е. при $H_{22}^* = 3$ соблюдается условие $\chi_{3i} > \chi_{1i}$, но уже в пределах до 19 раз. Сравнение этих данных с результатом при $H_{21}^* = 2$ показывает, что увеличение высот молниеприемников СМЗ естественно приводит к увеличению зависимости удельного распределения ЛФП χ_{3i} и соответственно к уменьшению зависимости удельного распределения ЛФП χ_{1i} , т.е. в целом приводит к повышению эффективности исследуемой схемы.

Вариант 3. Вместе с тем, если исследовать внешнюю СМЗ в виде составных молниеприемников типа МИМ [15]. Тогда в условиях как для варианта 1, но при этом высота каждого элемента составного молниеприемника следующая. Высота нижней части (решетчатая металлическая башня) $H_{023}^* = 1,6$; высота средней части (изолятор цилиндрического типа) $H_{022}^* = 0,3$ и высота верхней части (металлический заземленный стержень) $H_{021}^* = 0,1$, т.е. в целом высота $H_{21}^* = H_{023}^* + H_{022}^* + H_{021}^* = 2$ (как в варианте 1). В этом варианте значение χ_{3max} увеличится до $\chi_{3max} =$

0,875 ($l_{1i}^* = 1,6$), а величина χ_{1i} , для объекта защиты уменьшится до $\chi_{1i} = 0,035$, т.е. соблюдается условие $\chi_{3i} > \chi_{1i}$, но уже в пределах до 25 раз. Сравнение данных варианта 3 с результатами при $H_{21}^* = 2$ (вариант 1) показывает, что в исследуемых условиях это приводит к увеличению зависимости удельных распределений ЛФП для СМЗ и уменьшению χ_{1i} для объекта, причем без увеличения высоты молниеприемника (для варианта 3 отношение χ_{3max} / χ_{1i} стремится к 25, а для варианта 1 отношение χ_{3max} / χ_{1i} к 8 раз), т.е. в целом повышается эффективность исследуемой схемы. Следует заметить, что вариант 3 в сравнении с вариантом 2 имеет практически одинаковые результаты по эффективности, но вариант 3 позволит дать значительную экономию затрат, например, для космодрома Восточный как по металлоемкости для каждой конструкции внешней СМЗ, так и по расходам на фундаменты для каждой СМЗ и др.

Выводы. Предлагаемый метод, основанный на решениях краевых задач, позволит дополнить существующие электрогеометрические методы в случаях, где они не дают однозначную оценку, а для других случаев, например, позволит получить единственное решение в виде оценки исследуемых схем внешней СМЗ с молниеприемниками типа МИМ для высокоэнергетических объектов в условиях грозового облака. Выделенные основные особенности предлагаемого метода по

определению электростатического поля относительно электрической функции потока и удельного распределения ЛФП для внешних СМЗ с объектом позволят существенно упростить процесс освоения этого метода. На примерах показаны особенности применения методики анализа при оценках схемных решений распределенной молниезащиты объекта в условиях грозового облака.

Развитие этого метода даст возможность расширить его применение для объектов энергетики (ЛЭП, подстанций, ветроэнергетических установок и др.), для зданий и сооружений, для телекоммуникационных систем и др.

**Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках международного научного проекта №17-58-45155.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты. М.: Физматлит, 2001. 320 с.
2. NASA Facts AC 321/867-2468, Lightning and Space Program, FS-1998-08-16-KSC, August 1998.
3. Ракету Falcon 9 взорвала шаровая молния? – URL: http://paranormal-news.ru/news/raketu_falcon_9_vzorvala_sharovaja_molnija/2016-09-27-12679 (дата обращения 01.03.2017).
4. Лантратов К. Бразильская ракета взорвалась на старте // Коммерсантъ (25 августа 2003), с. 11.
5. 50 лет бразильского освоения космоса – URL: <http://genby.livejournal.com/420452.html> (дата обращения 01.03.2017).
6. Rakov V.A., Rachidi F. Overview of Recent Progress in Lightning Research and Lightning Protection, IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. 2009. Vol. 51. №3. Pp. 428-442.
7. Kumar U. Lightning Protection of Satellite Launch Pads, in Lightning Protection, edited by V. Cooray, IEE Power and Energy Series 58, United Kingdom: IET, 2010. P. 789–819.
8. Kumar U., Nagabhushana G.R. Analysis of Lightning Protection System for Indian Satellite Launch Pad, National Interagency coordination group Lightning Conference, Orlando, Florida, USA, 2000. 12th April.
9. Malgesini R., Fenomeni di fulminazione diretta ed indiretta di linee elettriche: modellazione e sperimentazione in laboratorio, Rapporto RSE 09004921 – URL: http://www.rseweb.it/documenti.page?RSE_originalURI=/documenti/documento/2822&RSE_manipulatePath=yes&country=ita#sthash.CenPpSEj.dpuf (дата обращения 01.03.2017).
10. Yazhong Xu, Mingli Chen, Striking distance calculation for flat ground and lightning rod by a 3D self-organized Leader Propagation Model, 2012 International Conference on Lightning Protection, Vienna, Austria, 2012.
11. NFPA 780: Standard for the Installation of Lightning Protection Systems, 2004. 108 p.
12. D’Alessandro F.A., Gumley J.R., ‘Collection Volume Method’ for the placement of air terminals for the protection of structures against lightning, // Electrostatics. 2001. № 50. P. 279–302.
13. Preventing Direct Lightning Strikes, Rev. B - Carpenter, et al. - March 2014. – URL: <http://www.lightningprotection.com/> (дата обращения 01.09.2017).
14. Потапенко А.Н., Кумар У., Потапенко Т.А., Штифанов А.И. Исследование распределенной молниезащиты стартовых площадок космодромов на основе вычислительного эксперимента // Фундаментальные исследования. 2015. № 11-4. С. 727–734.
15. Штифанов А.И., Потапенко А.Н., Потапенко Т.А., Кумар У. Вычислительные эксперименты с возможностью определения основных особенностей составных молниеприемников // Фундаментальные исследования. 2015. № 11-6. С. 824–831.
16. Плохотников К.Э. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент: методология и практика // Интеллектуальные системы. Теория и приложения. 2009. Т. 13. № 1-4. С. 5–32.
17. Potapenko T.A., Kanunnikova E.A., Potapenko A.N. Research of 3-D Exterior boundary problems related to electric fields in atmosphere by inversion method // Electric Power Systems Research. 2014. Vol. 113. P. 10–14.
18. Potapenko T.A., Kanunnikova E.A., Potapenko A.N. Research of 3-D Exterior Boundary Problems Related to Electric Fields in Atmosphere by Inversion Method // 2012 International Conference on Lightning Protection (ICLP), Vienna, Austria. 2012.
19. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники: В 3- т. Учебник для вузов. Том 3. 4-е изд. СПб.: Питер, 2003. 377 с.
20. Рязанов Г.А. Опыты и моделирование при изучении электромагнитного поля. М.: Наука, 1966. 208 с.

Информация об авторах

Потапенко Анатолий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры электроэнергетики и автоматики.

E-mail: apotapenko454@gmail.com

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

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

Кумар Удая, профессор.

E-mail: uday@hve.iisc.ernet.in

High Voltage Lab, Dept. of Electrical engineering, Indian Institute of Science, Bangalore, INDIA

CV Raman Rd, Bengaluru, Karnataka 560012, INDIA

Штифанов Андрей Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем управления.

E-mail: shtifanov@bsu.edu.ru

Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ «БелГУ»).

Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

Поступила в августе 2017 г.

© Потапенко А.Н., Кумар У., Штифанов А.И., 2017

Potapenko A.N., Kumar U., Shtifanov A.I.
ABOUT THE METHOD FOR ESTIMATION OF CIRCUIT SOLUTIONS
FOR DISTRIBUTED LIGHTNING PROTECTION OF HIGH-ENERGY OBJECTS

The article presents a method for estimating the features of circuit solutions for distributed external lightning protection of high-energy objects. The method is based on determining the appanage distribution of the flow function lines (FFL) for solving boundary value problems for lightning protection systems (LPS) for objects in the electrostatic field of a thunderstorm cloud. On the basis of mathematical modeling and computational experiments, this method was tested in the study of circuit solutions for distributed LPS high-energy objects. The circuits of external LPSs were studied both in the form of composite lightning receivers of the metal-insulator-metal type (MIM) and circuits with distributed metallic lightning receivers. An analysis of the results of computational experiments for boundary value problems has shown that MIM systems are more efficient (the results differ in dozens of times) under conditions of lightning interception.

Keywords: *electrostatic field, lightning receivers, lightning protection, mathematical modeling, computational experiment*

Information about the author

Potapenko Anatoliy Nikolaevich, Ph.D., Professor

E-mail: apotapenko454@gmail.com

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Kumar Udaya, Professor, High Voltage Lab, Dept. of Electrical engineering, Indian Institute of Science, Bangalore, INDIA

E-mail: uday@hve.iisc.ernet.in

CV Raman Rd, Bengaluru, Karnataka 560012, INDIA

Shtifanov Andrei Ivanovich, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: shtifanov@mail.ru

Belgorod National Research University, Belgorod,

Russia, 308015, Belgorod, Pobedy 85 st.

Received in August 2017

© Potapenko A.N., Kumar U., Shtifanov A.I., 2017

Стативко Р.У., канд. техн. наук, доц.,
Рыбакова А.И., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОВЕДЕНИЯ VIII ЛЕТНЕЙ СПАРТАКИАДЫ УЧАЩИХСЯ РОССИИ ПО ТЯЖЕЛОЙ АТЛЕТИКЕ И РЕГБИ

Stativko1@mail.ru

В данной работе сказано о значимости организации и проведения спортивных мероприятий для имиджа регионального высшего учебного заведения. Для успешного проведения полезно исследование и определение исходной и отчетной информации, логических потоков управления, материальных потоков и исполнителей организацией проведения спортивных мероприятий. Показана необходимость использования компьютерных технологий для эффективного моделирования бизнес-процессов. Указана роль CASE-средств в моделировании управленческих процессов. Согласно официальному письму определены главные бизнес-процессы по организации проведения спортивных мероприятий. По перечню мероприятий выполнено создание контекстной IDEF0 диаграммы. Созданная диаграмма позволяет описать анализируемый объект в виде совокупности управляющих воздействий. Выполнена функциональная декомпозиция главной контекстной диаграммы. Представленная декомпозиция позволяет описать логические потоки управления, материальные потоки и исполнителей, что является предпосылками для дальнейшего проектирования данных при необходимости автоматизации.

Ключевые слова: компьютерные технологии, CASE-средства, моделирование бизнес-процессов.

Введение. Имидж регионального высшего учебного заведения складывается из многих составляющих, куда входит и проведение спортивных мероприятий. Значимость спортивных мероприятий бесспорна, что подтверждается принятием программы «Развитие физической культуры и спорта в Российской Федерации на 2016–2020 годы».

Успешная организация и проведение спортивных мероприятий на базе высшего учебного заведения способствует повышению имиджа и возможна при четком управлении. Управление организацией проведения спортивных мероприятий является сложным процессом, который включает и накопление с последующей обработкой информации о текущем процессе, и формирование управленческого сигнала на соответствующем временном интервале с целью воздействия на объект управления.

Методология. Эффективное управление возможно при использовании компьютерных технологий, которые позволяют применять методы обработки и анализа, хранения информации по спартакиаде, необходимой для генерирования управленческих решений. При моделировании управленческих процессов в последнее время наибольшее распространение получила CASE [1–3] (Computer Aided Software Engineering)- технология. CASE – это инструментарий для системных аналитиков, позволяющий автоматизировать процесс разработки сложных систем.

Основная часть. На основании официального письма от вышестоящих органов управления для организации проведения спартакиады на базе регионального государственного технологического университета был определен следующий перечень основных бизнес-процессов, таких как: создание рабочих мест для работы мандатной комиссии; создание рабочих мест для секретариата мероприятия; создание рабочих мест для изготовления бейджей; создание макета и базы данных участников и т.д.

Анализ списка бизнес-процессов показал, что для успешного проведения спортивного мероприятия следует выявить: управляющие воздействия, объем работы, последовательность работ, исполнителей, необходимые исходные, а также какие данные следует определить в качестве результирующих.

По-нашему мнению, использование структурной методологии для анализа бизнес-процессов при проведении спортивных мероприятий позволяет наиболее эффективно организовать этот процесс.

Структурная методология позволяет более четко смоделировать логику управления, информационные и материальные потоки, обратные связи и взаимодействие выполняемых процессов в организации проведения спортивных мероприятий. Моделирование организации проведения спортивных мероприятий в IDEF0 начнем с создания контекстной диаграммы – диаграммы

наиболее абстрактного уровня описания организации проведения спортивных мероприятий. Создание модели выполним в интегрированной среде BPwin [4–7].

На рис. 1 представлена главная контекстная диаграмма «Организация и проведение VIII летней спартакиады учащихся России по тяжелой атлетике и регби».

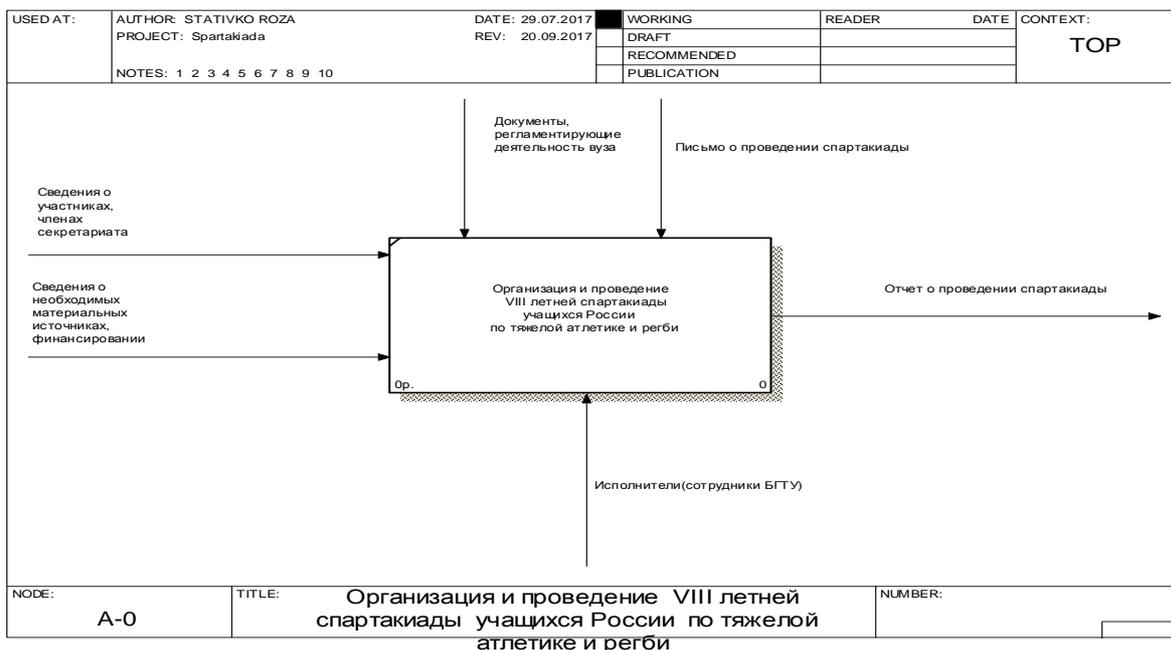


Рис. 1. Главная контекстная диаграмма «Организация и проведение VIII летней спартакиады учащихся России по тяжелой атлетике и регби»

Контекстную диаграмму определим как вершину древовидной структуры диаграмм и представим описание организации проведения спортивного мероприятия в укрупненном виде. Далее выполним разбиение на три функциональных блока нижнего уровня [8–17]. В данном случае нижний уровень показывает, что обработка ис-

ходных данных по регистрации участников, членов жюри должна быть завершена в первом блоке, а информация и необходимых материалах, финансировании потребуется и в дальнейших этапах: организации рабочих мест и проведения соревнований. На рис. 2 представлена декомпозиция контекстной диаграммы.

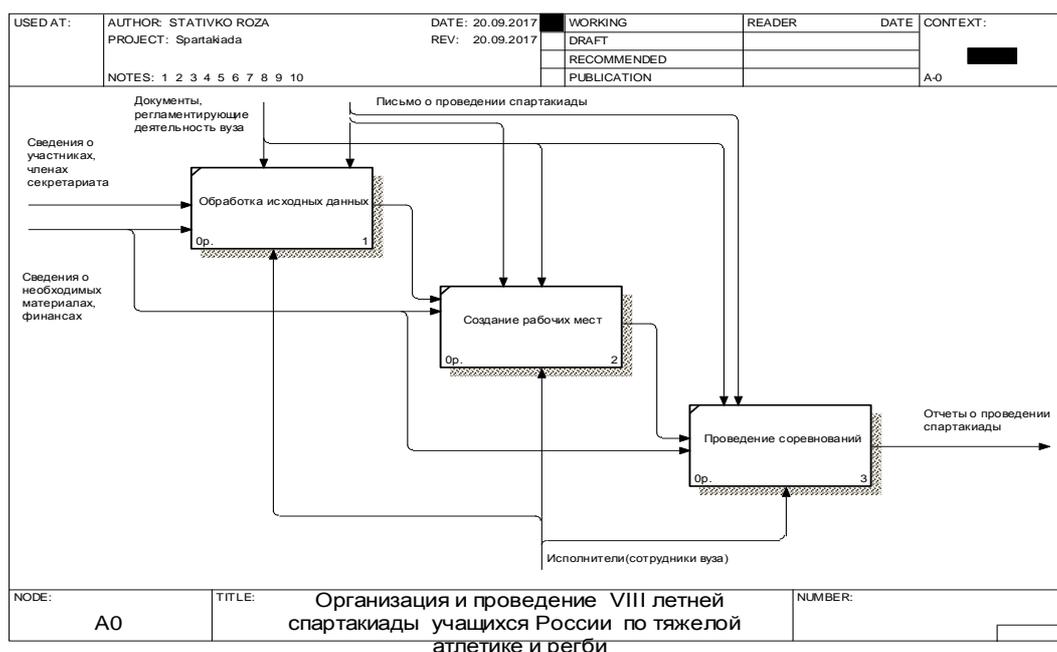


Рис. 2. Декомпозиция контекстной диаграммы «Организация и проведение VIII летней спартакиады учащихся России по тяжелой атлетике и регби»

Преимущество функционального подхода заключается в том, что декомпозиция каждого из блоков нижнего уровня может быть продолжена. В частности, декомпозиция блока на рис. 3 «Обработка исходных данных» позволяет наглядно описать бизнес-процессы этого уровня и при

необходимости бизнес-процессы могут быть дополнены либо упрощены

Заключение. Целью данной работы было моделирование бизнес-процессов организации проведения спортивного мероприятия.

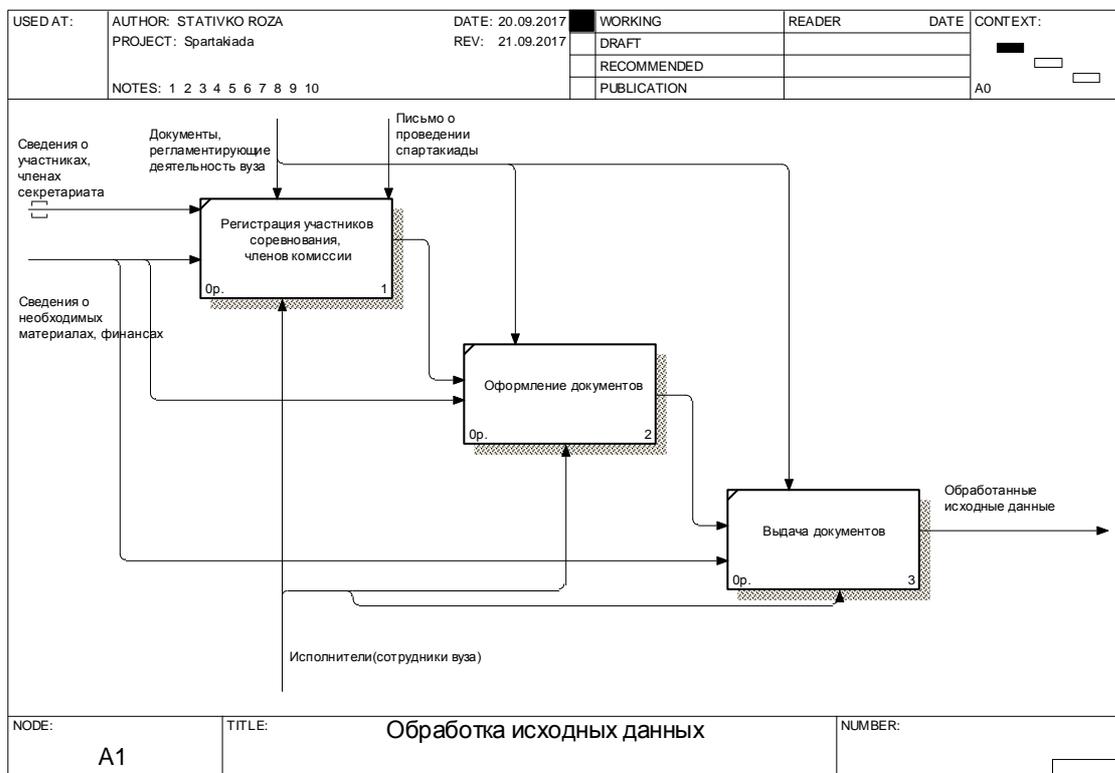


Рис. 3. Декомпозиция блока «Обработка исходных данных»

Своевременная формализованность бизнес-процессов при организации и проведении спортивных соревнований на базе высшего учебного заведения является одним из ключевых факторов успеха. Рассмотренные подходы в данной работе позволяют расширить область применения использования CASE-средств для формализации выявленных бизнес-процессов.

При всех преимуществах методики моделирования IDEF0 следует сказать и о недостатках данной методики – а именно, сложность восприятия, наличие некоторого количества уровней декомпозиции, трудность увязки нескольких процессов, представленных в различных моделях одной и той же организации.

Полагаем, данная работа может быть полезна руководству среднего звена (руководителям отделов, организаций и др.), которым необходимо видеть и понимать взаимосвязь бизнес-процессов, не вникая в мелочи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Starr L. Executable UML. How to build class models. Prentis Hall PTR, 2002. 418 p.

2. Wampler В.Е. The Essence Object – Oriented Programming with Java and UML. Addison Wesley, 2002. 290 p

3. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем. М.: «Финансы и статистика» 2002. 343 с.

4. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 736 с.

5. Ильенкова С.Д., Ильенкова Н.Д., Мунтярян В.С. и др. Управление качеством: Учебник для вузов; Под. ред. С.Д. Ильенковой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТ ДАНА, 2003. 334 с.

6. Асаи К., Ватада Д., Иваи С. и др. Прикладные нечеткие системы: Перевод с япон.; под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено. М.: Мир, 1993.

7. Иванов Д., Новиков Моделирование на UML. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. 200 с.

8. Колчков В.И. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник. Для СПО. М.: ВЛАДОС, 2010. 398 с.

9. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник

для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения. СПб.: Питер, 2012. 608 с.

10. Бахтизин В.В., Глухова Л.А. Технология разработки программного обеспечения : учеб. пособие Минск : БГУИР, 2010. 267 с.

11. Дубовой Н.Д., Портнов Е.М. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: Учеб. пособие для СПО М.: ФОРУМ, 2012. 256 с.

12. Канер С., Фолк Д., Кек Нгуен Е. Тестирование программного обеспечения: Пер. с англ./С. Канер [и др.]-Киев: ДиаСофт, 2000. 544 с.

13. Мазур И.И., Шапиро В.Д. Управление качеством: Учеб. Пособие Под. ред. И.И. Мазура. М.: Высш. шк., 2003. 334 с.

14. Рудаков А.В., Федорова Г.Н. Технология разработки программных продуктов: Практикум: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. Образования 4-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 192 с

15. Козырев А.А. Информационные технологии в экономике и управлении: Учебник. СПб.: Изд-во Михайлова В. А., 2000. 360 с.

16. Титоренко Г.А. Информационные системы в экономике. М.: Юнити-Дана, 2008. 463 с.

17. Уткин В. Информационные системы в экономике. М.: Издательский центр "Академия", 2004. 288с.

Информация об авторах

Стативко Роза Усмановна, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий.

E-mail: stativko1@mail.ru.

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

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

Рыбакова Анна Ивановна, старший преподаватель кафедры информационных технологий.

E-mail: aribakova@intbel.ru

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

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

Поступила в августе 2017 г.

© Стативко Р.У., Рыбакова А.И., 2017

Stativko R.W., Rybakov A.I.

MODELING OF THE VIII SUMMER GAMES OF PUPILS OF RUSSIA IN WEIGHTLIFTING AND RUGBY

In this work it is said about the importance of organization and holding of sports events for the image of a regional higher educational institution. For the successful conduct, it is necessary to study and determine the initial and reporting information, logical control flows, material flows and performers organizing sports events. The necessity of using computer technologies for efficient modeling of business processes is shown. The role of CASE means in the modeling of managerial processes is indicated. According to the official letter, the main events for organizing sports events are identified. According to the list of measures, a contextual IDEF0 diagram was created. The created diagram allows describing the analyzed object as a set of control actions. The functional decomposition of the main context diagram has been performed. The presented decomposition allows us to describe the logical flows of control, material flows and performers.

Keywords: *computer technology, CASE tools, modeling of business processes.*

Information about the author

Stativko Rose Usmanovna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: stativko1@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Rybakova Anna Ivanovna, Senior lecturer.

E-mail: aribakova@intbel.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in August 2017

© Stativko R.W., Rybakov A.I., 2017

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

DOI: 10.12737/article_59cd0c6e3b1e53.86339871

*Бендерская О.Б., канд. экон. наук, доц.**Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

ДИНАМИКА УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЕЛГОРОДСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОЙМАТЕРИАЛОВ И СТРОЙКОНСТРУКЦИЙ В 2013-2016 гг. И ИХ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗА 2016 г.

obenderskaya@gmail.com

В статье проведен анализ устойчивости функционирования пяти ведущих предприятий по производству строительных материалов и строительных конструкций г. Белгорода (АО «Мелстром», АО «Стройматериалы», ОАО «Завод ЖБК-1», ОАО «Белгородасбестоцемент» и ОАО «Белгородстройдеталь»): по двенадцати показателям (коэффициент финансовой устойчивости, коэффициент обеспеченности запасов стабильными оборотными средствами, коэффициент текущей ликвидности, темпы роста выручки, прибыли от продаж, чистой прибыли и собственного капитала, а также показатели рентабельности продаж, совокупных активов и собственного капитала) выполнена их сравнительная комплексная оценка; построен рейтинг устойчивости функционирования предприятий в 2016 г.; по тем же показателям проведен анализ динамики устойчивости функционирования и рассчитаны динамические комплексные оценки устойчивости функционирования каждого из предприятий за период 2013–2016 гг. Сделаны выводы о негативном влиянии санкционного кризиса на большинство обследованных предприятий и о сохранении ими способности к устойчивому функционированию и нормального финансового состояния.

Ключевые слова: *управление предприятиями, анализ хозяйственной деятельности предприятий, промышленность стройматериалов, промышленность стройконструкций, устойчивость функционирования предприятия, комплексная оценка, рейтинг устойчивости функционирования предприятий.*

Введение. Оценки экономических итогов развития Российской Федерации в 2016 г. разными специалистами неоднозначны – одни говорят о продолжении стагнации, другие заверяют, что после почти двухлетней рецессии начался рост [1]. И это неудивительно, поскольку неоднозначны сами итоги. С одной стороны, в 2016 г. продолжилось падение большинства макроэкономических показателей российской экономики, с другой – наметилось несколько точек роста, среди которых – сельское хозяйство и промышленность [2]. Так, индекс промышленного производства составил за 2016 г. 101,1 % против 96,6 % в 2015 г. В обрабатывающих производствах тоже наблюдался рост, но уже гораздо более скромный – всего на 0,1 %. В промышленности стройматериалов наиболее значительным был рост производства стекла – на 4,3 %. Производство стальных сборных строительных конструкций выросло на 0,1 %. В производстве прочих неметаллических минеральных продуктов в 2016 г. рецессия продолжалась: производство керамических плиток и плит составило 98,9 % к уровню 2015 г.; производство кирпича, черепицы и прочих строительных изделий из обожженной глины – 83,5 %; цемента, извести и гипса –

89,2 %; изделий из бетона, гипса и цемента – 87,1 % [3].

Ввиду важного значения для экономики Белгорода и всего Белгородского региона промышленности строительных материалов и промышленности строительных конструкций [4], мы сочли необходимым оценить экономические итоги 2016 г. белгородских предприятий этих отраслей, проанализировать устойчивость их функционирования [5] в 2016 г. и динамику устойчивости функционирования в 2014–2016 гг. Настоящая статья является логическим продолжением публикаций [5, 6, 7].

Основная часть. Для выборочного мониторинга в качестве типичных представителей мы выбрали пять наиболее известных предприятий промышленности стройматериалов и промышленности строительных конструкций г. Белгорода [8]. Исследование проведено по данным годовой бухгалтерской финансовой отчетности предприятий [9]. В таблице 1 отражены некоторые показатели, характеризующие их активы, капитал, доходы и финансовые результаты [10]. Данные о доходах и финансовых результатах приведены в целом за 2015 и за 2016 гг., а данные об активах и капитале

– по состоянию на конец этих периодов [11]. Организационно-правовая форма предприятий указана по данным годовой отчетности за 2016 г.

Самым крупным из представленных в таблице 1 предприятий по величине имущественного потенциала в 2015–2016 гг. с большим отрывом было ОАО «Завод ЖБК-1» [12]. Балансовая стоимость его активов в конце 2016 г. составила 3 013 203 тыс. руб. Объемы имущества остальных предприятий – менее 1 млрд. руб. За-

вод ЖБК-1 оба года лидировал и по объемам продаж (в 2016 г. его выручка составила 1 467 143 тыс. руб.). Второе место и по объему активов, и по сумме выручки занимало ОАО «Белгородасбестоцемент» (в 2016 г. его выручка – 1 114 313 тыс. руб.). При этом по сумме выручки на 1 руб. активов «Белгородасбестоцемент» существенно опережает завод ЖБК-1 (у него этот показатель составляет 1,44 против 0,49 у завода ЖБК-1).

Таблица 1

Экономические показатели исследуемых предприятий в 2015–2016 гг., тыс. руб.

Наименование показателей	АО «Мелстром»		АО «Стройматериалы»		ОАО «Завод ЖБК-1»		ОАО «Белгородасбестоцемент»		ОАО «Белгородстройдеталь»	
	2015 г. (конец 2015 г.)	2016 г. (конец 2016 г.)	2015 г. (конец 2015 г.)	2016 г. (конец 2016 г.)	2015 г. (конец 2015 г.)	2016 г. (конец 2016 г.)	2015 г. (конец 2015 г.)	2016 г. (конец 2016 г.)	2015 г. (конец 2015 г.)	2016 г. (конец 2016 г.)
Совокупный капитал	123586	124701	582723	617207	3062671	3013203	700606	774116	573276	635007
Оборотные активы	73343	70294	160408	177229	1661760	1727589	531885	608837	363575	442575
Выручка	393860	438986	716289	661690	1659325	1467143	1211654	1114313	523068	627267
Прибыль (убыток) от продаж	21197	30545	11967	-36460	156660	-703	106138	53915	24150	8757
Прибыль до налогообложения	5194	14746	2023	1871	154326	29421	55214	32153	13175	517
Прибыль чистая	2304	9041	608	520	118655	20524	40574	20131	12272	351
Собственный капитал	90812	97551	114129	114649	2744685	2765209	607579	576825	509705	502186
Краткосрочный заемный капитал	32392	26523	443609	490891	189926	194370	72388	173794	63571	102934
Долгосрочный заемный капитал	382	627	24985	11667	128060	53624	20639	23497	0	29887
Стабильные оборотные средства	40951	43771	-283201	-313662	1471834	1533219	459497	435043	300004	339641

Три из пяти исследованных предприятий в 2015–2016 гг. получили по основной деятельности прибыль. АО «Стройматериалы» и ОАО «Завод ЖБК-1» 2016-й год закончили с убытком от продаж [13]. Впрочем, конечный финансовый результат и этих, и остальных предприятий был положительным, так что можно сказать, что все исследованные предприятия в 2015–2016 гг. были прибыльными [14].

Четыре из пяти предприятий были обеспечены стабильными оборотными средствами (СОС) [5]. Исключение составило АО «Стройматериалы», у которого СОС отсутствуют с 2014 г. [5].

В качестве показателей-индикаторов устойчивости функционирования предприятий, как и в [5], использованы 4 показателя финансового со-

стояния [15], 4 темповых показателя, характеризующих тенденции изменения доходов, финансовых результатов и собственного капитала предприятий в динамике, и 4 показателя рентабельности. Признаками устойчивого функционирования являются следующие их значения:

- коэффициент финансовой устойчивости – больше 0,5;
- коэффициент обеспеченности СОС запасов – не меньше 0,6;
- коэффициент текущей ликвидности – не меньше 2;
- темпы роста – не меньше 100 %;
- показатели рентабельности – больше 0.

Будем называть вышеперечисленные значения нормативами устойчивости функционирования

ния [16]. Заметим, что для коэффициента оборачиваемости совокупных активов определенного норматива установить нельзя.

Результаты расчета перечисленных показателей за 2016 г. представлены в верхней части таблицы 2. Выделены лучшие значения по каждому из показателей.

Таблица 2

Показатели, сравнительная комплексная оценка и рейтинг устойчивости функционирования предприятий за 2016 год

Наименование показателей, единицы измерения	Значения показателей предприятий				
	АО «Мелстром»	АО «Стройматериалы»	ОАО «Завод ЖБК-1»	ОАО «Белгород-асбестоцемент»	ОАО «Белгород-стройдеталь»
1) коэффициент финансовой устойчивости (среднегодовое значение)	0,76	0,22	0,94	0,84	0,86
2) коэффициент обеспеченности СОС запасов (среднегодовое значение)	1,09	-3,12	2,40	0,98	2,82
3) коэффициент текущей ликвидности (среднегодовое значение)	2,46	0,36	8,82	5,43	5,01
4) коэффициент оборачиваемости совокупных активов	0,88	0,28	0,12	0,38	0,26
5) темп роста выручки, %	111,46	92,38	88,42	91,97	119,92
6) темп роста прибыли от продаж, %	144,10	–	–	50,80	36,26
7) темп роста чистой прибыли, %	392,40	85,53	17,30	49,62	2,86
8) темп роста собственного капитала, %	107,42	100,46	100,75	94,94	98,52
9) рентабельность продаж по прибыли от продаж, %	6,96	5,51	-0,05	4,84	1,40
10) рентабельность продаж по чистой прибыли, %	2,06	0,08	1,40	1,81	0,06
11) рентабельность совокупных активов, %	5,94	0,16	0,48	2,18	0,04
12) рентабельность собственного капитала, %	4,80	0,23	0,37	1,70	0,03
Балльные оценки:					
1) коэффициента финансовой устойчивости (среднегодовое значение)	7,56	0	10	8,59	8,98
2) коэффициента обеспеченности СОС запасов (среднегодовое значение)	7,08	0	9,29	6,90	10
3) коэффициента текущей ликвидности (среднегодовое значение)	2,48	0	10	5,99	5,50
4) коэффициента оборачиваемости совокупных активов	10	2,03	0	3,37	1,82
5) темпа роста выручки, %	7,31	1,26	0	1,13	10
6) темпа роста прибыли от продаж, %	10	0	0	3,53	2,52
7) темпа роста чистой прибыли, %	10	2,12	0,37	1,20	0
8) темпа роста собственного капитала, %	10	4,42	4,65	0	2,87
9) рентабельности продаж по прибыли от продаж, %	10	0	4,38	8,30	5,54
10) рентабельности продаж по чистой прибыли, %	10	0,11	6,70	8,74	0
11) рентабельности совокупных активов, %	10	0,19	0,75	3,63	0
12) рентабельности собственного капитала, %	10	0,40	0,71	3,49	0
Комплексная оценка	8,70	0,88	3,90	4,57	3,93
Место предприятия в рейтинге	1	5	4	2	3

В 2016 г. четыре предприятия имели высокие значения коэффициента финансовой устойчивости, который характеризует долю стабильных источников финансирования (собственного и долгосрочного заемного капитала) в общем

объеме капитала. Только у АО «Стройматериалы» обеспеченность стабильными источниками была недостаточной, менее 50 % [17].

У четырех предприятий уровень обеспеченности запасов СОС был значительно выше нормативно установленного, что говорит о том, что предприятия совсем или почти не используют

для пополнения запасов дешевые краткосрочные заемные средства, но это же гарантирует их от остановок производства из-за недостатка финансирования на срок более 1 года. Наибольшая обеспеченность стабильными источниками запасов (на 282 %) отмечалась у ОАО «Белгородстройдеталь». У АО «Стройматериалы» коэффициент обеспеченности запасов СОС был отрицательным, то есть запасы предприятия полностью финансировались за счет краткосрочных заемных средств, что несет в себе риск остановок производства [18].

Все предприятия, кроме АО «Стройматериалы», были в 2016 г. платежеспособными по краткосрочным обязательствам – значения коэффициента текущей ликвидности у них выше 2. Наиболее высок уровень платежеспособности завода ЖБК-1 – его оборотные активы в 8,82 раза превышали текущие обязательства. У АО «Стройматериалы» текущие обязательства покрывались оборотными активами только на 36 %, что означает неспособность предприятия погашать их без реализации внеоборотных активов [19].

Итак, в соответствии с установленными нормативами, в 2016 г. финансовое состояние большинства исследованных предприятий, за исключением АО «Стройматериалы», было удовлетворительным.

Самая высокая деловая активность в 2016 г. наблюдалась у АО «Мелстром» – скорость оборота его совокупных активов составила 0,88 оборота за год. У остальных четырех предприятий она была значительно ниже [20].

Рост выручки в 2016 г. по сравнению с 2015 г. отмечался только у двух предприятий: у ОАО «Белгородстройдеталь» она выросла на 19,92 %, а у АО «Мелстром» – на 11,46 %. У большинства предприятий выручка снизилась. Максимальным, на 11,58 %, было ее снижение у ОАО «Завод ЖБК-1».

Прибыль по основной деятельности (то есть прибыль от продаж) выросла в 2016 г. по сравнению с 2015 г. только у одного предприятия – у

АО «Мелстром», причем довольно значительно, на 44,1 %. У двух предприятий она существенно снизилась, а у АО «Стройматериалы» и ОАО «Завод ЖБК-1» – сменилась убытком, из-за чего темп ее роста не рассчитывался [21].

Добиться роста чистой прибыли (причем впечатляющего роста, на 292,4 %!) в 2016 г. удалось только АО «Мелстром». У остальных предприятий чистая прибыль снизилась: у трех предприятий – значительно, а у ОАО «Белгородстройдеталь» – катастрофически, на 97,14 %. Это особенно неприятно на фоне того, что это предприятие продемонстрировало самый высокий рост выручки.

Темпы роста собственного капитала в 2016 г. были выше 100 % у трех из пяти обследованных предприятий. Фактически, приумножило собственный капитал только АО «Мелстром», поскольку только у него прирост собственного капитала был существенным, на 7,42 % (причем нужно учесть, что это – номинальный рост, без учета инфляции) [22]. АО «Стройматериалы» и ОАО «Завод ЖБК-1» сумели, по сути, только сохранить собственный капитал (у них прирост собственного капитала составил доли процента). У остальных двух предприятий собственный капитал сократился, причем у ОАО «Белгородасбестоцемент» – существенно, на 5,06 % [23].

Лидером по всем показателям рентабельности в 2016 г. было АО «Мелстром». Второе место по рентабельности продаж, рассчитанной по прибыли от продаж, заняло АО «Стройматериалы», а по остальным трем показателям рентабельности – ОАО «Белгородасбестоцемент». Нужно отметить, что уровень всех показателей рентабельности у обследованных предприятий – весьма скромный.

Для сравнительной оценки устойчивости функционирования предприятий использована комплексная оценка (КО), рассчитанная модифицированным методом суммы баллов [24]:

$$KO_i = \frac{\sum_{j=1}^m b_{ij}}{m}, \quad i = \overline{1, n}, \quad \text{где } b_{ij} = b_{\min} + \frac{a_{ij} - a_{\text{худш}j}}{a_{\text{лучш}j} - a_{\text{худш}j}} (b_{\max} - b_{\min}). \quad (1)$$

Здесь КО – комплексная оценка; n – количество сравниваемых предприятий (в нашем случае $n = 5$); m – количество показателей (в нашем случае $m = 12$); a_{ij} – значение j -го показателя i -го предприятия; b_{ij} – балльная оценка j -го показателя i -го предприятия; $a_{\text{худш}j}$ и $a_{\text{лучш}j}$ – соответственно, худшее и лучшее среди значений j -го показателя; b_{\min} и b_{\max} – соответственно, минимальное и максимальное значения балльной

оценки, которые соответствуют худшему и лучшему значениям показателей; $b_{\min} = 0$; $b_{\max} = 10$.

Значение КО (1) может варьировать от 0 до 10. Значение комплексной оценки, равное 0, означает, что оцениваемое предприятие хуже остальных предприятий по всем показателям оценки, а значение 10 – что предприятие лучше остальных по всем показателям. Заметим, что

рассчитанные таким образом значения КО характеризуют относительный (а не абсолютный) уровень устойчивости функционирования предприятий, то есть их уровень относительно уровня других предприятий. Соответственно, значение КО, равное 10, еще не означает, что предприятие функционирует абсолютно устойчиво (а значение, равное 0, еще не означает, что устойчивость функционирования отсутствует).

Результаты расчета балльных оценок показателей и комплексных оценок предприятий приведены в нижней части таблицы 2. На основе значений комплексных оценок построен рейтинг устойчивости функционирования предприятий, который представлен в последней строке таблицы 2.

Прокомментируем полученные результаты. Безусловным лидером по устойчивости функционирования в 2016 г. стало АО «Мелстром». Значения всех индикаторов устойчивого функционирования этого предприятия – в пределах нормы. Значение его комплексной оценки (8,7) достаточно близко к максимально возможной оценке 10. Причины этого легко проследить по значениям балльных оценок показателей предприятия. У АО «Мелстром» по восьми из двенадцати показателей балльная оценка равна 10: оно продемонстрировало самую высокую деловую активность, впечатляющий рост чистой прибыли, самые высокие (по сравнению с другими участниками оценки) уровень рентабельности и способность к наращиванию собственного капитала. Можно заключить, что устойчивость функционирования АО «Мелстром» – высокая [25].

ОАО «Белгородасбестоцемент» не было лидером ни по одному из показателей. Тем не менее, предприятие заняло второе место в рейтинге за счет хорошего уровня показателей финансового состояния и рентабельности продаж. Однако уровень его комплексной оценки – ниже среднего, он равен 4,57. Четыре показателя предприятия имеют неудовлетворительные значения, а один из них, темп роста собственного капитала, имеет худшее, по сравнению с другими предприятиями, значение, так что устойчивость функционирования ОАО «Белгородасбестоцемент» является далеко не абсолютной (назовем ее просто нормальной).

ОАО «Белгородстройдеталь», занявшее третье место в рейтинге, является лидером по обеспеченности запасов СОС и по темпу роста выручки, но не удовлетворяет требованиям устойчивости функционирования по темпам роста прибыли и собственного капитала; кроме того, значения четырех его показателей – хуже, чем у остальных предприятий.

ОАО «Завод ЖБК-1», оказавшееся на четвертом месте в рейтинге, имеет лучшие, по сравнению с другими предприятиями, значения коэффициентов финансовой устойчивости и текущей ликвидности, но не удовлетворяет требованиям устойчивости функционирования по темпам роста выручки и прибыли, а также по рентабельности продаж по прибыли от продаж; значения трех его показателей – хуже, чем у остальных предприятий.

Можно заключить, что устойчивость функционирования ОАО «Белгородстройдеталь» и ОАО «Завод ЖБК-1» является удовлетворительной.

АО «Стройматериалы» занимает последнее место в рейтинге. Его КО близка к нулю; значения половины показателей оценки имеют неудовлетворительные значения; значения пяти его показателей – хуже, чем у других предприятий. Можно заключить, что АО «Стройматериалы» функционирует неустойчиво.

По значениям комплексных оценок легко оценивать, насколько устойчивость функционирования одних предприятий ниже, чем других. Так, комплексная оценка устойчивости функционирования АО «Мелстром» в 1,9 раза выше, чем у ОАО «Белгородасбестоцемент», находящегося на следующем за ним месте в рейтинге, то есть АО «Мелстром» почти в 2 раза устойчивей в своем функционировании, чем ОАО «Белгородасбестоцемент». ОАО «Белгородстройдеталь» и ОАО «Завод ЖБК-1» достаточно близки по уровню устойчивости, а АО «Стройматериалы» является явным аутсайдером.

Чтобы оценить, как изменяется уровень устойчивости функционирования исследуемых предприятий в динамике, мы рассчитали индикаторы их устойчивости за 2013–2016 гг., а на их основе – динамические комплексные оценки каждого из предприятий (для расчета динамических КО проводится сравнение между собой значений показателя одного и того же предприятия за разные годы). Динамические комплексные оценки рассчитаны тем же модифицированным методом суммы баллов (1), где n – количество сравниваемых лет (в нашем случае $n = 4$); m – количество показателей (12); a_{ij} – значение j -го показателя предприятия за i -й год; b_{ij} – балльная оценка j -го показателя предприятия за i -й год; $a_{ху-дшиj}$ и $a_{лучшij}$ – соответственно, худшее и лучшее среди значений j -го показателя за 2013–2016 гг.; $b_{min} = 0$; $b_{max} = 10$. Значение комплексной оценки, равное 0, означает, что значения всех показателей предприятия в данном периоде хуже, чем в остальных периодах, а значение 10 – что значения всех показателей предприятия в данном периоде лучше, чем в остальных периодах.

Значения показателей устойчивости функционирования в 2013–2016 гг. и результаты расчета динамических КО предприятий представлены в таблицах 3–5.

Таблица 3

**Показатели и динамические комплексные оценки АО «Мелстром»
и АО «Стройматериалы» в 2013–2016 гг.**

Показатели	Значения показателей предприятий							
	АО «Мелстром»				АО «Стройматериалы»			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
1)	0,60	0,66	0,72	0,76	0,36	0,30	0,27	0,22
2)	0,82	0,93	1,05	1,09	-1,75	-3,10	-3,62	-3,12
3)	1,61	1,80	2,09	2,46	0,45	0,38	0,37	0,36
4)	0,86	0,76	0,79	0,88	0,41	0,47	0,33	0,28
5)	104,07	88,19	101,79	111,46	78,65	207,71	108,54	92,38
6)	146,18	46,96	113,11	144,10	–	–	95,06	–
7)	151,85	13,83	179,44	392,40	–	–	37,95	85,53
8)	116,09	105,19	104,37	107,42	21,98	13726,84	100,54	100,46
9)	9,10	4,84	5,38	6,96	-8,96	1,91	1,67	-5,51
10)	2,12	0,33	0,58	2,06	-0,92	0,24	0,08	0,08
11)	6,61	1,68	2,09	5,94	-0,53	0,48	0,18	0,16
12)	6,03	0,76	1,30	4,80	-63,96	1,40	0,27	0,23
КО	6,55	0,92	3,82	8,61	3,07	6,73	4,90	3,52

Функционирование АО «Мелстром» в 2013 г. было достаточно устойчивым: у него не соответствовал нормативу только коэффициент текущей ликвидности, и значение КО было выше среднего уровня (6,55). Наименее устойчиво предприятие функционировало в 2014 г., когда перестали соответствовать нормативам три темповых показателя (так как снизились выручка, прибыль от продаж и чистая прибыль предприятия) и, соответственно, ухудшились показатели рентабельности, а коэффициент текущей ликвидности хотя и вырос, но не достиг нормативного уровня. Вследствие перечисленного динамическая КО устойчивости функционирования АО «Мелстром» в 2014 г. – критически низкая. В 2015–2016 г. все показатели предприятия улучшались и соответствовали нормативным требованиям, так что можно утверждать, что предприятие функционировало устойчиво, устойчивость была высокой, последовательно росла и достигла максимального уровня в 2016 г.

Для АО «Стройматериалы» худшим был 2013 г., когда его финансовые результаты были отрицательными, и все одиннадцать нормируемых показателей оценки имели неудовлетворительные значения. Очевидно, что устойчивость функционирования в 2013 г. у предприятия отсутствовала. В 2014 г. предприятию удалось получить прибыль и существенно нарастить собственный капитал, за счет чего шесть показателей оценки вошли в диапазон нормальных значений, и предприятие достигло максимального за

период 2013–2016 гг. уровня комплексной оценки. Так что можно сказать, что в 2014 г. АО «Стройматериалы» подошло к возможности устойчивого функционирования. Однако в последующие годы ситуация последовательно ухудшалась, особенно в 2016 г., когда был получен убыток от продаж продукции, что привело к снижению КО почти до уровня 2013 г.

В табл. 4 отражены данные ОАО «Завод ЖБК-1» и ОАО «Белгородасбестоцемент». По значениям КО видно, что у обоих предприятий устойчивость функционирования снижалась с каждым годом. Отличие в том, что у ОАО «Завод ЖБК-1» снижение было более-менее равномерным на протяжении всего периода исследования, а у ОАО «Белгородасбестоцемент» в 2016 г. равномерное снижение сменилось обвальным.

У ОАО «Завод ЖБК-1» в 2013 г. восемь показателей оценки удовлетворяли нормативам, так что можно оценить устойчивость его функционирования в том периоде как нормальную. В течение всего периода исследования у предприятия снижались выручка, прибыль от продаж и чистая прибыль, вследствие чего не удовлетворяли нормативам темпы их роста. В 2016 г. ситуация усугубилась в связи с получением убытка от продаж. Напомним, что выше мы уже оценили устойчивость функционирования ОАО «Завод ЖБК-1» в 2016 г. как удовлетворительную. Таким образом, в динамике уровень устойчивости функционирования предприятия снизился с нормального до удовлетворительного.

Таблица 4

**Показатели и динамические комплексные оценки ОАО «Завод ЖБК-1»
и ОАО «Белгородасбестоцемент» в 2013–2016 гг.**

Показатели	Значения показателей предприятий							
	ОАО «Завод ЖБК-1»				ОАО «Белгородасбестоцемент»			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
1)	0,91	0,90	0,91	0,94	0,85	0,86	0,88	0,84
2)	1,43	1,82	2,18	2,40	0,92	0,94	1,03	0,98
3)	4,96	5,14	6,58	8,82	4,59	5,23	6,40	5,43
4)	0,22	0,18	0,13	0,12	0,46	0,43	0,42	0,38
5)	96,53	93,94	77,46	88,42	101,64	100,18	96,20	91,97
6)	88,19	64,46	57,19	–	194,13	95,96	73,00	50,80
7)	88,03	69,76	56,04	17,30	519,19	110,88	42,28	49,62
8)	114,37	108,81	104,52	100,75	110,13	106,84	96,82	94,94
9)	18,63	12,79	9,44	-0,05	12,05	11,54	8,76	4,84
10)	13,31	9,88	7,15	1,40	6,88	7,62	3,35	1,81
11)	7,58	4,52	2,49	0,48	8,25	8,57	3,82	2,18
12)	6,71	4,20	2,21	0,37	7,72	7,90	3,29	1,70
КО	7,69	5,47	3,81	2,98	7,50	6,51	4,61	0,87

Устойчивость функционирования ОАО «Белгородасбестоцемент» в 2013 г. была высокой, так как все одиннадцать его нормируемых показателей имели нормальные значения. В 2014 г. снизилась прибыль от продаж предприятия; в 2015 г. к этому добавилось снижение выручки, чистой прибыли и собственного капитала; в 2016 г. эти процессы продолжились. Показатели, которые оставались в диапазоне нормальных значений, в динамике также ухудшались. В результате, комплексная оценка ОАО «Белгородасбестоцемент» достигла в 2016 г. критически низкого уровня. Окончательно заключим, что устойчивость функционирования ОАО «Белгородасбестоцемент» снизилась в динамике с высокой до нормальной, и с учетом резкого ухудшения в 2016 г., есть опасность, что уже в 2017 г. предприятие может опуститься до удовлетворительного уровня.

Уровень устойчивости функционирования ОАО «Белгородстройдеталь» в 2013 г. сравним с уровнем ОАО «Завод ЖБК-1». У обоих предприятий наблюдалось снижение выручки и прибыли. При этом у завода ЖБК-1 лучше были показатели рентабельности, а у ОАО «Белгородстройдеталь» – показатели финансового состояния. Так что можно оценить устойчивость функционирования ОАО «Белгородстройдеталь» в 2013 г. как нормальную. В 2014 г. предприятие сумело замедлить снижение прибылей, несколько укрепило финансовое состояние и смогло подняться до максимального за период 2013–2016 гг. уровня устойчивости. В 2015 г. началось незначительное ухудшение большинства показателей и, как следствие, комплексной оценки устойчивости. В 2016 г. произошло резкое падение прибылей и, соот-

ветственно, уровня рентабельности, а также продолжилось (хотя пока и не существенное) ослабление показателей финансового состояния. В итоге, уровень устойчивости функционирования предприятия снизился с нормального в 2013 г. до удовлетворительного в 2016 г. Нарастание негативной тенденции в 2016 г. создает риск утраты в 2017 г. ОАО «Белгородстройдеталь» способности функционировать устойчиво.

Таблица 5

**Показатели и динамические комплексные оценки ОАО «Белгородстройдеталь»
в 2013–2016 гг.**

Показатели	Значения показателей ОАО «Белгородстройдеталь»			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
1)	0,93	0,93	0,91	0,86
2)	2,38	2,74	2,83	2,82
3)	8,88	8,77	6,64	5,01
4)	0,23	0,21	0,23	0,26
5)	92,03	92,01	116,60	119,92
6)	54,51	68,23	80,82	36,26
7)	51,43	90,35	83,98	2,86
8)	101,11	102,11	101,86	98,52
9)	8,98	6,66	4,62	1,40
10)	3,32	3,26	2,35	0,06
11)	2,60	1,94	1,18	0,04
12)	1,66	1,48	1,21	0,03
КО	6,79	7,31	7,11	2,48

Выводы. По результатам проведенного анализа выборки из пяти белгородских предприятий промышленности строительных материалов и промышленности строительных конструкций приходится сделать неутешительный вывод о том, что вызванный экономическими санкциями Запада кризис в экономике России негативно отразился на устойчивости функционирования большинства из них. У двух предприятий (ОАО «Завод ЖБК-1» и ОАО

«Белгородасбестоцемент») ухудшение продолжается на протяжении всего периода исследования; еще у двух (АО «Стройматериалы» и ОАО «Белгородстройдеталь») – на протяжении последних двух лет. У трех из пяти обследованных предприятий устойчивость в 2016 г. ниже, чем была в 2013 г. У АО «Стройматериалы» она на протяжении 2013–2016 гг. отсутствует. Кроме того, у двух предприятий (ОАО «Белгородасбестоцемент» и ОАО «Белгородстройдеталь») в 2016 г. наблюдается резкое нарастание негативных тенденций. Единственным отрядным исключением является АО «Мелстром», которое смогло к 2016 г. добиться даже более высокого уровня устойчивости функционирования, чем у него был в 2013 г.

Тем не менее, большинство обследованных предприятий сохраняют способность к устойчивому функционированию и нормальное финансовое состояние, в первую очередь, благодаря грамотному управлению активами и капиталом: они поддерживают высокий уровень стабильных источников финансирования и обеспеченности ими производственной деятельности, а соответственно, высокий уровень платежеспособности по текущим обязательствам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорошенко Ю.А., Голубоцких М. Факторы конкурентной устойчивости и оценка их влияния на предприятия промышленности строительных материалов // Белгородский экономический вестник. 2017. № 1 (85). С. 26–31.
2. <http://www.rbc.ru/economics/25/01/2017/5888c8a59a79472b71819811>
3. http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/info/oper-12-2016.pdf
4. Дорошенко Ю.А., Климашевская А.А. Анализ научно-технического потенциала предприятий промышленности строительных материалов в контексте оценки необходимости проведения технологической модернизации в отрасли // Вестник Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 214–218.
5. Бендерская О.Б. Сравнительная оценка устойчивости функционирования белгородских предприятий промышленности строительных материалов в 2014–2015 годах // Вестник Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова. 2017. № 2. С. 248–254.
6. Бендерская О.Б. Финансовое положение белгородских предприятий в 2014 году // Белгородский экономический вестник. 2015. № 2 (78). С. 123–135.
7. Бендерская О.Б. Финансовое положение белгородских предприятий в 2015 году // Учет, анализ и аудит: современный взгляд и подходы. Под общ. ред. проф. И.А. Слабинской. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 90–111.
8. Ткаченко Ю.А., Шевченко М.В., Чернобай О.А. Развитие малого и среднего бизнеса в Белгородской области // Актуальные проблемы экономического развития: сб. докладов Международ. науч.-прак. конф. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 259–262.
9. Современные методы учета, анализа и аудита. Под общ. ред. проф. И.А. Слабинской. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 135 с.
10. Брянцева Т.А. Методика оценки эффективности инновационной деятельности организации в условиях глобализации экономики // Приоритеты развития национальной экономики в контексте евроинтеграционных и глобальных вызовов: сб. докл. VIII Международной научно-практической конференции. Харьков: ХНУБА, 2016. С. 156–158.
11. Учет, анализ и аудит: современный взгляд и подходы. Под общ. ред. проф. И. А. Слабинской. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 140 с.
12. Чижова Е.Н., Шевченко М.В. Интегральная эффективность системы управления промышленным предприятием // Вестник Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова. 2011. № 1. С. 95–99.
13. Слабинская И.А., Атабиева Е.Л., Слабинский Д.В., Ковалева Т.Н. Налоговая политика как фактор роста экономического развития // Application of New Technologies in Management and Economy – ANTiM 2016: 5th International Conference, 21–23. April 2016., Belgrade, Serbia. Belgrad: Veopress, 2015. V.2. С. 391–400.
14. Брянцева Т.А., Салангина А.А. Роль предпринимательства в экономике страны // Белгородский экономический вестник. 2016. № 2 (82). С. 69–73.
15. Конакова А.А., Арская Е.В. Анализ финансового состояния организации и пути финансового оздоровления (на примере ОАО «Комбинат КМАруда») // Белгородский экономический вестник. 2016. № 4 (84). С. 194–203.
16. Ткаченко Ю.А., Шевченко М.В., Кузубова А.И. Угрозы экономической безопасности предприятия // Актуальные проблемы экономического развития: сб. докладов VII Международ. науч.-прак. конф. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 254–258.
17. Ткаченко Ю.А., Ларин В.С. Понятие экономической безопасности предприятия и ее значение в современных экономических условиях // Белгородский экономический вестник. 2016. № 2 (82). С. 56–61.

18. Учет, анализ и аудит: перспективы развития. Под. общ. ред. проф. И.А. Слабинской. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 245 с.

19. Брянцева Т.А., Шевченко М.В. К вопросу о внутреннем контроле инновационной деятельности // Белгородский экономический вестник. 2016. № 1 (81). С. 57–62.

20. Чижова Е.Н., Шевченко М.В. Интегральная эффективность системы управления промышленным предприятием // Вестник Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова. 2011. № 1. С. 95–99.

21. Актуальные вопросы развития учета, анализа и аудита. Под. ред. проф. И.А. Слабинской. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 226 с.

22. Ткаченко Ю.А., Носов С.М. Анализ динамики курса рубля к доллару // Белгородский экономический вестник. 2016. № 1 (81). С. 137–140.

23. Кравченко Л.Н., Шевченко М.В. Проблемы иностранного инвестирования в условиях

глобализации мировой экономики // Приоритеты развития национальной экономики в контексте евроинтеграционных и глобальных вызовов: сб. материалов VIII Междунар. науч.-практ. конф. Ч.3. Харьков: ХНУБА, 2016, С.50–53.

24. Бендерская О.Б. Развитие методов расчета комплексных оценок // Белгородский экономический вестник. 2015. № 1 (77). С. 101–108.

25. Слабинская И.А., Ткаченко Ю.А. Модель внутреннего контроля в строительстве // Application of New Technologies in Management and Economy – ANTiM 2016: 5th International Conference, 21-23. April 2016., Belgrade, Serbia. Belgrad: Beo-press, 2015. V.2. P. 375–383.

26. Кравченко Л.Н., Шевченко М.В. Безработица как фактор дестабилизации экономики // Приоритеты развития национальной экономики в контексте евроинтеграционных и глобальных вызовов: сб. материалов VIII Междунар. науч.-практ. конф. Ч.2. Харьков: ХНУБА, 2016, С.59–691.

Информация об авторах

Бендерская Ольга Борисовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита.

E-mail: obenderskaya@gmail.com

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

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

Поступила в августе 2017 г.

© Бендерская О.Б., 2017

Benderskaya O.B.

DYNAMICS OF THE STABILITY OF THE FUNCTIONING OF THE BELGOROD'S ENTERPRISES OF INDUSTRY OF BUILDING MATERIALS AND CONSTRUCTION INDUSTRY IN 2013-2016 AND THEIR COMPREHENSIVE ASSESSMENT FOR 2016

The article analyzes the stability of the functioning of five leading enterprises for the production of building materials and building structures in Belgorod. Their comprehensive assessment is performed with twelve indicators (coefficient of financial stability, the ratio of the supply of stocks of stable working capital, current liquidity ratio, growth rates of revenue, profit from sales, net profit and equity, as well as the indicator whether profitability of sales, total assets and equity). Also a rating of sustainability of enterprises in 2016 is performed. For the same indicators, an analysis of the dynamics of the stability of functioning was carried out and dynamic complex estimates of the sustainability of the functioning of each of the enterprises for the period 2013-2016 were calculated. Conclusions are made about the negative impact of the sanctions crisis on most of the enterprises surveyed and on maintaining their capacity for sustainable functioning and a normal financial condition.

Keywords: *business administration, analysis of the economic performance of an enterprises, construction materials industry, construction industry, stability of the enterprises functioning, comprehensive assessment, sustainability rating of enterprises.*

About the author

Benderskaya Ol'ga Borisovna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: obenderskaya@gmail.com

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in August 2017.

© Benderskaya O.B., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c6f61aca6.36505986

¹Герасименко О.А., канд. экон. наук, доц.,²Авилова Ж.Н., канд. соц. наук, доц.¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет² Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КОНЦЕССИЙ КАК ФОРМЫ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА И ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ КОНЦЕССИОННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В СФЕРЕ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

janna-avilova@mail.ru

В статье описаны отличительные особенности различных правовых моделей применения концессионных механизмов в жилищно-коммунальном хозяйстве, приводится детальный обзор изменений в концессионное законодательство принятых и вступивших в силу в настоящее время. Также представлен анализ основных тенденций и трендов развития концессионного механизма в регионах, формирование рекомендаций и предложений в сфере жилищно-коммунального хозяйства для государственных и муниципальных органов власти, направленных на повышение эффективности применения концессионных соглашений для социально-экономического развития территорий.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, проект, инфраструктура, концессия, законодательство, жилищно-коммунальное хозяйство.

Введение. Одним из самых существенных изменений, внесенных федеральным законом от 03.07.2016 №275 ФЗ, является включение субъекта РФ в ряде прямо указанных в Законе о КС случаев «в состав» сторон концессионного соглашения. Также законодатель предпринял попытку урегулировать отношения, связанные с передачей по концессионному соглашению отдельных объектов недвижимого имущества, не зарегистрированных в Едином государственном реестре недвижимости. Более подробно мы остановимся на этих изменениях чуть ниже, сейчас же укажем на некоторые другие нововведения, заслуживающие упоминания. Так, в рамках концессионного соглашения теперь возможно «передать» на концессионера ряд не исполненных на момент принятия решения о заключении такого соглашения долговых денежных обязательств государственных и (или) муниципальных предприятий, учреждений, имущество которых передается в рамках соглашения [1]. К таким обязательствам ч. 2 ст. 41 Закона о КС относит следующие обязательства:

- по оплате труда;
- по оплате энергетических ресурсов;
- по кредитным договорам, заключенным в целях финансирования мероприятий инвестиционных программ таких организаций;
- по уплате налогов и сборов.

Методология. Основанием для исследования проблемы нормативно-законодательного развития государственно-частного партнерства послужили фундаментальные труды классиков научной мысли по широкому спектру проблем, а

также современные работы зарубежных и отечественных ученых по вопросам функционирования и развития сотрудничества бизнеса и органов власти.

В процессе исследования были использованы диалектический метод, предопределяющий изучение явлений в их постоянном развитии и взаимосвязи. В работе применялись также методы ситуационного, структурно-функционального, экономико-статистического, компаративного анализа, табличная и графическая интерпретация эмпирико-фактологической информации.

Основная часть. Указанный перечень по смыслу ч. 2 ст. 41 Закона о КС является исчерпывающим. При этом Закон о КС также закрепляет правило, согласно которому срок между датой возникновения соответствующих долговых обязательств и датой принятия решения о заключении концессионного соглашения должен составлять более двух лет. Из ч. 3 ст. 41 Закона о КС следует, что учет средств на компенсацию таких расходов концессионера осуществляется при установлении тарифов концессионера. Следует также обратить внимание на то, что законодатель разделил объекты по производству электрической энергии и объекты теплоснабжения (п.п. 10, 11 ч. 1 ст. 4 Закона о КС соответственно) [2]. Соответственно, исходя из буквального толкования названных норм следует, что упомянутые объекты относятся к различным видам объектов коммунальной инфраструктуры. При этом в соответствии с ч. 21 ст. 39 Закона о КС по концессионному соглашению, объектом которого являются объекты теплоснабжения и водоснабжения и в

случае если реализация концессионером производимых товаров, выполнение работ, оказание услуг осуществляются по регулируемым ценам (тарифам) и (или) с учетом установленных надбавок к ценам (тарифам), заключение концессионного соглашения одновременно в отношении нескольких видов объектов коммунальной инфраструктуры не допускается.

Деятельность в сфере теплоснабжения и водоснабжения фактически предполагает одновременное осуществление инвестиционной и операционной деятельности на протяжении всего срока действия концессионного соглашения. Хотя, конечно, в таких проектах основные инвестиции приходятся на первые 3-7 лет действия концессионного соглашения. Но при этом создание объектов централизованной системы водоснабжения и водоотведения или систем теплоснабжения (далее – коммунальные системы) на основании соответствующих инвестиционных программ происходит на протяжении всего срока действия концессионного соглашения [3].

В общем виде можно выделить четыре типа (категории) имущества, которое используется концессионером в проектах, связанных с централизованными коммунальными системами:

- объект концессионного соглашения, т.е. создаваемое и (или) реконструируемое концессионером в рамках концессионного соглашения имущество, технологически связанное между собой и предназначенные для осуществления деятельности, предусмотренной концессионным соглашением;
- иное передаваемое концедентом концессионеру по концессионному соглашению имущество;
- имущество, не являющееся объектом концессионного соглашения, но создаваемое концессионером на протяжении всего срока действия концессионного соглашения за счет платы (тарифа) за подключение (технологическое присоединение) к коммунальной системе;
- имущество, не являющееся объектом концессионного соглашения, но создаваемое концессионером на протяжении всего срока действия концессионного соглашения за счет тарифов в соответствующей сфере, за исключением платы (тарифа) за подключение, а также за счет поступлений из иных источников (таблица 1) [4, 5].

Таблица 1

Типичные неточности, допускаемые при структурировании концессионных проектов

Конкурсная документация	Концессионное соглашение
не утверждена схема теплоснабжения/ водоснабжения	отсутствуют существенные условия КС (не соответствуют требованиям 10 статьи 115-ФЗ)
отсутствует задание или не соответствует требованиям закона	не зарегистрировано право собственности Концедента на объект КС на дату заключения КС и/или на дату передачи имущества
установлены требования к участникам, не установленные законом	формальное описание объекта КС
отсутствует описание состояния объекта (или не соответствует требованиям закона)	порядок возмещения расходов по завершению срока КС прописан условно
неверно используется программа по расчету дисконтированной валовой выручки	не определены обязательства Концедента
конкурсная документация не размещается в сети Интернет	включены цены, значения, параметры не относящиеся к долгосрочным (необходимые для расчета ДВВ)

Однако нельзя сказать, что в настоящее время законодательством эффективно регулируется создание и использование всех вышеуказанных типов имущества на основании концессионного соглашения. В отношении объекта концессионного соглашения в сфере коммунальных систем существует некоторая правовая неопределенность. При этом очевидно, что ее разрешение имеет существенное значение. Ведь как следует из ч. 1 ст. 10 и ч. 1 ст. 42 Закона о КС объект концессионного соглашения, его описание и технико-экономические показатели, сроки и предельный размер расходов на его создание и (или) реконструкцию, а также основные мероприятия

по созданию и (или) реконструкции объекта концессионного соглашения, обеспечивающие достижение предусмотренных заданием целей и минимально допустимых плановых значений показателей деятельности концессионера, являются существенными условиями концессионного соглашения. Отождествление же указанных выше типов имущества с объектом концессионного соглашения может создать риски необоснованного привлечения концессионера к ответственности, а также прочим негативным последствиям.

При этом, следует упомянуть, что в федеральном законе от 03.07.2016 №275 ФЗ сделан

крайне необходимый первый шаг к упорядочиванию соответствующих отношений. Нормой п. 3 ч. 1 ст. 42 Закона о КС имущество, создаваемое за счет платы (тарифа) за подключение, фактически отделено от объекта концессионного соглашения [6, 7].

Конечно, формально законодатель упомянул лишь о том, что предельный размер расходов на создание и (или) реконструкцию объекта концессионного соглашения определяется без учета расходов, источником финансирования которых является плата за подключение (технологическое присоединение). Однако, учитывая особенности финансирования расходов по созданию объектов теплоснабжения и водоснабжения с использованием платы (тарифа) за подключение – последние формируются исходя из заявок конкретных потребителей на подключение [12], представляется, что объекты, создаваемые за счет платы (тарифа) за подключение по своей сути не могут включаться в объект концессионного соглашения просто ввиду того, что на момент его заключения невозможно сколько-нибудь точно определить такие объекты. Ранее, например, это лишь косвенно следовало из ч. 13 ст. 40 Закона о ВиВ.

В соответствии с законодательством объект концессионного соглашения – это только то имущество, создание и (или) реконструкция которого прямо и недвусмысленно предусмотрена концессионным соглашением. В соответствии с ч. 1.3 ст. 39 Закона о ВиВ, ч. 3 ст. 23.1 федерального закона от 27.07.2010 №190 ФЗ «О теплоснабжении» (далее – Закон о теплоснабжении) именно в отношении объекта концессионного соглашения в таком соглашении устанавливаются плановые значения показателей надежности, качества, энергетической эффективности. Тогда как в отношении всего другого имущества такие показатели устанавливаются в утвержденных инвестиционных и производственных программах концессионера. Именно в отношении объекта концессионного соглашения, как это следует из ст. 45 Закона о КС, формируются задание и мероприятия по его созданию и реконструкции, обеспечивающие достижение указанных выше показателей [8].

И хотя Закон о КС не включает в перечень существенных условий концессионных соглашений «состав объекта концессионного соглашения» (п. 3.1 ч. 2 ст. 10 Закона о КС), в соответствии с ч. 5 ст. 39 Закона о ВиВ, ч. 5 ст. 23.1 Закона о теплоснабжении в случае создания и (или) реконструкции объектов коммунальных систем на основании концессионного соглашения плановые значения показателей надежности, качества, энергетической эффективности и сроки их

достижения концессионером должны быть установлены в отношении каждого предусмотренного утвержденными инвестиционной программой, производственной программой объекта. Учитывая то, что как было указано выше, плановые значения устанавливаются в отношении объекта концессионного соглашения именно таким соглашением, приведенное положение может трактоваться как необходимость определения именно состава объекта в рассматриваемом случае.

При этом в соответствии ч. 5 ст. 10 Закона о КС в рассматриваемом случае перечень создаваемых и (или) реконструируемых в течение срока действия концессионного соглашения объектов (в том числе и объектов концессионного соглашения), объем и источники инвестиций, привлекаемых для создания и (или) реконструкции этих объектов, устанавливаются в соответствии с инвестиционными программами концессионера [9, 10].

Упомянулось выше, вторым типом имущества является иное передаваемое концессионеру имущество. По смыслу ч. 9 ст. 3 Закона о КС иное имущество не требует значительных инвестиционных затрат со стороны концессионера, однако необходимо для нормального осуществления его деятельности. По сути, большая часть имущества при передаче в концессию коммунальных систем должно подпадать под эту категорию.

В ч. 9 ст. 3 Закона о КС также указано, что в этом случае концессионным соглашением устанавливаются состав и описание такого имущества, цели и срок его использования (эксплуатации) концессионером, порядок возврата такого имущества концеденту при прекращении концессионного соглашения. При этом концессионным соглашением могут устанавливаться обязательства концессионера по его модернизации, замене морально устаревшего и физически изношенного оборудования новым более производительным оборудованием, иному улучшению характеристик и эксплуатационных свойств такого имущества. Заметим, что в этом случае законодатель, очевидно, намеренно не упоминает о создании и (или) реконструкции объектов, входящих в состав имущества передаваемого концессионеру имущества.

Учитывая то, что обычно срок планирования деятельности в сфере теплоснабжения и водоснабжения составляет 10 лет, тогда как срок действия концессионного соглашения чаще всего значительно превышает указанный, при осуществлении обычной хозяйственной деятельности концессионера вполне может возникнуть ситуация, при которой потребуется модернизация

или замена ранее переданного ему иного имущества. Такие действия могут быть профинансированы концессионером за счет платы (тарифа) за присоединение либо за счет других тарифов в сфере теплоснабжения и водоснабжения.

Исходя из логики ч. 9 ст. 3 Закона о КС действия потребуют внесения изменения в концессионное соглашение, что не совсем удобно. Тогда как реконструкция иного передаваемого концессионеру имущества исходя из буквального толкования рассматриваемого положения вообще невозможна, хотя реальная потребность в таких действиях вполне может возникнуть.

Совершенно же серой зоной концессионного соглашения остаются объекты, создание которых осуществляется концессионером не в качестве объекта концессионного соглашения. То, что такие объекты возникают постоянно при деятельности в сфере теплоснабжения и водоснабжения, очевидно, с учетом текущего десятилетнего «горизонт планирования» в рассматриваемой сфере. В эту категорию попадает имущество, созданное концессионером за счет платы (тарифа) за присоединение, а также иных тарифов в сфере теплоснабжения и водоснабжения на основании соответствующих инвестиционных программ концессионера, но изначально не включенных в объект концессионного соглашения.

Более того, ни в Законе о КС, ни в Законе о ВиВ, ни в Законе о теплоснабжении нет четкого понимания, в чью собственность должны поступать такие объекты. Очевидно, что они не должны подпадать под ч. 10 ст. 3 Закона о КС. Последнее может привести к тому, что после возврата объекта концессионного соглашения концедент будет фактически лишен возможности осуществлять деятельность, связанную с использованием коммунальных систем – ведь ряд объектов такой системы будет находиться в собственности концессионера.

Самым простым на первый взгляд выходом, было бы включение таких объектов в состав объекта концессионного соглашения. Однако, с одной стороны, в действующем законодательстве есть ряд процедурных ограничений, связанных с включением новых объектов в объект концессионного соглашения, с другой – это не совсем укладывается в логику концессионного законодательства. Ведь по каждому из таких вновь включаемых объектов потребуются указание на его технико-экономические показатели и показатели надежности, качества, энергетической эффективности, сроки, предельный размер расходов и на основные мероприятия по их созданию и (или) реконструкцию. С учетом специфики создания рассматриваемых типов имущества скорее всего потребуются многократное изменение

объекта концессионного соглашения на протяжении всего срока его действия, что не может рассматриваться как адекватный юридический механизм в рассматриваемом случае [11].

Выводы. Таким образом, для целей совершенствования регулирования в сфере теплоснабжения и водоснабжения целесообразно разработать специальный юридический механизм создания и передачи в собственность концедента имущества, не являющегося объектом концессионного соглашения, но создаваемого концессионером на протяжении всего срока действия концессионного соглашения за счет платы (тарифа) за подключение (технологическое присоединение) к коммунальным системам, а также за счет других тарифов в сфере теплоснабжения и водоснабжения и поступления из иных источников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Концессионные соглашения в коммунальной сфере: актуальная статистика, изменение концессионного законодательства и совершенствование регулирования. М., Центр развития государственно-частного партнерства. 2016. С.4-17.
2. Тхориков Б.А. Проблемы целеполагания в системе государственного управления социальной сферой // Историческая и социально-образовательная мысль. 2016. Т. 8. № 1-2. С. 164-166.
3. Федеральный закон от 21.07.2005 N 115-ФЗ (ред. от 28.06.2014) «О концессионных соглашениях».
4. Тхориков Б.А. Методология индикативного управления организациями социальной сферы: проблемы целеполагания, метод TASKED // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2015. Т. 36. № 19-1 (216). С. 39-42.
5. Семибратский М.В. Бюджетная стратегия региона в новых экономических условиях России // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2014. Т. 29. № 1-1 (172). С. 41-45.
6. Ломовцева О.А., Герасименко О.А. Приоритеты и механизмы ГЧП в формировании инновационного промышленного комплекса региона // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2015. №13(210). Вып.35/1. С. 5-9.
7. Дорошенко Ю.А., Климашевская А.А. Технологическая модернизация предприятий: барьеры, критерии принятия решения и механизм реализации // Белгородский экономический вестник. 2015. № 2 (78). С. 20-27.

8. Дорошенко Ю.А., Никулина Т.Ю. Особенности создания регионального венчурного фонда посевных инвестиций на условиях государственно-частного партнерства // Белгородский экономический вестник. 2012. № 3 (67). С. 3–7.

9. Гукова Е.А. Особенности российской специфики организации процесса бизнес-планирования на предприятии. В сборнике: Экономические и социальные факторы развития народного хозяйства материалы IV региональной

научно-практической конференции аспирантов и магистрантов. 2016. С. 60–64.

10.Прядко С.Н., Жданкова Е.А. Установление стратегических приоритетов в планировании долгосрочного развития региональных предприятий // Фундаментальные исследования. 2016. № 6-2. С. 454-459.

11.Avilova Z.N., Gulei I.A., Shavyrina I.V. Formation of the customer-centric organizational culture of the university as a factor of effective social and economic development of the region // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Т. 6. № 3. С. 207–216.

Информация об авторах

Герасименко Ольга Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга.

E-mail: gerasimenko@bsu.edu.ru.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85.

Авилова Жанна Николаевна, кандидат социологических наук, доцент кафедры социологии и управления.

E-mail: janna-avilova@mail.ru

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

Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, 46.

Поступила в августе 2017 г.

© Герасименко О.А., Авилова Ж.Н., 2017

Gerasimenko O.A., Avilova Z.N.

LEGAL REGULATION OF CONCESSIONS AS FORMS OF STATE-PRIVATE PARTNERSHIP AND PECULIARITIES OF CHANGES TO CONCESSION LEGISLATION IN THE SPHERE OF HOUSING AND UTILITY SERVICES

The article describes the distinctive features of various legal models of the use of concession mechanisms in the housing and communal services, provides a detailed overview of changes in concession legislation that have been adopted and entered into force at the present time. Also, an analysis of the main trends and trends in the development of the concession mechanism in the regions, the formation of recommendations and proposals for state and municipal authorities aimed at improving the effectiveness of the application of concession agreements for the social and economic development of the territories.

Keywords: *public-private partnership, project, infrastructure, concession, legislation, housing and utilities.*

Information about the authors

Gerasimenko Olga Aleksandrovna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: gerasimenko@bsu.edu.ru.

Belgorod National Research University.

Russia, 308015, Belgorod, Pobeda st., 85.

Avilova Zhanna Nikolaevna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: janna-avilova@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in August 2017

© Gerasimenko O.A., Avilova Z.N., 2017

Демура Н.А., доц.,
Ярмоленко Л.И., доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ*

ndemura@mail.ru

В настоящее время остро встала проблема информационного обеспечения экономического развития хозяйствующих субъектов на различных уровнях.

В связи с этим, актуальной задачей предприятий строительной индустрии является получение доступных информационных ресурсов для принятия управленческих решений.

В условиях быстро меняющейся динамики строительного рынка и необходимости оперативного принятия управленческих решений по формированию тактики и стратегии экономического развития предприятий отрасли представляется необходимым разработка перечня ключевых показателей экономического развития и источников информации для их получения.

Полученные результаты позволяют дополнить информацию об особенностях развития строительной индустрии в разрезе национальной экономики и региона. Выявленные в ходе исследования тенденции дают возможность сделать вывод об усилении роли информационного обеспечения процесса развития. Результаты исследования могут быть использованы при разработке региональной экономической и информационной политики хозяйствующих субъектов.

Ключевые слова: экономическое развитие, информационное обеспечение, строительная индустрия.

Введение. Экономическое развитие предприятий строительной индустрии как на федеральном, так и на региональном уровне в значительной степени зависит от современного состояния и вектора развития экономики: темпов строительства и ввода в эксплуатацию жилых и жилых объектов, объемов инвестиций в воспроизводство основных средств, степени износа основных средств, уровня внедрения инноваций, темпов роста производительности труда и его оплаты, напряженности на конкурентном рынке, доступности ресурсов, информационного обеспечения и др.

Аналитические обзоры по строительной индустрии и отдельным видам строительных материалов представлены в платном доступе и зачастую имеют недостаточно актуальную информацию. Открытые аналитические исследования не дают полного объема информации о состоянии общей рыночной конъюнктуры и противоречивы в разрезе оценок тенденций развития.

Для предприятий строительной индустрии получение доступных информационных ресурсов для принятия управленческих решений является важной задачей, так как эта отрасль создает благоприятные условия для роста налогового потенциала территорий [1] и экономического развития хозяйствующих субъектов.

Методология. Для решения проблем информационного обеспечения процесса управления экономическим развитием хозяйствующего

субъекта следует использовать современные концепции управления, ориентированные на применение процессного, системного, ситуационного, целевого, стратегического, синергетического и кумулятивного подходов.

Кроме того, необходимо иметь в виду, что к управлению развитием может быть применен единственный наилучший подход. Экономические реалии, внешние и внутренние факторы определяют применение того или иного подхода [2, 3].

Использованы также статистические методы анализа структуры и динамики анализируемых показателей.

Основная часть. Хозяйствующие субъекты в сегодняшних экономических реалиях стремятся получить наиболее полную информацию для обеспечения прочного, устойчивого и гармоничного экономического развития. В связи с ростом неопределенности и рисков во внешней среде, принятие ошибочных решений может повлечь за собой появление значительных негативных последствий, а в случае приближения к «точке бифуркации» повести развитие по недопустимому аттрактору.

Разработка новых и усовершенствование существующих программных средств становится актуальной проблемой как в рамках электронной экономики, так и в традиционных отраслях. Не являются исключением и предприятия строительной индустрии.

Информационные технологии в управлении – это совокупность различных методических подходов и методов аккумулирования и переработки разноплановых данных в надежную и оперативную информацию механизма принятия решений с помощью аппаратных и программных средств, что позволяет достигнуть оптимальных рыночных параметров развития объекта управления.

На сегодняшнем рынке информационных ресурсов представлены информационные системы в области бухгалтерского учета, банковской деятельности, налогообложения, страхования и др.

Однако, в сфере обеспечения устойчивости, гибкости, гармоничности и целевой направленности экономического развития комплексные информационные системы поддержки принятия решений отсутствуют.

Разработка информационной системы – это логически сложная, трудоемкая и требующая обширных знаний деятельность, включающая такие элементы как: исследование информационных потребностей, источников и носителей информации, средств ее преобразования, учета, хранения, выдачи и передачи [4].

Разрабатываемая информационная система должна обладать целостностью данных, параллелизмом при доступе и обработке данных, гибкостью при настройке, надежностью и корректностью всей информации.

Рационализация деятельности любого хозяйствующего субъекта невозможна без информационного обеспечения [5].

Важнейшим этапом в ходе разработки информационного обеспечения управления экономическим развитием предприятий строительной

индустрии является разработка или выбор для приобретения корпоративной информационной системы с учетом специфики функционирования конкретного предприятия строительной индустрии и возможности приспособления системы.

Следующий шаг в ходе разработки информационного обеспечения управления экономическим развитием – проведение анализа внешней и внутренней среды предприятий строительной индустрии, выделение осуществляемых и подлежащих автоматизации бизнес-процессов.

Сегодняшнее состояние предприятий строительной индустрии в значительной степени зависит от уровня и тенденций экономического развития страны в целом.

Макроэкономическая ситуация в российской экономике в 2016 году по-прежнему зависела от сырьевых поставок. По оценке экспертов ГУ ВШЭ экономика России будет развиваться по умеренно-оптимистичному прогнозу при ценах на нефть 60 и более долларов.

Строительная отрасль выступает объединяющим элементом в единый технологический комплекс целой совокупности отраслей, отнесенных к различным видам экономической деятельности. Таким образом, строительная отрасль может рассматриваться как межотраслевой комплекс. В 2016 году в нем наблюдался незначительный рост. Рациональная политика в области поддержки ипотеки со стороны государства позволила не упасть строительному рынку. Однако, несмотря на незначительный рост объема работ по виду деятельности «Строительство», ввод в действие жилых домов организациями всех форм собственности в млн. кв. м общей площади жилых помещений в 2016 году сократился (рис. 1, 2).

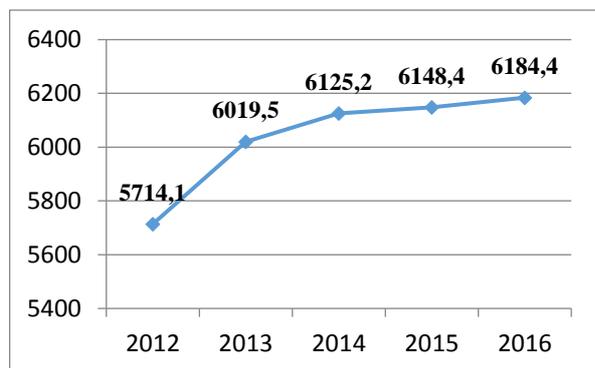


Рис. 1. Объем работ по виду деятельности «Строительство» (в фактических ценах соответствующих лет), млрд. рублей. Источник: составлено авторами по данным Росстат [6–8]

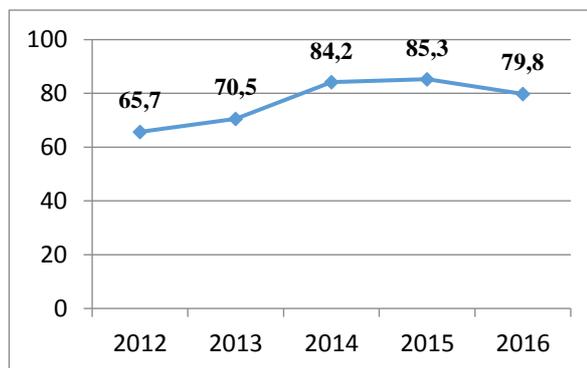


Рис. 2. Ввод в действие жилых домов организациями всех форм собственности, млн. кв. м общей площади жилых помещений. Источник: составлено авторами по данным Росстат [6–8]

Данная тенденция объясняется тем, что срок строительства может превышать один год и как

следствие в 2015 году были введены объекты, заложенные в предыдущие годы.

В дальнейшем прогноз строительства в России благоприятный. Инвестиции в основной капитал в 2016 году выросли, что дало оптимистичный прогноз также и по расширению работ по

модернизации производства и дальнейшему экономическому развитию (рис. 3).

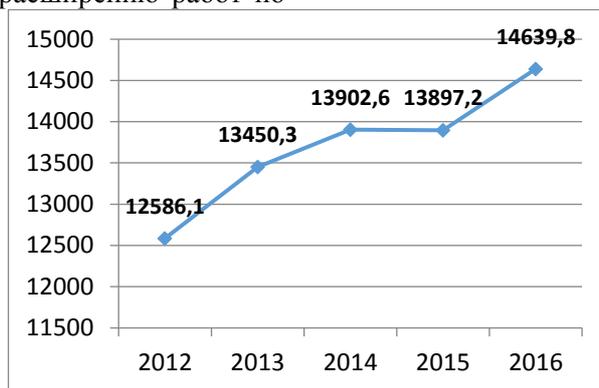


Рис. 3. Инвестиции в основной капитал, млрд. рублей. Источник: составлено авторами по данным Росстат [6–8]

Ввод объемов строительства жилья будет расти в 2018 году. По состоянию на 1 августа было выдано более 507 тысяч ипотечных кредитов на общую сумму 927 миллиардов рублей. Это на 11,6 % выше аналогичного периода 2016 года в количественном выражении. Если говорить в денежном выражении, то рост превышает 19 %. Это говорит о том, что развитие, начиная со следующего года будет значительным. Ввод жилья в эксплуатацию в России за восемь месяцев 2017 года по данным Росстата сократился по сравнению с аналогичным периодом прошлого года на 7,3 % – до 39,7 миллиона квадратных метров [8].

Под данным Фонда РЖС, общий объем жилого фонда Российской Федерации – 3,3 млрд. кв. метров. Потребность в жилье в России составляет 280 млн. кв. метров. Изношенность домов, требующих ремонта, – 50–75 % от общего объема жилого фонда. Для решения проблемы расселения аварийного жилья в России необходимо выделить одновременно – 1,7 триллионов рублей. Для капитального ремонта всего жилого фонда необходимо – 5,5 триллиона рублей.

В России до сих пор не сформировалась полноценная отрасль промышленного строительства индустриального домостроения. Основные предприятия стройиндустрии сосредоточены в Центральном и Южном федеральных округах, в Поволжье и западных районах Урала. Производства зачастую создаются хаотически, без учета межрегиональной и межотраслевой производственной кооперации.

На всю Россию в сфере стройиндустрии насчитывается около 1100 комбинатов по выпуску нерудных материалов, 50 заводов по производству цемента, 1 200 компаний по изготовлению стеновых материалов. Около 900 предприя-

тий производят сборные железобетонные конструкции, более 60 – кровельные и изоляционные материалы, 45 – строительное стекло.

За счет использования устаревших неэффективных технологий, только за последние 5 лет, наблюдается существенное снижение объемов производства стройматериалов. По нерудным материалам такое снижение превысило – 4 %, по стеновым материалам – 15 %, по сборному железобетону – 16 %, по кровельным материалам – 31 %. Примерно 80 % всего российского цемента производится энергозатратным «мокрым» способом и квалифицируется как продукт низкого качества.

Большими темпами увеличивается разрыв от передовых зарубежных компаний в области производства химических добавок и модификаторов для бетонов, битумов, а также в области строительных пластмасс, красок, пенообразователей, защитных покрытий, деревообработки и керамики.

В большинстве регионов России в настоящее время развитию индустрии строительных материалов препятствует жесткая монополизация региональных строительных рынков. Как правило, основные застройщики в регионах – вертикально интегрированные компании, содержащие в своей структуре природно-сырьевые месторождения, карьеры, заводы производственные базы. Отсутствие конкурентной среды ограничивает их мотивы к оптимизации себестоимости строительной продукции.

На региональном уровне в Белгородской области объем работ, выполненных по деятельности «Строительство» в 2016 году снизился (рис. 4), темпы индивидуального строительства продолжают снижаться, но остаются высокими (рис. 5).

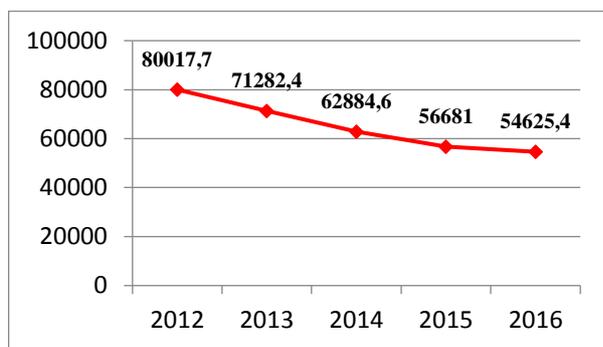


Рис. 4. Объем работ по виду деятельности «Строительство» в Белгородской области, млн. руб. Источник: составлено авторами по данным Белгородстат [9]

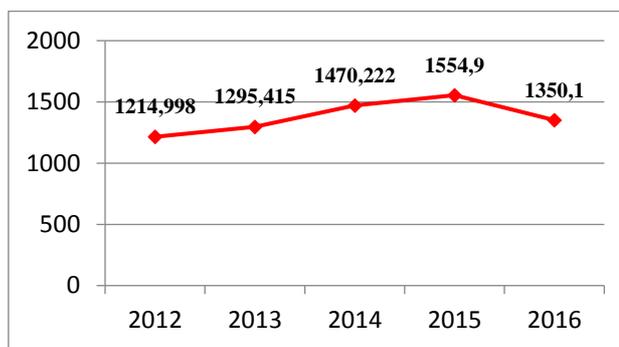


Рис. 5. Ввод в действие жилых домов в Белгородской области, тыс. кв.м общей площади жилых помещений. Источник: составлено авторами по данным Белгородстат [9]

В настоящее время, по оценке специалистов стройиндустрии, изношенность основных фондов оборудования в промышленности строительных материалов достигает – 70 %, а доля предприятий, осуществлявших технологические инновации, составляет около – 8 %.

Причин несколько:

- снижение спроса на строительство и проектирование со стороны государства по многим причинам, среди них одна из важнейших практически полное отсутствие спроса на промышленное строительство для тяжелой индустрии, так как государство не выступает как заказчик развития базисных отраслей;
- низкая доступность длинных инвестиционных ресурсов;
- отсутствие доступных эффективных кредитно-финансовых страховых и перестраховочных инструментов для строительной деятельности;
- сложности с внедрением различных эффективных моделей и инструментов привлечения инвестиций;
- несовершенство системы государственного заказа;
- отсутствие четко сформулированной национальной политики развития стройиндустрии, особенно в части реалистичных приоритетов и политики импортозамещения в строительной индустрии, как в отношении сырья, так и в отношении продуктов конечного использования;
- высокая иностранная конкуренция, особенно в сфере проектирования при полном отсутствии мер поддержки отечественных проектировщиков и как результат крах отечественной научно-технической базы стройиндустрии и промышленности стройматериалов; недостаточный уровень квалификации персонала, особенно рабочих строительных специальностей, эффективности руководящего менеджмента и отраслевых экспертов;

– несоответствие стоимости, ассортимента, упаковки, сертификации и качества продукции российской строительной индустрии требованиям мировых стандартов современных материалов и технологий;

– большое ресурсо- и энергопотребление на предприятиях производства строительных материалов;

– недостаточный уровень технологической оснащенности современным оборудованием, как производственных предприятий, так и подрядных организаций (острый дефицит новых станков, машин, механизмов, материалов);

– отсутствие производства по разработке и выпуску оборудования для создания высокотехнологичных предприятий строительной индустрии, современных средств транспортировки материалов;

– отсутствие эффективной системы информационного обеспечения управления развитием предприятий строительной индустрии.

Особенности тенденций развития строительной индустрии оказывают определяющее влияние на внутренние бизнес-процессы предприятий. Таким образом, важнейшим этапом в процессе разработки информационного обеспечения управления экономическим развитием является этап системного анализа внешней и внутренней среды и моделирования деятельности предприятия.

В ходе достижения важнейшей цели анализа на предприятиях стройиндустрии решаются следующие задачи: определение базовых показателей и источников их получения, использование базовых показателей для нормирования, планирования, прогнозирования и принятия текущих управленческих решений, анализ и корректировка выполнения планов, повышение эффективности использования ресурсов и производства в целом и др.

Анализ и моделирование бизнес-процессов обеспечивает повышение эффективности процедур проектирования и разработки информационной системы за счет удаления лишних этапов, снижения экономических затрат и времени на разработку.

Важным результатом моделирования процессов являются четкие планы и графики работ. Целью проводимых исследований является формализация, уточнение этапов, повышение эффективности процесса проектирования и разработки технологического обеспечения информационной инфраструктуры [10].

От успеха проведения этого этапа зависит успех проекта разработки информационного обеспечения системы управления экономическим развитием в целом.

Для предприятий стройиндустрии характерны свои особенности развития и функционирования, которые следует учесть при проектировании системы информационного обеспечения.

Задача проектирования и разработки системы, предназначенной для автоматизации процессов поддержки принятия решений в области управления экономическим развитием предприятий стройиндустрии, складывается из представленных ниже компонентов.

1. Исследование предметной области. Изучение сущности экономического развития промышленного предприятия, факторов на него влияющих, критериев оценки [3].

2. Анализ требований, предъявляемых к автоматизации процессов поддержки принятия решений в области управления экономическим развитием.

3. Обзор современных программных систем в области программного обеспечения поддержки принятия управленческих решений, анализа их функциональных возможностей и экономических показателей.

4. Исследование особенностей экономического развития предприятий стройиндустрии.

5. Выбор средств проектирования бизнес-процессов, средств концептуального моделирования базы данных, средств разработки базы данных.

6. Моделирование бизнес-процессов систем поддержки принятия управленческих решений в области управления экономическим развитием. Построение контекстных диаграмм бизнес-процессов, а также диаграмм потоков данных.

7. Проектирование инфологической модели «сущность-связь», описывающей базу данных предприятий стройиндустрии. Определение сущности предметной области и их атрибутов.

8. Разработка логической и физической схемы данных реляционных отношений между

таблицами базы данных предприятий стройиндустрии.

9. Проведение тестирования основных функций программы.

10. Анализ результатов тестирования разработанной системы.

Даже при не соблюдении каких-либо требований или инструкций при работе, система должна реагировать выдачей предупреждающих сообщений и сообщений об ошибках и не приводить к возникновению фатальных сбоев и ошибок.

11. Проведение анализа экономической эффективности. Затраты на создание и функционирование должны быть ниже получаемого эффекта.

Эффективная деятельность любой организации базируется на информационных потоках, которые должны четко отслеживаться и представлять собой управляемые процессы.

Информационное обеспечение поддержки принятия решений в области управления экономическим развитием предприятий стройиндустрии позволяет повысить оперативность поиска нужного документа, ускоряет обмен информацией внутри организации (снижение рисков утраты или порчи документа), снижает риск несанкционированного доступа к документам, избавляет от необходимости многократного копирования и распечатки документов, повышает эффективность стратегического планирования.

Согласно планам модернизации отечественной промышленности и развитию инфраструктуры строительного комплекса, а также задачам увеличения ввода жилья к 2020 году до 140 млн. кв. м, Правительством Российской Федерации в мае 2011 года была утверждена «Стратегия развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения Российской Федерации на период до 2020 года» [12].

В ней были рассмотрены и зафиксированы только основные (базовые) строительные материалы и изделия от наличия, которых в первую очередь зависит возможность модернизации и технологического развития производственной базы и увеличения объемов индустриального домостроения, особенно жилищного строительства.

По расчетам разработчиков Стратегии, отрасль в обновленном виде должна обеспечить потребности в материалах, необходимых для возведения 140 млн. кв. м жилья ежегодно, что предполагало увеличение потребления основных стройматериалов в целом в 2–2,5 раза, нерудных материалов – в 3,2 раза, а деревянных домокомплектов заводского изготовления – в 4,8 раза.

В «Стратегии развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения Российской Федерации на период до 2020 года» ставилась задача постепенного обновления отрасли в 2 этапа:

Первый этап – до 2015 года были запланированы мероприятия по модернизацию действующих производств и подготовка к размещению новых;

Второй этап – с 2015 по 2020 год – строительство конкурентоспособных экологически безопасных предприятий, способных выпускать инновационную продукцию, создание производств по выпуску промышленного оборудования. Анализируя документы Стратегий отраслевого планирования стройиндустрии можно сделать вывод об отсутствии системного подхода к обеспечению сбалансированного развития субъектов Российской Федерации, входящих в состав федерального округа.

В действующих отраслевых программах региональный разрез представлен, как правило, недостаточно. Большинство подготовленных на ее основе региональных отраслевых программ, к сожалению, находятся в горизонте только краткосрочного планирования и не всегда согласуется даже с существующими стратегиями регионального развития, а тем более с федеральными отраслевыми стратегиями.

Разделы региональных программ (анализ состояния отрасли; региональные приоритеты в развитии отрасли; механизмы реализации стратегии; целевые индикаторы и мониторинг реализации стратегии) сформулированы по большей части научно, формально и поверхностно – это в итоге влияет на реальную достоверность, качество и эффективность исполнения отраслевых программы.

Отсутствие в отраслевых документах конкретных предложений по развитию территорий затрудняет разработку качественных планов, концепций, доктрин и стратегий социально-экономического развития муниципалитетов, субъектов и округов Российской Федерации и вызывает серьезные вопросы по поводу распределения федеральных финансовых ресурсов на развитие объектов стройиндустрии по территории страны и достижения необходимого синергетического эффекта для развития регионов.

В силу этого попадание многих объектов стройиндустрии для финансирования в федеральные адресные инвестиционные программы носит не всегда аргументированный и субъективный, а порой и коррупционный характер. Это может привести к неэффективному расходованию бюджетных средств, низкой результативности запланированных инвестиционных мероприятий,

проводимых в рамках существующих отраслевых программ и программ экономического и социального развития территорий.

Главная же проблема региональных отраслевых Стратегий и Схем размещения и развития производительных сил промышленности строительных материалов – нерациональное территориальное размещение производственных мощностей объектов стройиндустрии [13–15].

Важную роль в выстраиваемой системе отраслевого планирования регионального развития в Российской Федерации занимают стратегии социально – экономического развития федеральных округов. В настоящее время распоряжениями Правительства Российской Федерации утверждены стратегий почти всех федеральных округов и отдельных территорий.

Принцип сочетания отраслевого, регионального и федерального аспектов планирования требует, чтобы отраслевые планы разрабатывались с учетом интересов данной территории и рационального использования местных ресурсов.

Отраслевое планирование позволяет осуществлять единую техническую политику в каждой отрасли, выявлять спрос на продукцию отрасли, поддерживать необходимые пропорции (внутриотраслевые, межотраслевые и межрегиональные кооперационные связи), использовать передовой опыт и решать другие задачи.

Стратегия социально-экономического развития федерального округа должна включать направления, показатели, меры и пути реализации задач, которые поставлены перед отраслями экономики и социальной сферы на конкретной территории, а, следовательно, должна стать критерием для оценки.

Территориальное планирование позволяет обеспечить обоснованное комплексное развитие хозяйства регионов, определить рациональные варианты размещения предприятий различных отраслей, формирования территориально-производственных комплексов и промышленных узлов, направления хозяйственного освоения новых территорий и решение социальных и экологических проблем.

Соблюдение этого принципа способствует в перспективе повышению эффективности отраслевого производства, обеспечению сбалансированного территориального развития субъектов, росту благосостояния народа и улучшению состояния окружающей среды.

Выводы. Экономическое развитие предприятий строительной индустрии в значительной степени зависит от информационного обеспечения. На рынке информационных ресурсов отсутствуют комплексные информационные системы поддержки принятия решений для обеспечения

устойчивости, гибкости, гармоничности и целевой направленности экономического развития. Доля предприятий, осуществлявших технологические инновации, составляет около – 8%. Среди основных причин такого положения отсутствие эффективной системы информационного обеспечения управления развитием предприятий строительной индустрии.

Информационное обеспечение поддержки принятия решений в области управления экономическим развитием предприятий стройиндустрии позволит дополнить информацию об особенностях развития строительной индустрии в разрезе национальной экономики и региона, способствует повышению эффективности и оптимизации разрабатываемой региональной экономической и информационной политики хозяйствующих субъектов.

**Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попова Г.Л. Строительство и рынок недвижимости: анализ влияния на рост налогового потенциала // Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16, вып. 6. С. 1170–1186.
2. Демура Н.А. Основные подходы к управлению развитием предприятия // Социально-гуманитарные знания. 2014. №8 С. 266–273.
3. Демура Н.А. К вопросу о классификации факторов экономического роста и развития // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 130–134.
4. Rudychev A.A., Nikitina E.A., Gavrilovskaya S.P. Mathematical model of adoption of the administrative decision as means of increase of competitiveness of the industrial enterprise // World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 25. № 1. С. 113–118.
5. Чижова Е.Н., Урсу И.В., Аркатов А.Я. Инновационное развитие: проблема единства понимания // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 2. С. 85–88.
6. Об итогах социально-экономического развития Российской Федерации в 2016 году. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL.: https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=176zK5QgkHXbsyMC%2BYum7zLkRsV7InVybcI6Imh0dHBzOi8vbmFuZ3Mub3JnL2FuYWx5dGljcy9kb3dubG9hZC8xMzZfY2FkOWU2MWQxNDJmN2MxMTk3MzliZjQ1Mzg4OWRhY2liL2J0aXRzZSI6IjEzN19jYWQ5ZTYxZDE0MmY3YzExOTczOWJmNDUzODg5ZGFjYiIsInVpZCI6IjAiLCJ5dSI6IjE5MzUyMDc5NDE0MTk5MzZmOTMlLCJub2lmcmlFtZSI6dHJ1ZSwidHMlOjE1MDU5ODQ4MTQ0NTh9&page=1&lang=ru
7. Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL.: <http://www.gks.ru>
8. Бетон.Ру: Информационно-аналитический сайт [Электронный ресурс]. URL.: <http://beton.ru/news/detail.php?ID=426780>
9. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области [Электронный ресурс]. URL.: <http://belg.gks.ru>
10. Ломакин В.В., Никитин В.М., Мишунин В.В. Информационная поддержка принятия управленческих решений при реализации инновационных проектов в области нанотехнологий // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2010. Т. 19. № 16-1. С. 65–72. [Электронный ресурс]. URL.: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-podderzhka-prinyatiya-upravlencheskih-resheniy-pri-realizatsii-innovatsionnyh-proektov-v-oblasti-nanotekhnologii>
11. Горбунова Ю.И., Гладышева А.В., Горбунова О.Н. Информационное обеспечение экономической деятельности на современном этапе социально-экономического развития. КиберЛенинка. №2 (060). 2014. [Электронный ресурс]. URL.: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnoe-obespechenie-ekonomicheskoy-deyatelnosti-na-sovremennom-etape-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya>
12. Павлова М.А., Демура Н.А. Современные проблемы строительной индустрии // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов: межвуз. сб. ст. Под ред. В.С. Богданова. Белгород, 2016. 349 с. Вып. XV. С. 330–335.
13. Schetinina E.D., Starikova M.S., Borzenkova K.S., Chizhova E.N., Androsova G.A. The development of the business strategy based on the commercialization of innovations // International Journal of Applied Engineering Research. 2014. Т. 9. № 22. С. 16881–16890.
14. Seliverstov Y.I., Afanasiev I.V., Ovtcharova N.V., Veretennikova I.I., Rozdolskaya I.V. Commercialization prospect influence on intellectual property assessment // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 12. С. 1114–1119.
15. Рудычев А.А., Селиверстов Ю.А., Кузнецова И.А. и др. Актуальные проблемы развития хозяйствующих систем. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 256 с.

Информация об авторах

Демура Наталья Анатольевна, доцент кафедры Экономики и организации производства

E-mail: ndemura@mail.ru.

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

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

Ярмоленко Любовь Ивановна, доцент кафедры Экономики и организации производства E-mail: lu-box@yandex.ru.

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

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

Поступила в шоле 2017 г.

© Демура Н.А., Ярмоленко Л.И., 2017

Demura N.A., Yarmolenko L.I.

**INFORMATION SUPPORT, STATE AND PROSPECTS OF ECONOMIC DEVELOPMENT
OF ENTERPRISES OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY**

At present, the problem of information support for the economic development of economic entities at various levels has become acute.

In this connection, the actual task of the enterprises of the construction industry is to obtain accessible information resources for making managerial decisions. In the rapidly changing dynamics of the construction market and the need for prompt management decisions on the formation of tactics and strategies for the economic development of enterprises in the industry, it seems necessary to develop a list of key indicators of economic development and sources of information to obtain them.

The results obtained will allow supplementing information on the specifics of the development of the construction industry in the context of the national economy and the region. The trends revealed during the research make it possible to conclude that the role of information support for the development process is strengthening. The results of the research can be used in the development of regional economic and information policies of economic entities.

Keywords: *economic development, information support, construction industry.*

Information about the authors

Demura Natalia Anatoliievna, Assistant professor.

E-mail: ndemura@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Yarmolenko Lyubov Ivanovna, Assistant professor.

E-mail: lu-box@yandex.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in July 2017

© Demura N.A., Yarmolenko L.I., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c743e50e2.47110809

Бухонова С.М., д-р экон. наук, проф.,
Сергеева С.А., канд. эконом. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПРОБЛЕМЫ РЕИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ*

sergeeva_s@inbox.ru

В статье рассмотрены проблемы, стоящие на пути ускоренной реиндустриализации российской промышленности, курс на которую взят Правительством РФ в 2014 году. В качестве основных проблем в исследовании указываются высокая импортозависимость страны в сырье, техники, технологиях и слабая диверсификация производства. Тесная связь данных проблем позволяет решать их одновременно, проводя диверсификацию производства по направлениям, требующим скорейшего импортозамещения. В статье отмечено, что ускоренное прохождение пятого технологического уклада и переход России к шестому технологическому укладу в условиях ограниченности ресурсов и времени возможен за счет форсированного развития приоритетных отраслей промышленности, выбор которых обоснован на основе анализа статистических данных, изучения и обобщения информации основополагающих программных документов и документов стратегического планирования Российской Федерации. В конце исследования сделаны выводы, что приоритетные отрасли развиваясь синхронно, будут оказывать поддержку друг другу, ускоряя решение вопросов импортозамещения и диверсификации в каждой из данных отраслей, а также оказывая значительный мультипликативный эффект на развитие прочих смежных отраслей, которые начнут развиваться «второй волной», вслед за «локомотивами».

Ключевые слова: промышленная политика, реиндустриализация, экономическая рецессия, технологический уклад, импортозамещение, диверсификация, инновационные технологии.

Восстановление глобальной экономики после мирового финансового кризиса 2008 года, на сегодняшний день еще не завершено. Сложная геополитическая обстановка и возросшие финансовые риски, существенно замедляют это восстановление. В России мировой финансовый кризис заострил внимание на внутренних системных проблемах ее современного экономического развития, без решения которых выход из затянувшейся экономической рецессии невозможен. К таким системным внутренним проблемам относятся: стратегическая исчерпанность экспортно-сырьевой модели экономики, сокращение инвестиций в основной капитал на фоне существенной доли износа основных средств, недостаточность финансовой поддержки инновационной деятельности предприятий со стороны государства, ориентация инновационной деятельности преимущественно на имитации и заимствования, усиливающая техническая и технологическая зависимость России от развитых стран. Данные системные проблемы усугубляются введенными против России в 2014 году и действующими до сих пор экономическими санкциями, и усилением глобальной конкуренции.

Для выхода из затянувшейся экономической рецессии Правительством Российской Федерации был взят курс на реиндустриализацию [1], определяющим вектором которой является раз-

витие промышленного потенциала страны и создание высокотехнологичных инновационных производств, как в масштабах национальной экономики, так и в рамках отдельных регионов.

Актуальность данной цели подчеркивается тем, что в развитых странах мира, в первую очередь, в США, Японии и КНР уже начал формироваться шестой технологический уклад, характеризующийся активным внедрением инновационных наукоемких технологий, таких как нано- и биотехнологии, альтернативная энергетика, технологии, основанные на обработке Больших Данных (Big Data), виртуальной и дополненной реальности и квантовых вычислениях.

Согласно ритмам смены технологических укладов, во времени, в соответствии с теорией длинных волн Н. Кондратьева [2], в фазу зрелости шестого уклада по теоретическим расчетам мир войдет в 2040 г., однако в связи с ускорением научно-технического прогресса и сокращением длительности научно-производственных циклов это может произойти и ранее [3].

Между зрелым, доминирующим в настоящее время и новым, только зарождающимся технологическим укладом существует преемственность. Зрелый технологический уклад является источником базовых материальных, финансовых и интеллектуальных ресурсов для формирования нового уклада.

Поясним свою позицию на примере. Преобладающими видами коммуникаций и связи первого уклада были водные каналы, второго уклада – железные дороги, в третьем укладе по мере развития транспорта, к железным дорогам добавилось автомобильное сообщения и авиаперевозки, в четвертом укладе коммуникация и связь была уже основана на электропередаче данных, в пятом укладе – на телекоммуникациях, а шестой уклад будет базироваться на широком использовании глобальных информационных сетей в рамках глобальной информационной инфраструктуры.

Таким образом, если в стране не будут на должном уровне развиты отдельные виды телекоммуникаций пятого уклада (мобильная связь, сети передачи данных (беспроводные, оптоволоконные), спутниковые системы связи, цифровое и аналоговое телевидение, системы глобального позиционирования, IP-телефония, электронный банкинг), об использовании более сложных цифровых технологиях шестого уклада не может быть и речи, т.к. конвергенция техники и технологий, используемых в области телекоммуникаций, компьютеров и потребительской электроники – базовый ресурс для создания глобальных информационных сетей.

В России же на сегодняшний день доля технологий пятого уклада составляет всего 10 %, более 50 % технологий относится к четвертому

уровню, а почти треть – и вовсе к третьему [4]. Безусловно, экономика отдельно взятой страны не может принадлежать единственному технологическому укладу, но процент принадлежности действующему на данном этапе развития укладу определяет степень и эффективность ее развития.

Некоторые современные экономисты и политики считают, что «догонять» западные страны России поздно, и отставание перехода производительных сил на более высокий уровень развития можно преодолеть только за счет «скачка» через пятый уклад [4, 5], который «мы практически полностью упустили» [5] однако при этом отмечают что, «при сложившихся формах и методах управления, организации и финансирования работ подобный прорыв осуществить не удастся» [4]. Такой активный «прорыв» требует научно-технического задела, соответствующих ресурсов, которых на сегодняшний день, к сожалению, не достаточно. Основные макропоказатели, характеризующие эффективность экономики России за 2008–2016 годы указывают на продолжение стагнации отечественного производства, снижение индекса производительности труда в целом по экономике, низкую долю инвестиций в основной капитал, высокую степень износа основных фондов, достигающую 50 % и выше по отдельным видам экономической деятельности, снижение инновационной активности организаций (таблица 1).

Таблица 1

Макропоказатели эффективности и развития экономики России за 2008-2016 годы

Показатели	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Индекс физического объема ВВП, в % к предыдущему году	105,2	92,2	104,5	104,3	103,5	101,3	100,7	97,2	99,8
Индекс производительности труда в целом по экономике, в % к предыдущему году	104,8	95,9	103,2	103,8	103,5	101,8	100,7	97,8	98,9
Доля инвестиций в основной капитал в ВВП в текущих ценах, в % к общей сумме инвестиций ¹⁾	21,4	20,9	20,6	19,2	19,5	19,5	20,5	19,6	20,4
Степень износа основных фондов в Российской Федерации на конец года, в %	45,3	45,3	47,1	47,9	47,7	48,2	49,4	47,7	48,7*
Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП в % к общей сумме ВВП	н/д	н/д	н/д	19,6	20,1	21,0	21,8	21,5	22,4
Инновационная активность организаций (удельный вес организаций, осуществлявших инновации, в общем числе обследованных организаций), в %	9,4	9,3	9,5	10,4	10,3	10,1	9,9	9,3	н/д
Доля внутренних затрат на исследование и разработки в ВВП по Российской Федерации, в %	1,04	1,25	1,13	1,02	1,05	1,06	1,07	1,10	н/д

¹⁾ Данные, начиная с 2014 г., рассчитаны в соответствии с методологией СНС-2008, включают результаты научных исследований и разработок, а также системы вооружения и не сопоставимы с данными за предыдущие годы

* Данные предварительные

Источник: составлено авторами по материалам Росстата, 2008-2016 [18].

Таким образом задачей текущего этапа реализации промышленной политики России является быстрое «прохождение» пятого технологического уклада за счет реализации программы реиндустриализации и развитие промышленного капитала на новых технологических принципах в целях осуществления перехода страны к шестому технологическому укладу, иными словами, в создании реальной эффективной экономики на базе передовых инновационных технологий, с целью ликвидации отставания от зарубежных стран и поддержания экономической безопасности государства.

Начатая в России реиндустриализация по своей сути является новой волной (четвертой по счету) промышленной революции, процессом модернизации производства, проектирования и создания новых индустриально-технологических цепей с учетом достижений научно-технического прогресса. Сам термин, «реиндустриализация» заимствован из США, в которой четвертая промышленная революция получила название Re-industrialization. Реиндустриализация – это экономическая политика, представляющая набор мероприятий, направленных на плановое восстановление индустриально-технологической основы экономической системы за счет мер макроэкономического, институционально-организационного, правового, структурно-инвестиционного характера, касающихся не только промышленных организаций как таковых, но и всей вспомогательной инфраструктуры.

В Российской Федерации вопросы реиндустриализации прямо или косвенно озвучены практически во всех документах стратегического планирования, разрабатываемых в рамках целеполагания на федеральном, региональном и местном уровнях.

Так в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации на долгосрочный период [6] в п. 20. отмечено, что в ближайшие 10–15 лет приоритетами научно-технологического развития России следует считать те направления, которые позволят получить научные и научно-технические результаты и создать технологии, являющиеся основой инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг, устойчивого положения России на внешнем рынке и обеспечат переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта; переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, высокотехно-

логичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения и др. создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства.

В п. 4. Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [7] сказано, что вариант инерционного (ориентированного на импорт) технологического развития «с большой вероятностью приведет к дальнейшему ослаблению национальной инновационной системы и усилению зависимости экономики от иностранных технологий». Здесь же отмечено, что результат реализации такого варианта не соответствует целям и ориентирам развития российской экономики, обрекает Россию на технологическое отставание от ведущих стран Запада, а в перспективе – на проигрыш в конкуренции новым индустриальным странам и, следовательно, является неприемлемым. Оптимальным, наиболее предпочтительным вариантом для России в современных условиях называется догоняющий вариант развития экономики (который ориентирован на перевооружение экономики на основе импортных технологий, а также на локальное стимулирование развития российских разработок), с элементами лидерства в отдельных научно-технических секторах.

В государственной программе Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» [8], разработанной в 2014 году, в числе приоритетных задач называются: обновление технологической и материальной базы отраслей промышленности; обеспечение потребности промышленности в технологичных и экологичных традиционных и новых материалах; расширение производства и экспорта современной высокотехнологичной промышленной продукции.

Однако, решение перечисленных задач на практике затруднено рядом проблем, основные из которых – это существенная диспропорция объемов экспорта и импорта продукции, в сторону экспорта сырья и энергоресурсов, высокая импортозависимость, малая диверсификация отечественного производства и низкий уровень технологического развития отраслей промышленности [9].

В целях поиска путей решения обозначенных выше проблем, стоящих на пути реиндустриализации российской промышленности, обратимся к анализу официальных фактических данных Федеральной таможенной службы РФ по объемам и структуре внешней торговли, а также

статистическим показателям Росстата, отражающим текущее состояние, тенденции развития российской промышленности и уровень технологического развития отдельных отраслей.

По данным Росстата и Банка России за исследуемый период времени наблюдается снижение объемов внешнеторгового оборота России как абсолютных значений, так и в процентах к предыдущему году (таблица 2).

По данным Федеральной таможенной службы РФ за 2016 г. (спустя три года после запуска государственной программы по развитию промышленности) структура объемов импорта и экспорта остается несбалансированной (таблицы 3).

Таблица 2
**Внешняя торговля Российской Федерации
(по методологии платежного баланса;
в фактически действовавших ценах)**

млрд. долларов США

Показатели	2014	2015	2016
Внешнеторговый оборот	805,8	534,4	473,2
Экспорт	497,8	340,3	281,8
Импорт	308,0	194,1	191,4
Сальдо торгового баланса	189,7	146,3	90,4
В процентах к предыдущему году			
Внешнеторговый оборот	93,2	66,3	88,5
Экспорт	95,1	68,4	82,8
Импорт	90,2	63,0	98,6

Источник: составлено авторами по данным Росстата и Банка России [19].

Таблица 3

**Структура экспорта и импорта Российской Федерации за январь-декабрь 2016 г.
(удельный вес, в % от денежного выражения)**

Наименование товарной отрасли	Экспорт			Импорт		
	Страны дальнего зарубежья	Страны СНГ	Все страны	Страны дальнего зарубежья	Страны СНГ	Все страны
ВСЕГО	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье (кроме текстильного)	3,20	8,42	3,78	12,47	22,39	13,55
Минеральные продукты	38,84	25,90	37,42	0,79	9,67	1,76
Топливо-энергетические товары	38,27	24,59	36,76	0,47	3,73	0,83
Продукция химической промышленности, каучук	3,73	11,71	4,60	18,96	13,70	18,38
Кожевенное сырье, пушнина и изделия	0,05	0,11	0,06	0,48	0,17	0,44
Древесина и целлюлозно-бумажные изделия	2,02	3,34	2,17	1,70	2,96	1,84
Текстиль, текстильные изделия и обувь	0,06	1,32	0,20	5,78	7,44	5,96
Драгоценные камни, драгоценные металлы и изделия из них	2,16	0,44	1,97	0,19	0,67	0,24
Металлы и изделия из них	6,14	8,85	6,44	5,32	13,32	6,20
Машины, оборудование и транспортные средства	4,49	12,61	5,38	49,97	22,46	46,96
Другие товары	1,03	2,70	1,22	3,88	3,47	3,84

Источник: составлено авторами по материалам Федеральной таможенной службы, 2016 [20].

Основой российского экспорта в страны дальнего зарубежья по-прежнему остаются топливно-энергетические товары и минеральные продукты (нефть сырая, газ, уголь), удельный вес которых в товарной структуре экспорта в эти страны составил 38,27 и 38,84 % соответственно.

В товарной структуре экспорта в страны СНГ в январе-декабре 2016 года также преобладает доля топливно-энергетических товаров и минеральных продуктов, с удельным весом в 24,59 % и 25,90 % соответственно.

В товарной структуре импорта из стран дальнего зарубежья наибольший удельный вес

приходится на машины, оборудование и транспортные средства (49,97 %). Второе место в структуре отраслевых товаров приходится на продукцию химической промышленности и каучук (18,96 %), на третьем месте продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье с удельным весом в 12,47 %.

Доли импортных товаров, поступающий в Россию из стран СНГ распределились следующим образом: на первом месте машины, оборудование и транспортные средства (22,46 %), на втором месте продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье (22,39 %), на третьем

месте продукция химической промышленности и каучук (13,7 %).

Отдельные исследования [см., например, [10)], посвященные проблемам реализации промышленной политики в Российской Федерации также указывают на дисбаланс структуры экспорта и импорта отдельных отраслей. Так, Дранев Я., отмечает, что к 2010 году объем импорта как готовой продукции автомобильной продукции, так и компонентов для их сборки увеличился в 20 раз, при этом отношение экспорта российской автомобильной продукции к импорту сохранился на минимальном уровне – всего около 9–12 % от объема импорта. Отчетные данные Стратегии развития автомобильной промышленности на период до 2020 года также показывают, что предпринятые правительством меры пока не обеспечивают импортозамещения в достаточном объеме [10].

Оценка зависимости российской экономики от импорта высокотехнологичных товаров, проведенная научными сотрудниками и экспертами Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования совместно с ведущим

экономистом Банка России [11] подтверждает, что Россия на сегодняшний день является узко-нишевым производителем высокотехнологичной продукции со слабыми конкурентными позициями по большинству товаров и крайне высокой зависимостью химической (в том числе фармацевтической) промышленности и машиностроения (по широкому спектру товаров) от импорта из стран, введших против нее санкции.

В тоже время, в истекшие три года налицо попытки улучшения ситуации, предпринимаемой со стороны государства и частных корпораций. В частности, растет удельный вес продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП, число используемых передовых технологий и нанотехнологий (таблица 4). Однако динамика развития не всегда равномерна из-за сказывающегося финансового кризиса и ухудшения внешнеполитической ситуации: в 2016 г. по сравнению с 2015 г. снизилась изобретательская активность, объем выпуска высокотехнологичных материалов для nanoиндустрии и число принципиально новых передовых производственных технологий.

Таблица 4

Основные показатели, характеризующие инновационное развитие экономики России за 2014-2016 гг.

Наименование показателя		2014 г.	2015 г.	2016 г.
1.	Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП, %	21,8	21,5	22,4
2.	Индекс изменения производительности труда в целом по экономике, в % к предыдущему году	102,2	100,7	97,8
3.	Число разработанных передовых производственных технологий	1 409	1 398	1 534
4.	Число разработанных передовых производственных технологий новых для России	1 245	1 223	1 342
5.	Число принципиально новых разработанных передовых производственных технологий	164	175	192
6.	Число используемых передовых производственных технологий	204 546	218 018	232 388
7.	Число разработанных нанотехнологий	443	505	494
8.	Число используемых нанотехнологий	937	1 152	1 166
9.	Коэффициент изобретательской активности (число отечественных патентных заявок на изобретения, поданных в России в расчете на 10 тыс. человек населения)	1,65	2,00	1,83
10.	Производство высокотехнологичных материалов для nanoиндустрии в натуральном выражении, тыс. тонн	306	307	304
11.	Доля высокотехнологичных товаров в общем объеме экспорта	10,0	12,8	14,5
12.	Доля высокотехнологичных товаров в общем объеме импорта	61,2	58,7	61,3

Источник: составлено авторами по материалам Росстата, 2014, 2015, 2016 [19].

Перечень приоритетных и критических видов продукции, услуг и программного обеспечения, который необходимо импортозаместить в ближайшей перспективе, сформированный Минпромторгом РФ, охватывает 23 отрасли и сегмента, включает более 800 видов критически необходимой продукции и технологий [12]. Иссле-

дование данного Перечня подтверждает факт высокой импортозависимости России на сегодняшний день, хотя научно-технологический задел для импортозамещения, безусловно существует. Например, в тяжелом машиностроении доля импорта составляет 60–80 %, в легкой промышлен-

ности – 70–90 %, в радиоэлектронной промышленности – 80–90 %, в фармацевтике и медицинской промышленности – 70–80 % [13].

Рассмотренные выше проблемы тесно взаимосвязаны между собой. С одной стороны, низкий уровень технологического развития многих отраслей промышленности, и, как следствие, выпуск неконкурентоспособной продукции, не позволяет российским предприятиям выйти на мировой рынок, и тем самым диверсифицировать экспорт продукции, увеличить его объем. С другой стороны, при сложившихся ценах на минеральное топливо и энергетические товары, выгоднее и проще пополнять бюджет за счет «нефтедолларов», чем развивать другие отрасли производства. Отсюда и высокая доля импортных товаров на отечественном рынке – не всегда качественных, но чаще всего более дешевых, чем российские.

В связи с тесной взаимосвязанностью и взаимозависимостью данных проблем, считаем возможным их параллельное и одновременное решение в достаточно сжатые сроки, диктуемые настоятельным требованием сформированного перехода России к шестому технологическому

укладу. Для этого необходимо определить ограниченное число приоритетов промышленного развития, и не заниматься импортозамещением и диверсификацией всего и сразу в силу недостаточности на это ресурсов и времени, а также в связи с тем, что «расширение круга приоритетов промышленной политики, привело к размыванию самого понятия «приоритета» и утрате им исходной операционности как инструмента концентрации усилий на определенных направлениях» [14].

Следует выделить так называемые «точки роста» – активно развивающиеся на сегодняшний день отрасли и подотрасли, которые могут служить локомотивом реиндустриализации помимо нефтегазовой отрасли. Такими отраслями на наш взгляд являются сельское хозяйство, связанная с сельским хозяйством пищевая промышленность.

Как показывают данные таблицы 5, сельское хозяйство (включая охоту и лесное хозяйство) по итогам 2016 г. вышло на лидирующие позиции, стало первым сектором по росту производства (103,5 % к предыдущему году), опережая производство и распределение электроэнергии, газа и воды (102,4 % к предыдущему году).

Таблица 5

Индекс физического объема ВВП и валовой добавленной стоимости по видам экономической деятельности, в % к предыдущему году

Валовой внутренний продукт по видам экономической деятельности	2016 г.	Справочно 2015г.
Валовой внутренний продукт в рыночных ценах	99,8	97,2
в том числе:		
сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	103,5	103,0
рыболовство, рыбоводство	97,9	100,8
добыча полезных ископаемых	100,2	100,4
обрабатывающие производства	101,4	95,9
производство и распределение электроэнергии, газа и воды	102,4	98,8
строительство	95,7	95,1
оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	96,4	91,9
гостиницы и рестораны	96,5	95,5
транспорт и связь	100,4	99,1
финансовая деятельность	102,3	94,0
операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	100,9	99,5
государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование	100,0	103,0
образование	100,1	100,2
здравоохранение и предоставление социальных услуг	98,0	100,2
предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	100,6	101,0
деятельность домашних хозяйств	98,0	99,0

Источник: составлено авторами по материалам Росстата, 2016 [18].

По заявлению министра сельского хозяйства Александра Ткачева «Россия за время действия продовольственного эмбарго сократила импорт продовольствия в три раза – с \$60 млрд. до \$20 млрд» [15].

Мониторинг научно-инновационного потенциала АПК показывает, что только за один 2015 год научными учреждениями было создано 335 сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, 7 селекционных форм животных,

птицы, рыб и насекомых, разработано 273 новых и усовершенствованных технологий. Минсельхозу России и сельхозорганам субъектов Российской Федерации передано для освоения в производстве около 500 наименований научно-технической продукции, многие из которых защищены патентами и авторскими свидетельствами [16].

Таким образом, сельское хозяйство России можно считать одной из наиболее активно развивающихся отраслей экономики за последние годы даже несмотря на санкции и продовольственное эмбарго [17], которая практически полностью (на 80–90 % по мясу, молоку, яйцам, овощам, более чем на 100 % по зерну и картофелю) обеспечивает продовольственную безопасность России (таблица 6).

Таблица 6

Уровень самообеспечения¹⁾ основной сельскохозяйственной продукцией по Российской Федерации за 2008-2015 гг.²⁾, в процентах

Продукция	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Зерно	н/д	н/д	93,3	135,9	108,3	140,6	153,7	149,1	н/д
Мясо	66,6	70,6	72,2	74,0	76,1	78,5	82,8	88,8	н/д
Молоко	83,2	82,9	80,5	81,5	80,2	77,5	78,6	80,4	н/д
Яйца	98,9	98,8	98,3	98,0	98,0	98,0	97,6	98,2	н/д
Картофель	100,0	102,0	75,9	113,0	97,5	99,4	101,1	105,1	н/д
Овощи и продовольственные бахчевые культуры	86,8	87,3	80,5	93,2	88,7	88,2	90,2	93,7	н/д

1) Уровень самообеспеченности по отдельным видам сельхозпродукции определяется как процентное отношение производства соответствующих видов продукции сельского хозяйства к потреблению их на территории страны

2) На дату выпуска статьи официальных статистических данных за 2016 год не имеется

Источник: составлено авторами по материалам Росстата 2008–2016 [19].

Помимо сельского хозяйства и пищевой промышленности, внимание также следует обратить на химическую промышленность (в том числе фармацевтику), машиностроение и металлообработку. У данных отраслей крайне низкие конкурентные позиции на сегодняшний день [11], в тоже время – это стратегически важные, с точки зрения национальной безопасности, отрасли.

Химическая промышленность предоставляет всем без исключения отраслям исходные материалы, продукты или готовые изделия. Особенно остро продукция химического производства востребована в сельском хозяйстве, энергетике, промышленности, строительстве, авиастроении и радиоэлектронике.

Машиностроение и металлообработка считается ядром промышленности, поскольку эти отрасли аккумулируют значительный объем научно-технических результатов и создают новые средства производства для всех без исключения отраслей народного хозяйства.

За металлургическим производством и производством готовых металлических изделий сохраняется функция ресурсного обеспечения инвестиционного процесса в стране, так как металл остается основным конструкционным материалом. От качества поставляемой металлопродукции зависят уровень затрат по их переработке, параметры создаваемых зданий и сооружений, машин и оборудования, их эксплуатационные характеристики.

С точки зрения значимости отраслей для формирования шестого технологического уклада следует

отметить авиастроение (в том числе космическое) и радиоэлектронную промышленность (в том числе производство вычислительной техники, интегральных микросхем и телекоммуникационного оборудования).

Для России, имеющей огромную территорию и протяженные границы, гражданская и военная авиация имеет важнейшее значение для обеспечения национальной безопасности и бесперебойного транспортного сообщения, особенно в местах где нет автомагистралей или железных дорог. Развитие авиастроительной отрасли научно-материало- и трудоемко, тесно связано и взаимодействует практически со всеми отраслями народного хозяйства: металлургическим производством и машиностроением, топливной промышленностью, энергетикой, химической промышленностью и многими другими.

Радиоэлектроника – самая быстрорастущая отрасль промышленности в мире, в которой реализуется большое число инновационных проектов, катализатор научно-технического прогресса важнейших отраслей народного хозяйства. Уровень развития и объемы производства ее основных изделий – интегральных микросхем (ИМС) – во многом определяет оборонный, экономический и культурный потенциалы страны. Недаром по современной классификации к научно и технически развитым странам могут относиться лишь те, которые способны массово производить мощные персональные компьютеры и компьютерные системы на базе собственных ИМС.

Именно радиоэлектронная промышленность способствует устойчивому росту таких сегментов как операторское телекоммуникационное оборудование, промышленная электроника, автомобильная электроника, электроника для энергетического оборудования, для медицинского оборудования, для систем безопасности, а также высокопроизводительные системы обработки информации.

Взаимосвязь и взаимозависимость выбранных отраслей делает обоснованным их выбор в качестве приоритетных.

Сырье, комплектующие изделия, материалы, техника и технологии, необходимые для развития отраслей-«локомотивов», стратегически важных отраслей, а также отраслей, т.е. ориентированных на зарождающиеся новые рынки, требуют первоочередного импортозамещения и приоритетного бюджетного финансирования, направленного на их скорейшую модернизацию, наращивание производственных мощностей, повышение эффективности работы и конкурентоспособности.

Следует также понимать, что на первых этапах реиндустриализации, наряду с импортозамещением, отдельные виды изделий и товаров могут и должны приобретаться из-за рубежа (из дружественных и нейтральных по отношению к России стран).

В связи с тем, что 1990-х была почти полностью уничтожена российская селекция семян, её возрождение потребует нескольких лет, при условии масштабной государственной поддержке, создания опытных селекционных станций, НИИ. Следовательно, какое-то время будет сохраняться зависимость от импорта семян.

Производство современного высокотехнологического оборудования (для производства отдельных продуктов питания, не вошедших в отрасли-«точки роста», фармацевтических препаратов) также возможно лишь при условиях больших финансовых вложений и высокой культуры менеджмента.

Безусловно, Правительство РФ принимает системные меры, направленные на поддержку всех без исключения секторов экономики, но приоритетность поддержки перечисленных выше критически важных отраслей, обеспечит основу для реиндустриализации российской экономики в целом. Выбранные отрасли развиваясь синхронно, будут оказывать поддержку друг другу, ускоряя решение вопросов импортозамещения и диверсификации в каждой из данных отраслей, а также оказывая значительный мультипликативный эффект на развитие прочих смежных отраслей, которые начнут развиваться «второй волной», вслед за «локомотивами».

Рассмотренные в статье проблемы, стоящие на пути реиндустриализации российской промышленности и требование скорейшего перехода экономики страны к шестому технологическому укладу тесно взаимосвязаны. Проведение форсированной реиндустриализации возможно лишь на новых технологический принципах, обеспечивающих высокую доходность предприятий и конкурентные преимущества, которые могут проявиться по-разному, например, в монополии на более совершенные, чем у зарубежных партнеров, материалы, технику и технологии, в уменьшении затрат на производство, в более оптимальном соотношении цены и качества продукции.

Даже огромные капиталовложения в развитие отечественного производства без определения приоритетов, не дадут положительного эффекта и будут «размыты» по всем отраслям, по многим десяткам проектов, неизбежно приведут к обилию «долгостроев». Следует помнить о принципе концентрации ресурсов, и сосредоточиться на развитии отраслей, обоснованно выбранных как «точки роста», стратегически важных, с точки зрения экономической и национальной безопасности отраслей, а также отраслей «упреждающего» импортозамещения.

Продукция отраслей-«локомотивов» будет способствовать не только полному удовлетворению внутреннего спроса, но и положит начало диверсификации российского экспорта, снижения зависимости страны от цен на нефтегазовое сырье. Экспортная выручка послужит толчком для воспроизводства и дальнейшего развития данных и смежных отраслей.

Оптимальное сочетание собственных и заимствованных технологических инноваций, благодаря их синергетическому эффекту, позволит добиться высоких устойчивых темпов развития российской экономики.

**Статья выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О промышленной политике в Российской Федерации: федер. закон Рос. Федерации от 31 дек. 2014 г. № 488-ФЗ (ред. от 03.07.2016) // Российская газета. № 1, 12.01.2015.
2. Кондратьев Н.Д. Большие циклы экономической конъюнктуры: Доклад // Проблемы экономической динамики. М.: Экономика, 1989. С. 172–226. (Экономическое наследие).
3. Korotayev A.V., Grinin L.E. Kondratieff Waves in the World System Perspective / Kondratieff Waves: Dimensions and Prospects at the Dawn of the

21st Century. Yearbook. Responsible editors L. E. Grinin, D. Tesselano C., A. Korotayev. Volgograd: Uchitel, 2012. P. 23–64.

4. Каблов Е. Шестой технологический уклад [Электронный ресурс]. Наука и жизнь, №3, 2010. URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/17800/> (дата обращения: 15.09.2017).

5. Рогозин Д. Робот встанет под ружье [Электронный ресурс]. Российская газета. Федеральный выпуск №6240 (264) URL: https://rg.ru/2013/11/22/tehnologii.html?utm_source=rg.ru&utm_medium=offline&utm_campaign=back_to_online (дата обращения: 15.09.2017).

6. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: указ Президента Рос. Федерации от 01 дек. 2016 г. № 642 // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2016. № 49. Ст. 6887.

7. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение правительства РФ от 8 дек. 2011 г. № 2227-р // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2012. № 1. Ст. 216.

8. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»: постановление правительства Рос. Федерации от 15 апр. 2014 г. № 328 (в ред. от 31.03.2017) // Собр. законодательства Рос. Федерации от 5 мая 2014 г. № 18. (часть IV). Ст. 2173.

9. Глаголев С.Н., Моисеев В.В. Проблемы импортозамещения в России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №1. С. 204–208.

10. Dranev Y. N., Kuznetsov B, Kuzyk M., Pogrebnyak E., Simachev Y. Опыт Реализации Промышленной Политики в Российской Федерации в 2000-2012 гг.: Институциональные Особенности, Группы Интересов, Основные Уроки (Experience in Implementing Industrial Policy in the Russian Federation in 2000-2012: Institutional Features, Interest Groups, Main Lessons). М.: РАНХиГС, 2014. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2443928> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2443928>. – p. 136.

11. Gnidchenko A., Mogilat A., Mikheeva O., Salnikov V. Foreign Technology Transfer: An Assessment of Russia's Economic Dependence on High-Tech Imports // Foresight and STI Governance. 2016. Vol. 10. № 1. Pp. 53–67. DOI: 10.17323/1995-459x.2016.1.53.67. P. 62.

12. РФ нужно импортозаместить 800 видов продукции и технологий [Электронный ресурс]. URL: <http://importozamechenie.ru/rf-nuzhno-importozamestit-800-vidov-produkcii-i-technologij/> (дата обращения: 15.09.2017).

13. Глаголев С.Н., Моисеев В.В. Импортозамещение в экономике России. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. С. 275.

14. Simachev Y., Kuzyk M., Kuznetsov B., Pogrebnyak E. Russia on the Path Towards a New Technology Industrial Policy: Exciting Prospects and Fatal Traps // Foresight-Russia. 2014. Vol. 8. № 4. Pp. 12.

15. Глава Минсельхоза заявил о сокращении импорта продуктов втрое за время эмбарго // Интерфакс, от 16 декабря 2016 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.interfax.ru/business/541725> (дата обращения: 15.09.2017).

16. Ушачев И.Г., Санду И.С., Нечаев В.И., Илюхина Р.В., Прокопьев Г.С., Полуин Г.А., Боговиз А.В., Семенова Е.И., Бондаренко Т.Г., Рыженкова Н.Е., Чепик Д.А., Харебава А.Р., Козерод Ю.М., Тарасова Л.П., Мурая Л.И., Воробьева Н.В., Иларионова Г.А., Лагвилава Н.В., Смирнова Л.Н., Гусева А.А., Олонцев А.В., Демишкевич Г. М., Демишкевич Г.М., Свободин В.А., Косолапова М. В., Качкова О.Е., Боташева Л.Х., Таймасханов Х.Э., Сёмина Л.А., Михайлушкин П.В., Барчо М.Х., Палаткин И.В., Атюкова О.К., Афанасьева М.С., Кармышова Ю.В., Ксенофонтова Х.З., Тарасова Т.В., Шатова А.В., Чуворкина Т.Н., Рагулина Ю.В., Васильева И.Е., Веселовский М.Я., Кирова И. В., Глекова В. В., Серeda Д.С., Рыбчинчук К.О., Дорошенко Ю. А., Куприянов С. В., Трошин А. С., Юдина В. И., Слепнева Т. Н., Прохорова Л.А., Зарянкина О. М., Савенко В. Г., Морозова Н. Б., Барсукова Н. В., Афонина В. Е., Губанова Н. В., Дошанова А.И., Синько О. В., Белова И.В., Пименов Е.А., Петухов В.Д., Кокорев А.С. Приоритетные направления инновационного развития АПК современной России: методологические подходы / под ред. И.С. Санду, В.И. Нечаева, Н.Е. Рыженковой. М.: Научный консультант, 2017. С. 81.

17. Глаголев С.Н., Моисеев В.В. Импортозамещение как фактор развития агропромышленного комплекса России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 3. С. 195–200.

18. Технологическое развитие отраслей экономики: Федеральная служба государственной статистики [Электронный портал]. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/ross-tat_main/rosstat/ru/statistics/economydevelopment/ (дата обращения: 15.09.2017).

19. Показатели, характеризующие импортозамещение в России: Федеральная служба государственной статистики [Электронный портал]. – URL:

http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/importexchange/ (дата обращения: 15.09.2017).

20. Таможенная статистика внешней торговли: Таможенная служба Российской

Федерации [Электронный портал]. – URL: http://www.customs.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=13858&Itemid=2095 (дата обращения: 15.09.2017).

Информация об авторах

Бухонова София Мирославовна, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой финансового менеджмента

E-mail: sofiabuh@mail.ru

Белгородский государственный технологический университет им. Шухова.

Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46

Сергеева Светлана Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансового менеджмента

E-mail: sergeeva_s@inbox.ru

Белгородский государственный технологический университет им. Шухова.

Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46

Поступила в августе 2017 г.

© Бухонова С.М., Сергеева С.А., 2017

Buhonova S.M., Sergeeva S.A.

PROBLEMS OF REINDUSTRIALIZATION OF RUSSIAN INDUSTRY ON THE NEW TECHNOLOGICAL PRINCIPLES

The article considers the problems facing the accelerated reindustrialization of Russian industry, the course for which is taken by the Government of the Russian Federation in 2014. The main problems in the study indicate the high dependence on import in raw materials, engineering, technology and weak diversification of production. The close connection of these problems allows us to solve them simultaneously, conducting diversification of production in areas that require a speedy import substitution. The article notes that the accelerated passage of the fifth technological structure and the transition of Russia to the sixth technological structure in conditions of limited resources and time is possible due to the accelerated development of priority industries, the choice of which is based on the analysis of statistical data, the study and compilation of information of the basic program documents and documents strategic planning of the Russian Federation. At the end of the study, it was concluded that the priority sectors developing synchronously will support each other, speeding up the solution of import substitution and diversification in each of these industries, and also having a significant multiplier effect on the development of other related industries that will start developing as a "second wave" following the "locomotives".

Keywords: industrial policy, reindustrialization, economic recession, technological structure, import substitution, diversification, innovative technologies.

Information about the authors

Buhonova Sofia Miroslavovna, DSc, Professor.

E-mail: sofiabuh@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Sergeeva Svetlana Aleksandrovna, PhD, Assistant professor.

E-mail: sergeeva_s@inbox.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in August 2017

© Buhonova S.M., Sergeeva S.A., 2017

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ В РАЗВИТИИ ПРОМЫШЛЕННОГО МАРКЕТИНГА В РОССИИ

gukova@bsu.edu.ru

В данном исследовании рассматривается промышленный маркетинг как база экономической и производственной деятельности предприятий промышленного комплекса региона, в частности, маркетинговая деятельность в качестве инструмента, способствующего повышению уровня конкурентоспособности промышленных предприятий. В работе разработан авторский подход к системе стратегического развития промышленных предприятий на основе использования инструментов маркетинга.

Ключевые слова: промышленный маркетинг, маркетинг, стратегия, инструменты маркетинга.

Введение. В современных условиях хозяйствования коммерческих предприятий маркетинг является одной из ведущих функций управления, которая определяет политику организации в целом. Промышленный маркетинг, как система управления, и как обособленный вид деятельности должен обеспечивать надежную, достоверную информацию о рынке, ассортиментной структуре и динамике спроса, то есть информацию о внешних условиях функционирования предприятия, которая напрямую определяет выручку от продажи и, в конечном итоге, формирует прибыль компании, выпуск такой ассортиментной структуры продукции, которая соответствует требованиям рынка, т. е. максимально удовлетворяет спрос, построение эффективной политики конкурентной борьбы исследуемой организации [1]. Под термином «промышленный маркетинг» понимать вид деятельности, который направлен на повышение эффективности производственной деятельности и сбыта продукции производственно-технического назначения путем исследования и удовлетворения спроса на промышленные услуги и промышленную продукцию. В современных условиях основной функцией промышленного маркетинга [2] является не реклама продукции, а детальный анализ поведения конкурентов с целью прогнозирования их поведения на рынке и работы на опережение путем предоставления потенциальным покупателям наиболее выгодных ценовых предложений. Промышленный маркетинг является базой экономической и производственной деятельности предприятий промышленного комплекса региона, которая позволяет применять современные рыночные механизмы на различных уровнях управления, позволяет получить ответы на актуальные вопросы, включая формирование текущих и перспективных целей модернизации промышленных предприятий [3]. Внесение термино-

логической ясности поможет повысить эффективность в теоретическом аспекте – дальнейших научных изысканий по данному направлению, а в практическом – управления маркетинговой деятельностью на современном практическом предприятии.

Методология. В исследовании различных аспектов управления маркетинговой деятельностью несомненную ценность имеют разработки по формированию и развитию системы промышленного маркетинга на предприятиях, авторами которого являются научные коллективы Государственного университета управления, Российской Академии народного хозяйства и государственной службы, Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова, Государственного университета – УНПК, Румянцев В.С., Кибанов А.Я., Гунин В.Н., Винокуров В.А., Фролова Н.А., Гапоненко А.Л., Панкрухин А.П., Алисов А.Н., Чернявский Н.Ф., Гапонов А.Л., Никитин С.А., Самостроев Г.М. и др. Вместе с тем многие проблемы управления промышленным маркетингом с использованием современных технологий маркетингового аудита оказались не исследованы в полной мере.

Основная часть. В последние годы все большее количество отечественных промышленных компаний рассматривает маркетинговую деятельность в качестве инструмента, способствующего повышению уровня их конкурентоспособности. Руководство предприятий, работающих в различных отраслях промышленности, стремится сосредоточивать усилия компании на работе с клиентами и максимально учитывать требования рынка. Этот всплеск интереса к концепции маркетинга объясняется усилением конкуренции в сфере b-2-b (business-to-business) со стороны иностранных компаний, необходимостью действовать в условиях глобализации и неопределенности экономических и политических тенденций, а также стремлением реагировать на

изменяющиеся требования клиентов. Необходимость сокращать затраты и поддерживать конкурентоспособные цены создает превосходный стимул для управления компанией ради прибыли (а не только ради объемов продаж и доли рынка) и делает управленческие навыки в области маркетинга ключевым элементом бизнес-стратегии предприятия.

В отечественной и зарубежной литературе сущность промышленного маркетинга отражается в создании для клиентов потребительской стоимости товаров и услуг, которые направлены на удовлетворение потребностей организаций и достижение их целей [4]. Эта идея и составляет известную концепцию промышленного маркетинга [15].

Системообразующим, базовым элементом системы маркетинга является промышленное предприятие – производитель, для которого явно характерна двойственная функция и соответственно две роли, реализуемые на соответствующих двух рынках. Предприятие в роли покупателя приобретает на рынке поставщиков нужные для производства ресурсы, а в роли продавца предлагает свою произведенную продукцию на рынке сбыта. В такой сложной системе наше промышленное предприятие и все другие участники (элементы микросреды и конечно системы маркетинга) должны функционировать эффективно. Построение и настройка системы управления в организации (предприятие, фирма, компания) прерогатива менеджмента. В условиях рыночных отношений эта система не может гарантировать результативность, так как она не охватывает других участников рынка – поставщиков, посредников, конкурентов и даже потребителей, не говоря о факторах макросреды окружения. Именно в этой связи возникает необходимость трансформации обычной системы управления организацией в систему маркетинга, обоснование и описание которой приводилось выше. Отличие маркетинга промышленного от классического рынка товаров народного потребления скорее в том, что больше времени и усилий часто тратится не на коммуникации, а именно на продукт менеджмент, на производственные факторы. Особенно проявляется это на тех рынках, где продукты стандартизированы, не имеют ярких отличий от продуктов конкурентов. Это и есть так называемый первый вид промышленного маркетинга – маркетинг должен обеспечить максимум продаж, загрузить производство, и создать полноценный задел на будущее в развитии компании на рынке однотипных полуфабрикатов. Частой ошибкой видится промышленный подход развития таких предприятий, – когда ориентация идет на развитие производства, на усиление логистических и складских возможностей. И, к сожалению, не

всегда векторы такого развития опираются на реальное понимание рынка, на анализ потребностей клиентов, на полноценное (а не в рамках одного-двух людей на предприятии) понимание рынка и тенденций его развития. Структурирование подобной информации, ее анализ в сочетании с наложением стратегических целей предприятия и оценкой существующих ресурсов, – является важнейшей задачей маркетинга. В качестве примера можно привести дистрибьюторские контракты, в которых может быть предусмотрена обязанности сторон представлять друг другу информацию о состоянии рынка. Другие примеры такого совпадения – контракты об оказании информационных услуг, проведении маркетинговых исследований или НИОКР [6]. Информационное взаимодействие внутри компании, опирающееся на выстроенное управление по целям может дать компании большие дополнительные внутренние ресурсы даже на таком непростом рынке. Подразделение маркетинга, а его подчинение может быть исключительно первому лицу компании, несет и полную ответственность за реализацию возникающих предложений. Ситуация, в которой маркетинг что-либо инициирует, а после этого самоустраивается от реализации, вызывает быструю ответную негативную, но справедливую реакцию всех остальных подразделений. А значит, маркетинг обязан как инициировать, так и возглавлять практически все новые проекты в компании. Логичной и органично вписывающейся в такую структуру является система продакт-менеджмента, когда на одном лице замыкаются все вопросы, связанные с конкретной продуктовой линейкой. На таком непростом рынке создания не уникальной, стандартизированной продукции усилия маркетинга направлены и на полноценное понимание – кто клиент компании, и на поиск тех каналов дистрибуции, где компания смогла бы отличаться. Поэтому основные вопросы маркетинг микса заключаются в порой приземленных инструментах: где искать клиентскую базу, каким образом компания воздействует на клиента, какова должна быть модель продаж на этом рынке. Сюда же входит комплекс ценообразования и политика позиционирования, связанная с уникальностью именно компании. В данном случае активная позиция на рынке имеет массу преимуществ. Компания обязана концентрироваться на создании дополнительных ценностей, связанных с самим продуктом. Обрастая дополнительными сервисами – продукт приобретает свою уникальность, увеличивает свою стоимость и востребованность на рынке, а соответственно, и прибыльность компании.

Отечественная специфика промышленного маркетинга показывает, что на данном этапе раз-

вития экономики в России имеются такие проблемы как интуитивность принятия решений, недостаточный уровень управленческого и маркетингового образования топ-менеджеров, а также отсутствие приходится начинать с тактики. Для внедрения системы промышленного маркетинга, прежде всего необходимо сделать стратегический анализ предприятия. Целесообразно начинать с анализа управленческой и организационной структуры, а также систем информационного обеспечения и контроллинга. При этом необходимо установить, соответствуют ли они требованиям динамичной рыночной обстановки в условиях жесткой конкурентной борьбы. Так, например, авторитарный стиль управления и жесткая организационная структура плохо согласуются с творческой атмосферой и готовностью к нововведениям, которые являются необходимыми предпосылками высокоэффективного инновационного климата на предприятии. Авторитарная управленческая и организационная структура возлагает на руководящий персонал большую ответственность и чрезмерное количество обязанностей, при этом руководители подразделений вследствие неспособности или нежелания делегировать часть своих функций подчиненным зачастую оказываются перегруженными проблемами ежедневной практической деятельности. Это приводит к тому, что у них, как правило, не остается времени для совместного обсуждения инноваций и стратегических нововведений. К тому же сотрудники под влиянием авторитарного стиля руководства опасаются новшеств и хотели бы возможности избежать риска или максимально уменьшить его. Поэтому инновативному предприятию необходима коллективная и гибкая система управления, которая предоставляла бы его сотрудникам определенную свободу действий для принятия решений. Прежде всего, это касается тех структурных подразделений, которые задействованы в поиске новых идей и в воплощении их в конкурентоспособные на рынке товары. В инновационном процессе участвует множество сотрудников и отделов предприятия (например, отделы НИОКР, маркетинга, снабжения, производственные цеха, бухгалтерия и т.д.).

Основные проблемы, возникающие при разработке структур управления [7]:

- установление правильных взаимоотношений между отдельными подразделениями, что связано с определением их целей, условий работы и стимулирования;

- распределение ответственности между руководителями;

- выбор конкретных схем управления и последовательности процедур при принятии решений;

- организация информационных потоков.

Поэтому при формировании организационной структуры предприятия следует обратить внимание на возможность интеграции всех подразделений, имеющих отношение к процессу введения инноваций и их воплощению в конкретные товары. При построении соответствующей информационной системы необходимо позаботиться о том, чтобы сотрудникам этих подразделений была предоставлена вся значимая для принятия решений информация. Так, для инновационного процесса необходимы сведения о предприятии (например, о необходимых расходах и финансовой ситуации), рынках сбыта (например, о потенциальных покупателях и конкурентах), рынках снабжения (о ценах и качестве сырья, материалов, комплектующих, условиях их поставок и разработках в этой области), об используемых технологиях, а также об общих рамочных условиях (таких как законодательные акты и нормативы, возможности стимулирования и финансирования и т.д.). При этом обязательно должна учитываться необходимость защиты информации, например, путем введения многоуровневой системы доступа. В задачи информационной системы входит не только систематическое получение, обработка и сохранение информации о предприятии и его рыночном окружении, но и своевременная передача ее тем лицам, которым она необходима в служебных целях. Очень часто лишь сопоставление внутренних и внешних данных позволяет получить такие чрезвычайно важные сведения, как, например, сравнение роста собственного объема оборота предприятия по отношению к общему росту рынка (изменение доли рынка). В рамках анализа информационной системы предприятия необходимо также проверить, насколько эффективно осуществляется обмен информацией между различными структурными подразделениями. Если, например, жалобы или пожелания, которые высказываются покупателями при разговоре с работниками службы сбыта, своевременно не передать сотрудникам отдела НИОКР, то они могут быть не учтены при разработке концепций новых товаров. Такое отстранение от потребительской информации приводит к разработке товаров, которые, далеки от желаний потребителя и неудобны при использовании, так как требуемые функциональные характеристики реализованы в них лишь частично. В конечном итоге это приведет к тому, что покупатели отрицательно оценят компетентность предприятия в решении их проблем, и конкурентные позиции такого предприятия ослабнут. Подобные соображения тесно связаны с созданием соответствующей системы контроллинга. Задачей контроллинга является обеспечение информационной поддержки ответственных руководителей путем систематической подготовки и

предоставления в требуемом виде данных, необходимых для принятия решений (например, путем сбора и сопоставления информации из различных источников). При этом контроллинг выходит за рамки обычного расчета затрат; упрощенно контроллинг можно представить как интеграцию систем планирования и контроля и обеспечение их связи с информационной системой. В рамках анализа предприятия необходимо проверить, соответствует ли система контроллинга требованиям, предъявляемым к действующему на международном рынке, технологически высоко развитому предприятию. Зачастую можно констатировать, именно в средних фирмах, основанных людьми с техническим образованием и выросших из небольших предприятий, системы планирования и контроля, а также управленческая и организационная структуры не соответствуют друг другу. Это является для такого предприятия существенным недостатком и чревато значительным риском. Анализ внутренней среды направлен на определение потенциала организации и, как правило, проводится по следующим основным направлениям: маркетинг, производство, НИОКР, финансы, персонал, структура управления. Оценку потенциала предприятия можно проводить по множеству критериев, основными из которых являются анализ продаж, анализ ассортимента, анализ конкурентоспособности продукции и предприятия.

Анализ продаж целесообразно проводить по следующим направлениям:

1) Динамика продаж. Рассматриваются объемы продаж по каждому виду продукции за определенные временные интервалы (недели, месяцы, кварталы, годы). Анализ динамики продаж удобно проводить на основании построенного графика на оси ординат которого откладываются натуральные показатели, денежные, либо процентные, на оси абсцисс – временные интервалы. Анализ изменения динамики продаж позволяет получить информацию о состоянии жизненного цикла товара или услуги, о реагировании рынка на действия предприятия и его конкурентов.

2) Состав покупателей, необходимо выяснить не только реальное состояние продаж за некоторые промежутки времени, но и определить, кто из имеющихся покупателей наиболее выгоден для предприятия, каков качественный состав покупателей и каково их количество.

3) Объемы сбыта по регионам. Необходимо получить информацию – где, в каком месте, какой товар и как продается. Совокупность зависимостей продаж по клиентам, регионам, группам товаров позволит получить достоверную и реальную информацию о состоянии продаж.

Для объективной оценки качества продукции большое значение имеет анализ рекламаций,

поступивших от покупателей в виде претензий на приобретенную ими продукцию. В процессе анализа необходимо изучить в динамике изменения удельного веса от рекламированной продукции в общем ее выпуске. Кроме того, необходимо выявить основные причины, повлекшие за собой рекламацию на соответствующую продукцию. В практике экономического анализа среди таких причин наиболее часто встречаются:

- несоответствие качества сырья и материалов;
- нарушение технологий и процессов изготовления;
- неисправность оборудования;
- низкий уровень квалификации и подготовки кадров;
- порча продукции при транспортировке и в процессе проведения погрузочно-разгрузочных работ [8].

Выводы: Стремление к удовлетворению производственного спроса предложением [9-15] рождает рынки товаров производственно-технического назначения, где катализатором обмена выступает промышленный (производственный, межфирменный, организационный) маркетинг. Таким образом, маркетинг товаров производственно-технического назначения, стараясь соотнести спрос и предложение, включает в себя движение материальных ценностей от шахт, скважин (нефтяных и газовых), равно как и встречный поток товаров на шахты, нефте- и газодобывающие предприятия, фермы, рыболовецкие предприятия, входящие в добывающую промышленность. Наряду с этим он охватывает движение товаров к государственным и институциональным учреждениям, деловым организациям непромышленного характера, экспортерам, а также движение продуктов между самими производственными предприятиями обрабатывающей промышленности. Но произведенный продукт может стать товаром в том случае, когда он выносится на рынок и имеет на этом рынке спрос.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Замбжицкая Е.С., Галиуллин М.А., Куйбакова Р.Б. Сущность понятия «производственный маркетинг»: многовариантность подходов // Вопросы экономики и управления. 2016. №2. С. 39–42.
2. Замураева Л.Е. Киселица Е.П., Мамаева И.В. Использование маркетинговых коммуникаций на промышленных предприятиях // Вестник Омского университета. Серия «Экономика» 2016. №1. С. 109–116
3. Аликаева М.В., Налчаджи Т.А., Ягумова З.Н. Подходы к формированию региональной системы промышленного маркетинга // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3.;

URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9237> (дата обращения: 21.06.2017).

4. Ковалев А.И. Промышленный маркетинг (Часть 1). М.: ОООФирма «Благовест-В», 2002г. 304 с.

5. Ануфриева Е. М. Теоретические аспекты регионального промышленного маркетинга в условиях развития ресурсодефицитного региона // Экономическая наука и практика: материалы Междунар. науч. конф. (г. Чита, февраль 2012 г.). Чита: Издательство Молодой ученый, 2012. С. 20–22.

6. Петряшов Д.В. Промышленные предприятия и образуемые ими сети // Новости Менеджмента. 2013. №3. С.61–65.

7. Федоров В.А. Структура организации: понятие, принципы построения и анализа // Новое слово в науке: перспективы развития : материалы VIII Междунар. науч.–практ. конф. (Чебоксары, 10 апр. 2016 г.) / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. № 2 (8). С. 260–266.

8. Терешина В.В. Анализ эффективности производства и продаж // Российское предпринимательство. 2012. № 4 (202). С. 90–94.

9. Дорошенко Т.Г., Кокарева А.А. Направления нормотворческой деятельности в области строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства // Известия Байкальского государственного университета. 2012. № 2. С. 101–104.

10.Гриджин А.М., Лесовик В.С. От бюджетного выживания к инновационному развитию // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 8. С. 10–12.

11.Глаголев С.Н., Бухонова С.М. Анализ формализованных подходов оценки гибкости промышленного предприятия // Современные проблемы строительного материаловедения. Материалы седьмых академических чтений. 2001. С. 60–68.

12.Дорошенко Ю.А., Бухонова С.М., Сомина И.В. Теоретические аспекты инвестиционной привлекательности экономических систем // Белгородский экономический вестник. 2014. № 2 (74). С. 3–7.

13.Гукова Е.А. Особенности Российской специфики организации процесса бизнес-планирования на предприятии//Экономические и социальные факторы развития народного хозяйства. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Ханты-Мансийск. 2016. С. 60–64.

14.Avilova Z.N., Gulei I.A., Shavyrina I.V. Formation of the customer-centric organizational culture of the university as a factor of effective social and economic development of the region // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Т. 6. № 3. С. 207–216.

15.Miles M. Berens G., Weiss M. Real estate development: principles and process. 3 ed. // Urban Land Institute, 2005. 576 p.

Информация об авторах

Гукова Елена Арсеновна, магистрант, кафедра менеджмента и маркетинга.

E-mail: gukova@bsu.edu.ru

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Россия, 308000, Белгород, ул. Победы, д. 85.

Поступила в июле 2017 г.

© Гукова Е.А., 2017

Gukova E.A.

MAIN PROBLEMS AND WAYS OF THEIR SOLUTION IN THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL MARKETING IN RUSSIA

In this study, industrial marketing is considered as the basis of economic and industrial activity of enterprises in the industrial complex of the region, in particular, marketing activities as a tool that contributes to increasing the level of competitiveness of industrial enterprises. The author developed an approach to the system of strategic development of industrial enterprises based on the use of marketing tools.

Keywords: *the cost of construction, the system of estimated pricing, estimated rationing, construction industry.*

Information about the authors

Gukova Elena Arsenovna, student.

E-mail: gukova@bsu.edu.ru

Belgorod State National Research University.

Russia, 308015, Belgorod, 85, Pobedy St.

Received in July 2017

© Gukova E.A., 2017

¹Авилова Ж.Н., канд. соц. наук, доц.,
²Целютина Т.В., канд. соц. наук, доц.

¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
²Белгородский государственный национальный исследовательский университет

КОНСАЛТИНГОВЫЕ РЕСУРСЫ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СТРОИТЕЛЬНОГО СЕКТОРА РЕГИОНА

janna-avilova@mail.ru

Переход к инновационному типу развития экономики представляет собой научно-технический и социально-экономический процессы, напрямую связанные с накоплением и эффективным использованием инновационного потенциала национальной экономики, частью которого являются консалтинговые ресурсы.

Стремительное развитие современных строительных технологий требует разработки новых форм организации строительного комплекса, его интеграции с научно-техническими и внедренческими организациями, усиления управленческих воздействий на конечных потребителей. В связи с этим, возрастание роли инновационного развития экономики на основе разработки эффективных консалтинговых технологий, обеспечивающих коммерциализацию инноваций экономики региона приобретает особое значение.

Современный консалтинг в строительстве представляет собой комплекс компетентных консультаций и рекомендаций, позволяющих оценить техническое состояние, эксплуатационные характеристики и перспективность использования объектов различной спецификации. Подобные услуги применяются как к новообразованным, так и к действующим зданиям и сооружениям.

Ключевые слова: консалтинг, строительство, инновационный потенциал, экономика, регион, предприятие, ресурс.

Введение. Инноватика, инновационные процессы и консалтинг по сути своей неотделимы друг от друга, поскольку профессиональное консультирование – это всестороннее обеспечение инновационного процесса. Можно сказать, что новации и нововведения связаны между собой именно консалтингом. Управленческое нововведение входит как элемент в управленческое консультирование, и его можно считать сердцевинной консалтинга. Инновационные процессы в организации могут быть интенсифицированы при наличии целостной инновационной триады «новация – консалтинг – нововведение».

В настоящее время, каждое строительное предприятие имеет свой инновационный потенциал, представляющий собой богатую почву для генерации идей и изобретений. В практической деятельности эффективность любой системы управления определяется способностями и умением руководителя и его «команды» создать благоприятные для генерации идей условия. Максимальная реализация инновационного потенциала строительной организации является генеральным направлением приложения усилий производителей, управленцев и консультантов. Таким образом, складывается еще одно направление деятельности консалтинга – по возбуждению и ускорению инновационных процессов в организации.

Консалтинг также играет важную роль в совершенствовании общественного и государственного управления экономики региона. Консультанты, специализирующиеся в различных направлениях оказания широкого спектра консалтинговых услуг, предоставляют особый продукт, который называют «управленческой прибылью» – профессиональные знания, индивидуальный совет, передовой опыт, инновации, новые технологии, определенные виды экспертизы, уникальные решения (быстрая помощь), которые являются катализаторами и множителями ресурсов.

При осуществлении организациями нововведений в строительной сфере консультанты могут выступить в роли продуцентов и поставщиков интеллектуальных продуктов – организационно-управленческих новаций. Таким образом, инновационная роль консалтинговых ресурсов находит свое проявление в разных направлениях деятельности профессиональных консультантов как независимых участников внешней сети инновационных и инновационно-активных компаний производственной сферы по их обеспечению консалтинговыми ресурсами, необходимыми для эффективного осуществления инновационных технологий.

Методология. Основанием для исследования проблемы использования консалтинговых

ресурсов в строительстве послужили концептуальные положения фундаментальных и прикладных научных работ ведущих отечественных и зарубежных ученых в области маркетинга, экономической теории, экономики строительства, проектного менеджмента, инвестиционной деятельности. Общеметодологической базой явились структурно-функциональный, диалектический, сравнительный, системный анализ с моделированием экономических процессов, монографический, индексный, группировки и расчетно-конструктивный методы. Информационной базой стали статистические данные в сфере строительства, отечественная и зарубежная правовая, нормативно-методическая и экономическая литература в сфере консалтинга, юридические базы данных, материалы научных и научно-практических конференций по проблемам модернизации строительной сферы, а также публикаций в периодической печати, отечественные и зарубежные информационные ресурсы Интернет и др.

Основная часть. Использование консалтинговых ресурсов в инновационном процессе развития региона способствует развитию государственного, межфирменного и корпоративного управления инновационной деятельностью, повышению инновационной культуры на основании распространения и внедрения в хозяйственную практику знаний о международных стандартах строительства. В целом консалтинг является действенным фактором формирования в регионах определенного инновационного климата, неотъемлемой частью инновационной среды и способствует развитию инновационного предпринимательства [2, 13].

В национальных инновационных системах консалтинговые ресурсы выполняют трансформационную, интегрирующую, стимулирующую, институциональную и идеологическую функции, направленные на достижение стратегической цели национальной инновационной системы – содействие инновационному развитию национальной экономики.

Функции обеспечивают:

- рационализацию инновационного процесса, технологий инновационной деятельности, оптимизацию комбинации и использования ресурсов, являются составляющими инновационного потенциала строительного сектора экономики;

- ускорение внедрения новых знаний и опыта в хозяйственную практику строительных предприятий, привлечение интеллектуальных продуктов-новаций в экономический оборот, осуществление системного инновационного процесса рыночного типа, развитие инновационной

деятельности и повышение инновативности и инновационной активности бизнеса;

- снижение транзакционных издержек участников инновационного процесса, связанных с приглашениями на рынках инноваций, объектов интеллектуальной собственности, информации и т.п.;

- оптимизацию экономического поведения субъектов инновационной деятельности, ее направленность на высокие результаты инновационной деятельности;

- информационную поддержку инноваторов, усвоение ими новых знаний, современных приемов и методов инновационной деятельности как основы их инновационной культуры и мышления [3, 14].

Инновационная сущность консалтинговых ресурсов заключается в том, что они являются важнейшим структурным элементом всех уровней инновационного потенциала экономики в широком смысле:

- ресурсный уровень инновационного потенциала (ресурсный потенциал инновационного развития) составляют специфические знания и информация, организационно-управленческие новации и ноу-хау в области строительства и производства строительных материалов, переданы консультантами как консалтинговые ресурсы инновационной деятельности;

- результативный уровень инновационного потенциала напрямую зависит от эффективности профессиональной консультационной помощи субъектам инновационной деятельности, способствующей достижению их целей;

- консалтинг как элемент внутреннего уровня инновационного потенциала способствует развитию инновационного мышления хозяйствующих субъектов, росту их инновационной культуры и инновативности, то есть способности воспринимать и использовать нововведения, способствовать их распространению.

В частности, Чижова Л.С. справедливо называет центры консалтинга элементами инфраструктуры инновационной деятельности вместе с технопарками, технополисами, инновационными бизнес-инкубаторами, инновационными биржами, инжинирингом, маркетинговыми, рекламными, аудиторскими фирмами [4].

Консалтинговые организации как элементы инфраструктуры строительного сектора экономики региона, информационно способствуют и организационно поддерживают субъектов инновационной деятельности, выступают составляющими инновационной инфраструктуры в широком смысле. В этой связи, необходимо особо отметить роль организаций Белгородской области, оказывающих консультационно-экспертные

услуги для предприятий промышленного сектора в строительстве: Инновационно-технологический центр Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (ИТЦ БГТУ); Инжиниринговый центр НИУ «БелГУ»; ООО «Смета Эксперт»; ООО «Миларм-Сервис»; ООО «Центр Экспертиз»; ООО «ГеоСтройМониторинг БелГУ»; ООО «Приоскольская экспертная группа»; ООО «Экспертиза-Белгород»; ООО «Строительство Технологии Консалтинг»; ООО «Центр оценки и экспертиз»; Архитектурно-строительная компания «Экспертно-техническое бюро»; ООО «Эксперт-ПроектСтрой»; НП «Федерация судебных экспертов»; ООО «БелБизнесКонсалтинг»; ООО «Бизнес-консалтинг» и др.

Можно сказать, что с появлением фирм, предоставляющих услуги по управленческому консалтингу в области строительства, заметно возросло качество возводимых объектов, произошло уменьшение издержек в результате использования некачественных материалов или отклонения от стандартов качества, следствием чего стало снижение рисков и издержек в строительном бизнесе. Проекты стали более выгодными с экономической точки зрения и более эффективными с точки зрения практики. В сравнении с зарубежными строительными фирмами, в целом процент строительных фирм России, использующих консалтинговое управление значительно меньше, но с каждым годом данное процентное соотношение меняется в сторону увеличения в российском строительном бизнесе. Ведь данное направление включает в себя множество дополнительных услуг приводящих к более высокой прибыли [11, 17].

Основными направлениями участия профессиональных консультантов в инновационной деятельности строительных фирм является консультирование, проектирование, обучение, аутсорсинг, разработка и передача организационно-управленческих новаций. Консультирование может быть инновационным, инвестиционным, маркетинговым, кадровым, организационным и др. Но большинство видов консалтинговых услуг жизненно необходимы для осуществления практически всех стадий и технологий инновационной деятельности строительных организаций. Проектирование предполагает участие консультантов в разработке и реализации инновационных проектов. Обучение как направление деятельности консультантов является фактором формирования и развития человеческого капитала работников, используемого фирмой в инновационном процессе. Аутсорсинг – это средство повышения эффективности осуществления фир-

мами инновационных технологий путем частичной передачи функций, а значит и рисков инновационной деятельности консультантам как независимым участникам внешней инновационной сети [5]. Причем, последние могут брать на себя выполнение как отдельных, так и нескольких функций фирм в пределах определенной инновационной технологии.

Поскольку строительный рынок совмещает в себе черты потребительского и промышленного рынка, то признание строительного новшества происходит как конечными потребителями (покупателями), так и всеми остальными участниками строительного процесса, использующими инновацию в своей производственной деятельности. Кроме того, строительная сфера характеризуется множеством используемых технологий и материалов производства, каждый из которых может быть кардинально изменен и улучшен [1].

В отношении к строительной сфере, возможно использование следующих видов инноваций [6]:

- внедрение новых решений в вопросах планировки и архитектурного облика строящегося объекта;
- использование современных строительных машин и оборудования, позволяющих сократить срок строительства и удельный вес затрат на их эксплуатацию;
- внедрение эффективных инновационных строительных технологий (строительство экспериментальных домов);
- совершенствование технологии производства теплоизоляционных материалов, обладающих низкой себестоимостью и при этом высоким качеством);
- применение новых и высококачественных строительно-отделочных материалов;
- применение новых организационных форм выполнения работ.

Все перечисленные виды инноваций существуют в тесной взаимосвязи и диктуют определенные требования к инновационной деятельности предприятий. В свою очередь, технические и технологические инновации накладывают отпечаток на содержание производственных строительных процессов, а также формируют условия для управленческих инноваций. На современном этапе развития отрасли обозначилась тенденция сокращения доли бюджетных дотаций в структуре источников инновационного финансирования, доля же собственных средств предприятий увеличивается [7, 15, 19].

Повсеместное внедрение технологических инноваций в строительстве ограничивается следующими факторами:

- высокие издержки ввода в эксплуатацию строительных объектов;
- недоверие к инновациям со стороны покупателей;
- недостаток финансовых ресурсов, выделяемых на инновационные исследования;
- преобладание на рынке мелких фирм, не обладающих достаточными ресурсами для внедрения инноваций в свою деятельность;
- циклический характер строительства и особенности климатических условий;
- низкая степень интеграции в строительной сфере, провоцирующая устойчивую зависимость от субподрядчиков;
- отсутствие унифицированной системы апробации и сертификации новых продуктов;
- отсутствие неограниченного доступа к информации о новых продуктах;
- недостаточность налаженных связей, обмена опытом между научно-исследовательскими центрами и строительными предприятиями;
- слабая поддержка инновационной деятельности со стороны государства и т.д.

Наиболее ярко выраженное отражение влияния вышеперечисленных факторов находит в отечественном жилищном строительстве, где инновации, внедряются с существенным временным отставанием по отношению к сферам торговли или промышленности. На практике часто случается, что инновации, даже успешно протестированные, в последствии так и не находят массового распространения в строительстве [8, 16].

Основными проблемами коммерциализации инноваций в строительной сфере также являются: значительная инерция потребителей при принятии решений о покупке и приверженность традиционным строительным технологиям, а также недостаток знаний (информации) отечественных строительных предприятий при внедрении инноваций. Все это приводит к неразвитости рынка инновационной строительной продукции. На наш взгляд, формирование рынка строительных новшеств предполагает изменение подходов в деятельности участников строительного процесса с целью активизации влияния на потребителей и производителей для раскрытия преимуществ использования новой строительной продукции. Это основные задачи консалтинга при коммерциализации инноваций, который должен стать неотъемлемым элементом развития строительного сектора и практически отсутствующий в настоящее время в составе направлений консультационной работы в строительной сфере.

В настоящее время, рынок консалтинговых услуг в России находится еще на этапе развития,

и объем предоставляемых услуг намного меньше их востребованности. Важной задачей развития консалтинговых компаний является предоставление комплекса необходимых строительным фирмам услуг для осуществления консалтингового управления как непрерывного процесса на всех этапах строительства. Необходимо отметить, что консалтинг в строительных и девелоперских компаниях имеет особенности отраслевого характера, связанные со спецификой организационного и производственного процесса, особенностями налогообложения и бухгалтерского учета. Дополнительные сложности в оказании консалтинговых услуг создает большое количество участников строительства и сторон в договорных отношениях. Среди основных особенностей консалтинга в строительстве и девелопменте выделим следующие:

- специфика ценообразования и отнесения на себестоимость тех или иных затрат;
- сложная и многоступенчатая система расчетов между большим количеством участников строительства (инвесторами, кредиторами, заказчиками, застройщиками, подрядчиками, субподрядчиками, поставщиками и т.п.);
- необходимость проведения оценки качества и объемов выполненных строительномонтажных работ, их сопоставление с требованиями проекта и строительными нормами, проверки точности формирования стоимости строительных материалов при списании;
- частые случаи разногласий участников строительства по вопросам качества выполненных строительномонтажных работ и соответствия их договорным требованиям и строительным нормам, закрепленным законодательно, и соответственно – необходимость проведения внеплановой строительной экспертизы.

Услуги консалтинга в строительстве, всегда отличаются большими объемами работы и высокой сложностью поставленных задач. Специалисты, работающие в этом направлении, должны обладать большим опытом работы со строительными организациями и инвесторами и отличными знаниями законодательства, регулирующего вопросы деятельности компаний строительной отрасли.

Консалтинг в строительстве – это сложный и многоуровневый процесс, который непосредственно влияет на результаты, определяющие успешное ведение бизнеса в целом. При постановке задач, в первую очередь, необходимо определить приоритеты развития компании и на их основе создать эффективную программу, которая впоследствии станет основой управления всем строительным процессом, включающим выпол-

нение работ, своевременное выявление возможных дефектов, прогнозирование возможных последствий и принятие оперативных решений [9].

Среди основных направлений строительного консалтинга выделим: проектно-документационное; производственно-техническое; сметное; экологическое; в сфере технического надзора; лицензионное; энергетическое; в сфере финансового мониторинга.

Однако стоит учитывать, что строительный консалтинг отличается разнообразием предлагаемых услуг, и далеко не всегда консалтинговая фирма может предложить весь спектр, специализируясь на одном или нескольких направлениях. На данный момент, чаще всего востребованными являются такие услуги как составление проектной документации, осуществление производственно-технического, сметного и экологического консалтинга, а также осуществление технического надзора [10].

В частности, консалтинг инженеринговых решений в строительстве предполагает:

- проведение экспертиз всех проектных решений на первых стадиях проектирования объекта в процессе выбора соответствующего оборудования;
- проведение экспертиз, которые помогут понять, насколько технологичными, современными и доступными на рынке являются поступающие лицензионные предложения;
- поиск конкретных альтернатив, а также анализ заказа оборудования на предмет его эффективности и обоснованности;
- предоставление консультаций в области рисков, присутствующих в каждом строительном проекте.

В свою очередь, выработка консультантами долгосрочной концепции управления и эксплуатации здания позволяет:

- разработать определенные инструкции и правила, касающиеся вопросов обслуживания и эксплуатации здания в целом;
- разработать конкретные и эффективные руководства, позволяющие управлять готовым объектом в дальнейшем;
- разработать бюджет будущего обслуживания здания, провести корректировку всех операционных расходов.

Спрос на строительный консалтинг растет по мере того, как в процесс строительства включается все большее число участников: инвесторы, банки, страховые компании, агентства недвижимости. В этой связи потребность в квалифицированных консультациях опытных специалистов возникает уже на первом этапе реализации проекта, который состоит из создания бизнес-плана, подготовки проектной документации,

составления сметы, оформления разрешительной документации.

В некоторых случаях консалтинг в строительстве целесообразно заказывать перед инвестированием долевых или девелоперских проектов. Иногда заказчику важно получить консультацию по поводу отдельных составляющих инфраструктуры объекта или всего рынка строительства в целом. Предоставленная экспертами информация позволяет избежать рискованных вложений на подготовительной стадии.

Таким образом, основная цель консалтинга в области строительства и производства строительных материалов состоит в оптимизации бизнес-процессов, повышении показателей рентабельности, соблюдении всех законодательно закрепленных норм и требований, предъявляемых к возводимым и сдаваемым в эксплуатацию строительным объектам. Профессиональный консалтинг позволяет решить преобладающее число задач, встающих перед заказчиками строительства, собственниками недвижимости, инвестиционными компаниями, и прочими участниками строительного процесса.

Выводы. Формирование целей социально-экономического развития на долгосрочную перспективу требует четкого определения ценностных ориентиров общества, обеспечивающих переход к инновационно-активной экономике и устойчивой социальной политике. Консалтинговые фирмы и независимые профессиональные консультанты принадлежат к инфраструктуре инновационной деятельности как совокупности организаций, обслуживающих научную, инновационную, производственную сферы экономики и рынок, поддерживающих информационно и организационно инновационный процесс.

Строительный консалтинг является относительно новым направлением на рынке консалтинговых услуг России. В отличие от аналогичной профессиональной деятельности, затрагивающей иные сферы бизнеса, законодательства, финансирования и прочего, он имеет ряд особенностей и включает в себя: экспертизу, исследование, анализ, контроль и аудит всех этапов строительной деятельности.

Консалтинг для строительных фирм является как маркетинговым, так и стратегическим инструментом, помогающим разрабатывать эффективные модели ведения данного бизнеса, а также сокращать потери и увеличивать объемы строительства. Таким образом, строительный консалтинг во всех своих проявлениях преследует следующие цели: внедрение инновационных проектов, повышение конкурентоспособности строительства, увеличение рентабельности, а

также сокращение сроков реализации за счёт оптимизации строительного процесса, использования эффективных технологий и строгого контроля качества, способствуя, тем самым развитию инновационного потенциала строительного сектора региона [12, 18].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зайцев Д.С. Формирование маркетинговой системы коммерциализации инноваций в строительстве: на примере малоэтажного домостроения: дис...канд. экон. наук. Ростов-на-Дону, 2012. 159 с.
2. Каз М. Мотивация труда: трансформация структуры теоретико-методологического знания и когнитивно-ценностный подход // Вопросы экономики. 2005. №12. С. 95.
3. Маршалл А. Основы экономической науки. Пер. с англ. М.: Эксмо, 2007. С. 47–48.
4. Чижова Л.С. Неизбежность перехода к инновационному пути развития и достижение эффективной занятости / Инновационное развитие экономики России: национальные задачи и мировые тенденции: сб. материалов конф. Междунар. конф. // Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, Экономический факультет: Сборник статей: В 2-х томах: Том 2. М.: МАКС Пресс, 2008. С. 467.
5. Тутов Л., Шаститко А. Экономический подход к проблемам организации знаний о человеке // Вопросы экономики. 2002. № 9. С. 50–51.
6. Селютина Л.Г. Организация строительного производства. Учебник: Изд-во СПбГИЭУ. СПб, 2012. 534 с.
7. Костецкий Д. А. Проблемы инновационного развития строительства // Приволжский научный вестник. 2015. № 4–1 (44). С. 78–81.
8. Артеменко А.А. Актуальные вопросы инновационного развития строительства // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 742–744.
9. Шевченко К.В. Управленческий консалтинг в строительстве [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <http://alliancesibstroy.ru> (дата обращения 26.05.2017).
10. Ларионова В. Построение системы управленческого учета в строительной компании // Строительный эксперт. 2012. №7.
11. Макарова Ж.А. Управленческое консультирование как профессиональная деятельность // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10-5. С. 107–111.
12. Глухова Л.В. Управленческий консалтинг как основа инфраструктуры современного развития предприятий малого бизнеса // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Экономика и Управление. 2014. 4 (19). С. 16–18.
13. Тхориков Б.А. Методология индикативного управления // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 10. С. 154–157.
14. Дорошенко Ю.А., Климашевская А.А. Технологическая модернизация предприятий: барьеры, критерии принятия решения и механизм реализации // Белгородский экономический вестник. 2015. № 2 (78). С. 20–27.
15. Парфенова Е.Н. Проблемы методики оценки региональных инвестиционных проектов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2009. Т. 12. № 15-1. С. 22–27.
16. Прядко С.Н., Жданкова Е.А. Установление стратегических приоритетов в планировании долгосрочного развития региональных предприятий // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 6-2. С. 454–459.
17. Глаголев С.Н., Дорошенко Ю.А., Манин А.В. Инвестиционно-инновационный потенциал региона: сущность, значение, импакт-факторы и способы оптимизации // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2014. № 2 (50). С. 127–131.
18. Ломовцева О.А., Герасименко О.А. Приоритеты и механизмы ГЧП в формировании инновационного промышленного комплекса региона // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2015. Т. 35. № 13-1 (210). С. 5–9.
19. Клопотовская П.В., Лукьянова Т.В. Строительная отрасль: будущее за консалтингом / Экономика и управление в XXI веке: актуальные вопросы и перспективы развития: сб. материалов конф. IV Междунар. науч.-практ. конф. Выпуск №8, часть 2. Периодический сборник научных трудов под общ. ред. С.В. Кузьмина, Казань, 2013. С.116–121.

Информация об авторах

Авилова Жанна Николаевна, кандидат социологических наук, доцент кафедры социологии и управления.

E-mail: janna-avilova@mail.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Россия, 308000, Белгород, ул. Костюкова, 46

Целютина Татьяна Владимировна, кандидат социологических наук, доцент кафедры управления персоналом.
E-mail: tselyutina@bsu.edu.ru
Белгородский государственный национальный исследовательский университет.
Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85.

Поступила в сентябре 2017 г.

© Авилова Ж.Н., Целютина Т.В., 2017

Avilova Z.N., Tselyutina T.V.

**CONSULTING RESOURCES AS A COMPONENT OF THE INNOVATIVE POTENTIAL
OF THE CONSTRUCTION SECTOR OF THE REGION**

The article reveals the role and importance of consulting resources as a component of the innovative potential of the construction sector in the region. Consulting firms and independent professional consultants related to the innovation infrastructure of the region are represented as a set of organizations serving the scientific, innovative, industrial spheres of the economy that support the information and organizational innovation process. The work outlines the main functions and directions of construction consulting at the present stage; the stages of the consulting cycle as a process of providing business with consultative resources are listed; the main problems of commercialization of innovations in the construction sector, related to the specifics of the industry character, are being raised.

Keywords: consulting, building, innovative potential, economy, region, company, resource.

Information about the authors

Avilova Zhanna Nikolaevna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: janna-avilova@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Tselyutina Tatiana Vladimirovna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: tselyutina@bsu.edu.ru

Belgorod State National Research University.

Russia, 308015, Belgorod, st. Pobeda, 85.

Received in September 2017

© Avilova Z.N., Tselyutina T.V., 2017

Чмирева Е.В., канд. экон. наук, ст. пр.,
Лавриненко Е.А., ст. пр.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ*

chmireva@bsu.edu.ru

Применение принципов проектного управления в органах исполнительной власти и государственных органах Белгородской области регулируется региональными нормативно-правовыми актами. Очень значимым для внедрения проектного управления в регионе является создание автоматизированной информационной системы «Проектное управление». В ходе исследования установлено, что внедрение проектного управления в органах власти Белгородской области обусловило возникновение значительного эффекта для всей региональной социально-экономической системы. В статье выделены факторы успеха внедрения проектного управления в органах власти региона.

Ключевые слова: управление проектами, информационная система управления проектами, проектное управление в Белгородской области, инфраструктура обеспечения проектного управления, проектный офис.

Белгородская область является одним из субъектов Российской Федерации, где практика проектного управления получила наибольшее распространение. Началом внедрения проектного управления в Белгородской области считается 2010 год. В настоящее время, на 2017 год, в проектную деятельность вовлечено 30 региональных органов власти и 22 муниципальных образований области [3].

Успешному развитию проектного управления в Белгородской области способствует создание соответствующего нормативно-правового и институционального обеспечения.

В Белгородской области сформировалась развитая нормативно-правовая среда, регламентирующая использование проектного управления. Основные нормативно-правовые акты по нашей тематике представлены в таблице 1.

Таблица 1

Региональные нормативно-правовые акты, регламентирующие использование проектного управления

№	Вид нормативно-правового акта	Дата принятия	№ документа	Название
1	Постановление правительства Белгородской области	31 мая 2010 года	№ 202-пп	«Об утверждении положения об управлении проектами в органах исполнительной власти и государственных органах Белгородской области»
2	Распоряжение Губернатора Белгородской области	22 ноября 2012 года	№ 794	«Об утверждении регламента администрирования проектов в органах исполнительной власти, государственных органах Белгородской области»
3	Распоряжение Губернатора Белгородской области	22 июня 2012 года	№ 408-р	«Об утверждении порядка определения уровня профессионального соответствия проектных специалистов»
4	Распоряжение Губернатора Белгородской области	29 апреля 2011 года	№ 279-р	«О создании отраслевых экспертных комиссий по рассмотрению проектов»

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области является уполномоченным органом Белгородской области по разработке и внедрению системы управления проектами на территории региона [2]. Основным исполнителем – отдел организации проектного управления, который называется «проектный офис».

В Белгородской области при каждом органе государственной исполнительной власти создана специализированная инфраструктура для поддержки и обеспечения проектного управления:

отраслевые экспертные комиссии (они принимают решение об открытии и закрытии проектов). В регионе функционирует межведомственная комиссия, которая принимает решение о премировании участников завершённых проектов.

Любой человек может стать инициатором проекта. Для этого нужно оформить инициативную заявку, направить ее в Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области, где она в обязательном порядке регистрируется в ПУВП РИАС «Электронное Правительство Белгородской области» [7], к которой подключены

все органы исполнительной власти как на региональном, так и на муниципальных уровнях. Затем в ходе прохождения определённой процедуры и согласования в региональных и муниципальных органах власти и отраслевых экспертных комиссиях принимается решение о целесообразности её реализации. Если идея оказывается интересна, то её инициатор приглашается для разработки проекта и в дальнейшем в той или иной форме участвует в её реализации. От органа власти области назначается куратор проекта, осуществляющий организационное сопровождение и мониторинг реализации проекта.

Управление проектами состоит из четырех этапов [8]:

- инициация;
- планирование;
- реализация;
- закрытие.

Этап инициации, описанный выше, заканчивается утверждением паспорта проекта. На *этапе планирования* осуществляется подбор специалистов, которые будут заняты в реализации проекта, а также готовится план управления проектом, включающий календарное планирование, бюджет, перечень контрольных событий, риски, способы коммуникации и т.п. Этот этап завершается утверждением плана управления проектом. *Этап реализации* проекта включает в себя выполнение работ; двухуровневый контроль (руководителем и администратором проекта; лицом, уполномоченным экспертной комиссией по рассмотрению проектов); внесение изменений в документы проекта или осуществление корректирующих действий в ходе реализации проекта. Завершается этап утверждением итогового отчета о реализации проекта. На *завершающей стадии* Экспертной комиссией по рассмотрению проектов принимается решение о закрытии проекта с соответствующим статусом его реализации («проект реализован успешно без отклонений», «проект реализован успешно с незначительными отклонениями», «проект реализован успешно со значительными отклонениями», «проект не реализован, ресурсы сохранены», «проект не реализован, ресурсы потеряны»).

Важный момент при внедрении проектного подхода в органы исполнительной власти – возможность увязать результативность деятельности госслужащих с их материальным и нематериальным (присвоение рангов в области проектного управления, формирование конкурентной среды проектного управления в органах власти путем проведения различных конкурсов и т.п.) стимулированием.

Обобщенные результаты проектной деятельности в Белгородской области, по данным Департамента внутренней и кадровой политики, выглядят следующим образом. На текущий момент в проектную деятельность вовлечено 30 региональных органов власти и 22 муниципальных образования области; более 50% всех государственных и муниципальных служащих, из которых более 800 государственных и 1500 муниципальных прошли обучение проектному управлению. Общее количество зарегистрированных проектов составляет более 3100, из них 2000 – завершённых, 800 – в реализации, 300 – в разработке; 2/3 всех проектов составляют муниципальные, 1/3 – региональные [3]. Вся информация по проектам хранится в автоматизированной информационной системе, которая называется «Проектное управление».

Информационная система «Проектное управление» предназначена для:

- ведения реестра (базы) проектов;
- календарного и бюджетного планирования проектов;
- мониторинга реализации региональных и муниципальных проектов;
- распределения полномочий и ответственности членов команды проектов;
- управления изменениями проектов;
- создания системы оповещений о наступающих и наступивших событиях по проектам;
- проектного документооборота;
- автоматизированной аналитической отчетности;
- интеграции с электронным Правительством Белгородской области.

Таким образом, изучение опыта Белгородской области позволяет утверждать, что факторами успеха внедрения проектного управления в органах власти региона являются:

1. Хороший уровень поддержки применения принципов проектного управления со стороны высшего должностного лица Белгородской области (губернатора Белгородской области).
2. Четкое определение органа власти, ответственного за внедрение проектного управления.
3. Включение в единую базу проектного управления всех органов государственной и муниципальной власти Белгородской области.
4. Активное вовлечение сотрудников в проектную деятельность.
5. Профессиональное обучение сотрудников проектному управлению.
6. Создание экспертных комиссий по отбору проектов для реализации.
7. Построение системы контроля «от исполнителя проекта до руководителя органа власти».

8. Оперативное информирование руководителей о ходе внедрения проектного управления.

9. Формальная система проектного управления (проектная документация, регламенты, инструкции).

10. Наличие современной технологической поддержки проектной деятельности в виде автоматизированной информационной системы «Проектное управление».

11. Проведение мотивационной политики.

Последний фактор успеха внедрения проектного управления в органах власти региона заключается в материальном стимулировании государственных и муниципальных служащих, успешно завершивших реализацию проекта. Как было сказано выше, в области сформирован премиальный фонд. Также мотивационная политика выражается в присвоении государственным служащим рангов в области проектного управления.

Существующая организация проектного управления позволила Белгородской области повысить эффективность деятельности органов государственной и муниципальной власти, достигнув при этом положительного экономического (снижение административных барьеров, повышение инвестиционной привлекательности региона), социального (участие граждан в инициации и реализации проектов, повышение открытости и прозрачности деятельности органов власти) и управленческого (формирование проектного мышления у государственных и муниципальных служащих) эффекта.

Резюмируя сказанное, можно сделать вывод о том, что проектное управление – это неотъемлемая часть современного бизнес-пространства, и изучение его основ необходимо для грамотного принятия управленческих решений на уровне государства.

**Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-36-00408 мол_а*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об утверждении Методических рекомендаций по внедрению проектного управления в органах исполнительной власти: Распоряжение Минэкономразвития России от 14.04.2014 № 26Р-АУ [Электронный ресурс] // Справочная правовая система «КонсультантПлюс» URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162120/ КонсультантПлюс (дата обращения 25.07.2017)

2. Протокол заседания Совета по внедрению проектного управления в федеральных органах исполнительной власти и органах государ-

ственной власти субъектов Российской Федерации от 17 июня 2014 г. [электронный ресурс] // Сайт Министерства экономического развития РФ Режим доступа – URL: <http://www.economy.gov.ru/wps/wcm/connect/economylib4/mer/activity> (дата обращения 25.07.2017)

3. Аничин В.Л., Середина О.А. Проектное управление в Белгородской области: теория и практика // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 6. С. 14–16.

4. Бутенко А. Направления и перспективы развития электронного государственного управления в современной России // Власть. 2009. № 3. С. 82–84.

5. Дементьев В.В. Проектное управление в системе стратегического управления // Бюджет 2016. №9. С. 32–35. Точка доступа URL: <http://bujet.ru/article/200687.php> (дата обращения 25.07.2017)

6. Заренков В.А. Управление проектами. Учеб. пособие. 2-е изд. М.: Изд-во АСВ ; СПб.: СПбГАСУ, 2006. 312 с.

7. Носко Б.П. Электронное правительство как инструмент проведения административной реформы на региональном уровне // Сегодня и завтра российской экономики. 2016. № 35. С. 109–117.

8. Разу М.Л. Управление проектом. Основы проектного управления. М.: КНОРУС, 2007. 768 с.

9. Сафонова О.Н., Анчихров Е.А. Внедрение проектного управления в исполнительных органах государственной власти как механизм эффективного управления ресурсами // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2015. № 2 (14). С. 58–67.

10. Титоренко Г.А. Информационные технологии управления. М.: ЮНИТИ-ДАТА, 2015. 296 с.

11. Хотинская Г.И. Информационные технологии управления. М.: МЭСИ, 2013. 128 с.

12. Шафеева Ю.И., Быкова Н.Н. Система электронного документооборота в органах государственной власти // Молодой ученый. 2015.

13. Шестопалов П.Л. Выгоды и возможности проектного управления в органах государственной власти. М., 2015. 26 с.

14. Юрьева Т.В. Проектный подход как инструмент реализации стратегических целей // Экономические науки. 2014. № 11 (120). С. 7–10. №23. С. 78–81.

15. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Fifth Edition [Electronic resource]. Available at : <http://www.pmi.org>

Информация об авторах

Чмирева Елена Владимировна, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры прикладной информатики и информационных технологий.

E-mail: chmireva@bsu.edu.ru

Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ БелГУ).

Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85

Лавриненко Елена Александровна, старший преподаватель кафедры экономики предприятия.

E-mail: monakova@bsu.edu.ru

Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ БелГУ).

Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85

Поступила в сентябре 2017 г.

© Чмирева Е.В., Лавриненко Е.А., 2017

Chmireva E.V., Lavrinenko E.A.

ANALYSIS OF PROJECT MANAGEMENT SYSTEM IN THE BELGOROD REGION

The application of the principles of project management in the Executive authorities and state authorities of the Belgorod region is regulated by regional legal acts. Very important for the implementation of project management in the region is the creation of automated information system "Project management". The studies found that the implementation of project management in the government of the Belgorod region led to the emergence of a significant effect for the entire regional social-economic system. The article highlights the success factors in the implementation of project management in the government of the region.

Keywords: *project management, information system project management project management in the Belgorod region, infrastructure security project management, project office.*

Information about the authors

Chmireva Elena Vladimirovna, Ph.D., Senior lecturer.

E-mail: chmireva@bsu.edu.ru

Belgorod State National Research University.

Russia, 308015, Belgorod, st. Pobedy, 85.

Lavrinenko Elena Alexandrovna, Senior lecturer.

E-mail: monakova@bsu.edu.ru

Belgorod State National Research University.

Russia, 308015, Belgorod, st. Pobedy, 85.

Received in September 2017

© Chmireva E.V., Lavrinenko E.A., 2017

Жильцов С.А., ассистент
Российский университет дружбы народов

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

zhiltsovsa@mail.ru

В статье исследована эволюция подходов к проектному управлению инновациями с IV тысячелетия до н. э. до настоящего времени. Выделены периоды предистории и истории науки о проектном управлении инновациями. В каждом периоде предлагается различать пять подпериодов, которые соответствуют изменениям подходов и методов практического управления и ступеням приращивания научного знания в данной области. Систематизированы стадии и этапы жизненного цикла проектов в области энергоснабжения. Рассмотрены особенности управления энергетическими проектами, показано влияние отраслевых и технологических факторов, что проявляется в необходимости обеспечения двух видов управления – административно-хозяйственного и производственно-технического, в том числе диспетчерско-операционного управления, – которые могут осуществляться на операционном, тактическом и стратегическом уровнях. Разработана матрица элементов, подсистем и инструментов управления проектами в области энергоснабжения. Задачи управления систематизированы в зависимости от стадии жизненного цикла проекта и вида управления, что позволит более аргументированно обосновать методику управления проектами энергоснабжения удаленных потребителей на основе инновационных технологий.

Ключевые слова: проектное управление, возобновляемые источники энергии, инновации, энергоснабжение, генерация электроэнергии.

Стратегические ориентиры долгосрочной энергетической политики России – улучшение энергобезопасности, сокращение бюджетных расходов, повышение энергоэффективности экономики и экологической безопасности энергетики – диктуют необходимость поиска возможностей стимулирования и поддержки на государственном уровне инновационных инициатив хозяйствующих субъектов в инвестиционной и эколого-экономической сферах [1]. Актуальность проблем развития производства и транспортировки энергии на основе активного использования отечественных возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в настоящее время обусловлена следующими предпосылками: большим количеством удаленных потребителей, изолированных от централизованной системы энергоснабжения (65 до 70 % территории России [2] с населением от 10 до 12 млн. чел. [3]); высокой стоимостью привозного топлива, что тормозит развитие производственной и социально-экономической сфер Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера [4, С. 123]; стабильным ростом цен на энергоресурсы на внутреннем рынке; наличием в России значительного технического потенциала ВИЭ (4,5 млрд. тонн условного топлива, что в 4 раза больше текущего объема отечественного потребления всех видов энергии [1]); ухудшением экологической ситуации в мире; глобальной тенденцией развития энергетики в направлении использования «чистой» энергии. В Энергетической

стратегии России запланировано повышение удельного веса нетопливной энергетики в энергетическом балансе до 11–14 % к 2030 г. [1]. Однако, по итогам 2016 г. совокупный удельный вес электроэнергии, произведенной ВЭС и СЭС составил 86,1 МВт, или 0,058 % от общего объема генерации [1], более 2/3 из которого вырабатывается солнечными электроустановками [5]. В этой связи усиливается актуальность совершенствования теоретического аппарата управления проектами энергоснабжения удаленных потребителей на базе ВИЭ.

Изучение научного наследия зарубежных и отечественных школ и представителей различных направлений управленческой мысли позволяет сделать вывод о недостаточной теоретической проработке в отечественной литературе данной тематики. При этом, если общие вопросы стратегического управления энергетическими компаниями и энергетикой региона в определенной степени изучены в работах российских ученых, то специфика проектного управления энергоснабжением удаленных потребителей на основе технологий возобновляемой энергетики на микроуровне не получила достаточного освещения в современных публикациях.

Изучение подходов к проектному управлению в Древнем Мире и взглядов научных школ и представителей разных направлений управленческой мысли [6–9 и др.] позволяет обобщить этапы эволюции подходов к проектному управлению

инновациями и выделить период предистории проектного управления (с IV-III тыс. до н. э. до Новейшего времени XVIII – нач. XX вв.) и период истории науки о проектном управлении инновациями (30-40-е гг. XX в. до настоящего времени). В свою очередь, первый период считаем возможным разделить на пять подпериодов: древняя (IV-III тыс. до н. э. – сер. I в н.э.) и средневековая (с кон. V до сер. или кон. XV – нач. XVI в) предистория, Возрождение (с нач. XIV в до I четв. XVII в), новая (XVIII – нач. XX в) и новейшая (1910-1920 гг.) предистория. На первых трех этапах реализовывались масштабные проекты утилитарного характера, а знания о проектном управлении имели практическую природу, основанную на эмпирическом опыте. На этапе Новой предистории проектного управления произошло ослабление авторитета Римско-Католической Церкви, представители которой в прошлом управляли наиболее крупными проектами; получила распространение механизация труда как основа будущего массового серийного производства. На этапе Новейшей предистории возникли идеи отдельных ученых о необходимости внедрения системного подхода к управлению (А.А. Богданов, Р. Кендалл), приобрел популярность структурно-функциональный (механический) подход к управлению операциями ручного и машинного труда.

В рамках второго периода эволюции управления инновационными проектами нами выделены плановый (1930–1940 гг.), сетевой (1950–1960 гг.), проектный (1970–1980 гг.), корпоративный (1990-е гг.) и универсальный (современный, 2000-е – настоящее время) этапы. На плановом этапе зародились основы проектного управления инновациями как науки, были разработаны пионерные матричные организационные структуры, впервые на научной основе были использованы навыки календарного планирования и нефинансовой мотивации участников проектов. На сетевом этапе проектное управление оформилось в самостоятельную отрасль научного знания и обогатилось методами сетевого планирования. К этому периоду следует отнести появление методов критического пути и PERT, утверждение системного подхода к управлению инновациями. Проектный этап ознаменовался широким применением аппарата системного анализа, методов исследования операций, теории игр, стандартизацией и компьютеризацией методик проектного управления. Появились алгоритмы управления командами, бюджетированием и конфигурацией проектов. Корпоративный этап эволюции вошел в историю благодаря расширению сфер применения и углублению специализации управления ин-

новационными проектами: были усовершенствованы методики управления рисками, группами проектов, а также методы корпоративного управления проектами.

Универсальный, или современный, этап эволюции проектного управления инновациями получил свое название вследствие проникновения проектного мировоззрения во все сферы жизни. В настоящее время методы проектного управления вышли за пределы деятельности предприятий и организаций. Широко распространились методики управления портфелями и программами проектов. Проектное управление превратилось в ключевую управленческую методологию и философию не только бизнеса, но и всех сфер жизни человека. При этом в подходах к управленческой деятельности следует отметить растущий приоритет долгосрочных этических последствий, социальной и экологической ответственности всех участников хозяйственных процессов. Указанные тенденции происходят на фоне быстрого развития информационных технологий обеспечения управленческой деятельности. Программные комплексы и методы гибкого управления проникают из сферы информационных технологий в другие отрасли, в том числе энергетику.

Содержание проектного управления в энергетике предполагает творческую, но основанную на научном подходе, практическом опыте и знании объективных законов, деятельность менеджеров по воздействию на управляемые подсистемы проекта (содержание, персонал, качество, сроки, финансы, материально-техническое обеспечение, претензии, влияние на окружающую среду, заинтересованные стороны, риски) с целью достижения его стратегических целей в рамках установленного объема финансовых, временных и человеческих ресурсов и качества результата.

На каждой стадии жизненного цикла проекта менеджеры решают определенные задачи, поэтому управление проектами в области энергетики, на наш взгляд, требует учета не только технологических факторов производства электроэнергии, параметров оборудования (например, мощности и типа объекта генерации), но и стадии и этапа жизненного цикла. Последний включает все стадии инновационного проекта: возникновение идеи, формулирование замысла и целей, проведение НИОКР, подготовку и проведение производственного процесса, а также реализацию услуг или продукции, эксплуатацию объекта, послепродажный сервис и утилизацию [10, С. 26]. На этой основе жизненный цикл проектного управления объектом энергоснабжения удален-

ных потребителей на базе инновационных технологий считаем возможным представить укрупненно как последовательность стадий создания объекта и его эксплуатации. Первая из них соответствует промежутку времени, в течение которого происходит строительство объекта (ЖЦ

строительного проекта) (рис. 1). Следовательно, до ввода в эксплуатацию управление объектом энергоснабжения предполагает, прежде всего, знание особенностей управления проектами строительства энергогенерирующих станций определенного типа.

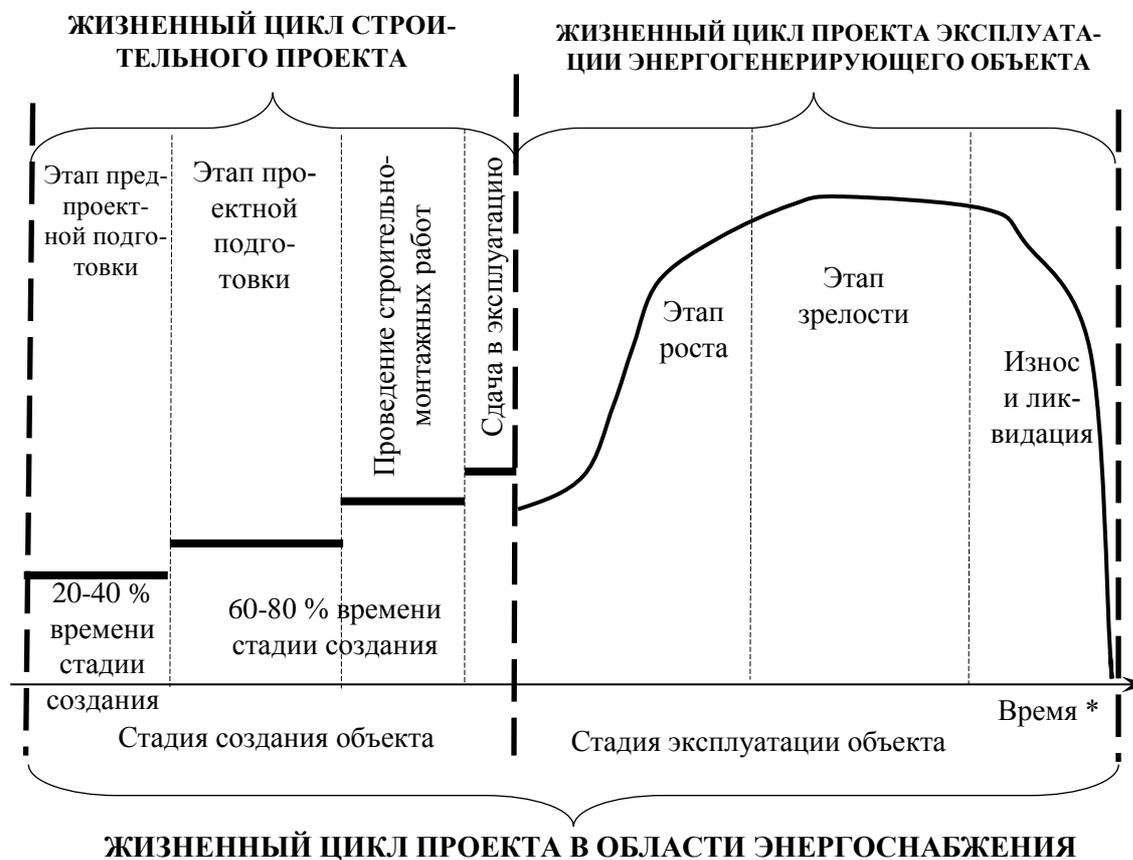


Рис. 1. Стадии жизненного цикла проектов в области энергоснабжения

* продолжительность этапов на временной оси не учитывает пропорции их длительности в реальном времени
Источник: составлено автором по: [7, С. 36, 38].

Большое влияние на общий успех проекта оказывает качество управления на стадии создания объекта энергоснабжения, что объясняется высокой капиталоемкостью начальных этапов. Строительство генерирующей станции связано со значительными вложениями временных, трудовых и финансовых ресурсов. Кроме того, на этой стадии разрабатывается бизнес-модель, на основе которой впоследствии будет функционировать объект, поэтому от правильности выбора модели и проведения расчетов во многом зависит эффективность проектного управления в целом. После сдачи объекта в эксплуатацию в структуре затрат доминируют операционные издержки. Особенностью управления современными объектами энергоснабжения на ВИЭ является то, что после запуска станции технологические процессы генерации и транспортировки электроэнергии регулируются автоматически программными управляющими комплексами, благодаря

чему расходы на содержание штатных сотрудников можно минимизировать.

Особенности управления инновационным проектом в области энергоснабжения на стадии эксплуатации непосредственно вытекают из свойств, присущих российской энергетике (отраслевые особенности), а также технологических особенностей производства энергии (рис. 2).

Указанные характеристики энергетической отрасли и технологических процессов производства энергии обуславливают двойственность управления объектами энергоснабжения, которая проявляется в необходимости обеспечения двух видов управления – административно-хозяйственного и производственно-технического, в том числе диспетчерско-операционного управления (ДОУ) как неотъемлемой части последнего. Каждый вид управления может осуществляться на операционном, тактическом и стратегическом

уровнях (рис. 3), которые отличаются горизонтом планирования, масштабом значений показателей и источниками информации, используемой для принятия управленческих решений.

Одним из ключевых инструментов управления энергогенерирующим предприятием служат энергетические балансы, которые позволяют идентифицировать объемы потребности в энергии и согласовывать их с производственными

возможностями станции. Балансы мощностей помогают определять оптимальные и критические режимы работы генераторов и электросетей, обеспечивать сбалансированную работу электрической цепи, разрабатывать грамотную ценовую политику, калькулировать операционные издержки и расходы на проведение плановых ремонтов и диагностики оборудования.



Рис. 2. Отраслевые и технологические особенности российской энергетики
 Источник: составлено автором по: [11, С. 9; 12, С. 4–5].



Рис. 2. Структура управления объектом энергоснабжения
 Источник: составлено автором

Следовательно, проектное управление связано с необходимостью выполнения управленческих (организация, планирование, стимулирование, координация и контроль) и обеспечивающих (предоставление информации, выполнение действий, подготовка предложений, согласование) работ [7], которые реализуются в рамках подсистем проектного управления или интегральных направлений (стоимость, сроки, содержание, заинтересованные стороны, в т. ч. персонал, материально-технические ресурсы, качество, коммуникации и риски). Связь между базовыми элементами, подсистемами и инструментами проектного управления в области энергоснабжения можно обобщить в виде матрицы (табл. 1). Для

управления подсистемами «содержание», «стоимость» и «качество» приоритетными являются все элементы управления (работы, ресурсы, результаты, риски). В управлении материально-техническом обеспечением, коммуникациями и заинтересованными сторонами, в т. ч. персоналом, наибольшую роль играет управление ресурсами (материально-сырьевыми, информационными и человеческими соответственно), в управлении рисками – концентрация внимания на поиске путей снижения вероятности наступления потенциальных неблагоприятных событий, связанных с реализацией проекта энергоснабжения.

Таблица 1

Матрица элементов, подсистем и инструментов управления проектами в области энергоснабжения

Подсистема управления Элемент управления	Управление содержанием		Управление сроками		Управление стоимостью		Управление качеством		Управление материально-тех. ресурсами		Управление заинтересован. сторонами		Управление рисками		Управление коммуникациями	
	Работы	Ресурсы	Результаты	Риски	Работы	Ресурсы	Результаты	Риски	Работы	Ресурсы	Результаты	Риски	Работы	Ресурсы	Результаты	Риски
Технический проект, структура работ, дерево целей, жизненный цикл проекта, планы управления содержанием, изменениями, требованиями,	✓	✓	✓	✓	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Расписание работ, сетевые модели, календарный график, диаграммы Ганта	–	–	–	–	✓	✓	✓	✓	–	–	–	–	–	–	–	–
Бюджетирование, график денежных потоков, структура расходов и доходов, анализ плановых показателей доходов и расходов, NPV, LCOE и др.	–	–	–	–	✓	✓	✓	✓	–	–	–	–	–	–	–	–
Технический проект, авторский надзор, структура продукции, состав требований к объекту	–	–	–	–	–	–	–	–	✓	✓	✓	✓	–	–	–	–
График поставок, структура ресурсов, структура поставщиков, энергетические балансы	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Штатное расписание, сетевая матрица, организационная структура, матрица распределения ответственности	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Дерево рисков, дерево решений, методы управления рисками	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Схемы информационной системы, структура информационных ресурсов	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

✓ – приоритетный элемент управления, не отменяет необходимости и возможности управления другими элементами в рамках соответствующей подсистемы, но указывает на приоритетность управления отмеченным элементом для достижения задач проектного управления на каждом этапе жизненного цикла проекта

NPV – чистая приведенная стоимость проекта

LCOE – полная приведенная стоимость электроэнергии

Источник: составлено автором

В рамках управления каждой из подсистем проекта решаются различные управленческие задачи в зависимости от стадии жизненного цикла проекта (создание и эксплуатация объекта) и

вида управления (ДОУ и административно-хозяйственное управление), систематизированные в табл. 2.

Таблица 2

Систематизация задач управления в зависимости от стадии жизненного цикла проекта энергоснабжения и вида управления

Подсистема управления	Стадия ЖЦ проекта	Задачи управления	
		ДОУ	Административно-хозяйственное управление
Управление содержанием	С	Сбор требований к необходимым объемам производства и потребления энергии, технологическим режимам работы объекта генерации и энергопринимающих установок потребителей, включая параметры настройки системной и противоаварийной автоматики; к качеству, безопасности и надежности энергоснабжения; к производительности энергогенерирующих установок и др. Описание ожидаемых характеристик услуги и критериев качества энергоснабжения потребителей, технологии производства энергии, определение технических целей, задач и результатов, допущений, исключений и ограничений проекта. Составление иерархической структуры технико-технологических работ, необходимых для создания объекта энергоснабжения	Сбор требований к управлению проектом энергоснабжения, к количеству и профессиональному составу штатных работников, определению финансовых, административно-организационных и социальных целей, допущений, ограничений и исключений проекта. Составление иерархической структуры административно-хозяйственных работ
	Э	Мониторинг и анализ отклонений достигнутых технических результатов реализации проекта от плановых, разработка мероприятий по устранению препятствий для достижения плановых показателей и целей	Мониторинг и анализ отклонений достигнутых финансово-экономических и организационно-административных результатов реализации проекта от плановых показателей, разработка корректирующих мероприятий
Управление сроками	С	Обеспечение своевременного завершения технико-технологических процессов (получения разрешительной документации, проведения инженерно-архитектурного проектирования, СМР, сдачи объекта в эксплуатацию и др.), необходимых для создания объекта энергоснабжения. Определение состава, последовательности и длительности технико-технологических операций и ресурсов, необходимых для их выполнения	Обеспечение своевременного выполнения организационно-административных и финансово-экономических процессов, необходимых для создания объекта энергоснабжения. Определение состава, последовательности и длительности технико-экономических расчетов и ресурсов, необходимых для их выполнения
	Э	Разработка на основе этой информации расписания проекта энергоснабжения (планирование) и управление изменениями в расписании (мониторинг). Планирование и мониторинг выполнения сроков проведения плановой диагностики оборудования, ритмичности поставок топлива и т. д.	Планирование и контроль выполнения сроков предоставления финансовой и статистической отчетности, своевременности оплаты труда персонала, проведения внутреннего и внешнего аудиторского контроля и др.
Управление стоимостью	С	Определение принципов, правил и системы управления стоимостью проекта. Привлечение специалистов в соответствующей области для оценки запланированных работ. Количественная оценка необходимых ресурсов, организация бюджетного процесса и разработки сметы проекта создания объекта энергоснабжения. Обеспечение финансирования работ по созданию объекта генерации в полном объеме согласно финансовому плану, документирование фактических затрат, анализ отклонений плановых стоимостных параметров проекта от фактических	
	Э	Определение плановых финансово-экономических показателей реализации проекта, контроль динамики и структуры доходов и расходов, мониторинг степени достижения	

Подсистема управления	Стадия ЖЦ проекта	Задачи управления	
		ДОУ	Административно-хозяйственное управление
		плановых финансовых показателей проекта, разработка корректирующих мероприятий по управлению финансовыми потоками и показателями эффективности	
Управление качеством	С	Контроль содержания, полноты, достоверности, актуальности технических параметров проектной документации и ее соответствия действующим стандартам и нормам, контроль качества СМР и материально-сырьевых ресурсов, координация участников СМР и авторского надзора	Контроль качества финансово-экономических расчетов проектной документации и ее соответствия финансово-экономическим и административно-организационным требованиям заказчика. Мониторинг соблюдения финансовой и контрактной дисциплины на всех этапах стадии создания объекта энергоснабжения
	Э	Мониторинг качества энергоснабжения потребителей, частоты и продолжительности отказов оборудования, наступления аварийных ситуаций, уровня напряжения в сетях и т. д.	Контроль качества выполнения финансово-экономических и административно-организационных требований заказчика к результатам функционирования объекта энергоснабжения
Управление материально-техническими ресурсами	С	Координация работы поставщиков сырья, материалов и оборудования на стадии создания объекта, контроль полноты исполнения договорных обязательств по поставкам, оптимизация цепочки поставок и др.	Определение количественной потребности в сырье, материалах и оборудовании, поиск поставщиков, оптимизация цепочки поставок, составление графика поставок, контроль исполнения договорной и финансовой дисциплины по договорам поставки
	Э	Контроль за сохранностью энергогенерирующего, аккумулирующего и энергопередающего оборудования, обеспечение поставок необходимого оборудования и комплектующих в случае ремонтов и аварийных ситуаций, а также регулярных закупок топлива, оптимизация цепочки поставок материально-технического обеспечения технологических процессов генерации, оптимизация методов управления запасами	Контроль за сохранностью имущества административно-хозяйственного назначения, обеспечение поставок офисного оборудования и ТМЦ, поиск оптимальных поставщиков, оптимизация методов управления запасами
Управление заинтересованными сторонами	С	Работа с претензиями заинтересованных сторон, мониторинг степени их удовлетворенности результатами проекта, мотивация инженерно-технических и административно-управленческих работников, участвующих в создании и эксплуатации объекта энергоснабжения	
	Э		
Управление рисками	С	Минимизация вероятности ошибок в инженерных и архитектурных расчетах, рисков СМР, экологических рисков, рисков недостоверного контроля в процессе приемки/сдачи построенного объекта энергоснабжения и др.	Минимизация рисков недостоверных финансово-экономических расчетов, ошибок в составлении бизнес-плана, выборе бизнес-модели, подборе персонала, неэффективной организации коммуникаций и др.
	Э	Выявление и минимизация рисков наступления аварийных и предаварийных ситуаций, случаев отказов оборудования, продолжительных простоев оборудования после наступления аварийных ситуаций и др.	Идентификация и минимизация рисков кражи имущества, недостоверности результатов внутреннего и внешнего контроля, искажения показателей финансовой, статистической и оперативной отчетности и др.
Управление коммуникациями	С	Разработка и обеспечение эффективной работы системы обмена информацией между всеми заинтересованными сторонами проекта на стадиях создания и эксплуатации объекта энергоснабжения	
	Э		

ЖЦ – жизненный цикл

ДОУ – диспетчерско-операционное управление

С – стадия создания объекта энергоснабжения

Э – стадия эксплуатации объекта энергоснабжения

Источник: составлено автором

Отметим, что данное деление является в определенной степени условным, поскольку все подсистемы управления проектом тесно интегрированы между собой. Взаимосвязи между ними пронизывают все стадии и этапы жизненного цикла объекта энергоснабжения, поэтому частные задачи и инструменты управления нередко являются общими для ряда подсистем (например, управление ресурсами и стоимостью, содержанием качеством и претензиями заинтересованных сторон и т. д.).

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. Изучение подходов к проектному управлению в Древнем Мире и взглядов научных школ и представителей разных направлений управленческой мысли позволяет обобщить этапы эволюции подходов к проектному управлению инновациями и выделить период предыстории проектного управления (с IV–III тыс. до н. э. до Новейшего времени XVIII – нач. XX вв.) и период истории науки о проектном управлении инновациями (30–40-е гг. XX в. до настоящего времени). В свою очередь, первый период считаем возможным разделить на пять подпериодов: древняя и средневековая предыстория, Возрождение, новая и новейшая предыстория. В рамках второго периода эволюции, в течение которого управление проектами оформилось в самостоятельную отрасль научного знания, нами выделены плановый, сетевой, проектный, корпоративный и универсальный (современный) этапы.

2. Проект энергоснабжения удаленных потребителей можно отнести к преимущественно техническим, традиционным для отрасли, но пионерным для определенного заказчика или территории (если проект реализуется впервые), к уникальным по значению его индивидуальных параметров и к стандартным по набору инструментов и практик управления (если проекты реализуются на территориях с аналогичными физико-химическими, природно-климатическими, экономическими и др. условиями).

3. В процессе разработки теоретических основ проектного управления в области энергоснабжения удаленных потребителей следует учитывать отраслевые тенденции российской энергетики, технологические особенности производства и транспортировки энергии к потребителям, а также стадии жизненного цикла проекта, поскольку на каждой из них решаются различные управленческие задачи.

4. На основе общепризнанных представлений о свойствах, видах и последовательности реализации проектов считаем возможным выделить в жизненном цикле проекта энергоснабжения стадии создания и эксплуатации объекта

энергоснабжения. На стадии создания, на наш взгляд, целесообразно различать этапы предпроектной и проектной подготовки, строительномонтажных работ и сдачи объекта; на стадии эксплуатации – этапы роста, зрелости, износа и ликвидации энергогенерирующей станции.

5. Особенности управления проектами в области энергоснабжения удаленных потребителей на стадии создания объекта связаны, прежде всего, с характерными чертами управления строительными проектами, на стадии эксплуатации – с методами административно-хозяйственного и диспетчерско-оперативного управления объектом энергоснабжения на оперативном, тактическом и стратегическом уровнях.

6. Изучение указанных особенностей позволило систематизировать решаемые технико-экономические задачи управления проектами в области энергоснабжения в зависимости от стадии жизненного цикла объекта (создание и эксплуатация), вида (административно-хозяйственное и производственно-техническое, в т. ч. диспетчерско-операционное) управления, а также установить взаимосвязь между элементами, подсистемами и инструментами управления проектом энергоснабжения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года [Электронный ресурс] / Министерство энергетики РФ. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (Дата обращения: 24.07.2017).
2. Счетчик крутится слишком быстро [Электронный ресурс] / Булат Нигматулин, Иван Рубанов // Эксперт. 2008. №47 (636). – [01 декабря 2008]. URL: http://expert.ru/expert/2008/47/schetchik_slisshkom_bystr/ (Дата обращения: 24.07.2017).
3. РусГидро: будущее энергетики связано с возобновляемыми источниками энергии [Электронный ресурс] / URL: <http://aenergy.ru/1873> (Дата обращения: 24.07.2017).
4. Стратегия социально – экономического развития Камчатского края до 2025 года / Российская Федерация, Камчатский край. Москва, 2009. 336 с.
5. Назарова Ю.А. Социально-экономические факторы развития отрасли возобновляемой энергетики в России [Электронный ресурс] / Назарова Ю.А., Жильцов С.А., Голоулин Е.Ю. // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2017. №7. URL: <http://uecs.ru/ekonomika-prirodopolzovaniyz/item/4488-2017-07-14-06-32-11> (Дата обращения: 21.08.2017).

6. Маршев В.И. История управленческой мысли. М.: Проспект, 2016. 736 с.

7. Управление проектом. Основы проектного управления. Под ред. проф. М.Л. Разу; 3-е изд., перераб. и доп. М.: КНОРУС, 2010. 760 с.

8. Galbraith J.K. The New Industrial State Princeton University Press, 1967. 576 p. (The James Madison Library in American Politics); Galbraith J. K. Economics and the Public Purpose / John Kenneth Galbraith. Houghton Mifflin, 1973. 334 p.

9. Meredith J.R., Mantel S.J., Jr. Project Management: A Managerial Approach // 8th ed. Danvers, MA: John Wiley & Sons, 2012.

10. Управление инновационными проектами. Под ред. проф. В.Л. Попова. М.: ИНФРА-М, 2009. 336 с.

11. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. 294 с.

12. Кравченко А.В., Малькова Е.В., Чернов С.С. Экономика энергетики и управление энергопредприятием. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009. 66 с.

Информация об авторах

Жильцов Сергей Алексеевич, ассистент кафедры национальной экономики экономического факультета.

E-mail: zhiltsovs@mail.ru

Российский университет дружбы народов.

Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6.

Поступила в сентябре 2017 г.

© Жильцов С.А., 2017

Zhiltsov S.A.

CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR PROJECT MANAGEMENT IN THE FIELD OF RENEWABLE ENERGY SUPPLY TO REMOTE CONSUMERS

The article explores the evolution of project management approaches to innovations starting from the 4th millennium B.C. until nowadays. Prehistory and history periods of project management of innovations as a science are identified. In each period, it is proposed to distinguish five sub-periods that correspond to the changes in approaches and methods of practical management and stages of increment in scientific knowledge in this field. Energy project life cycle phases and stages are systematized. Energy project management features are considered. The revealed influence of industry-based and technological factors requires two types of management – administrative and production ones, including dispatching and operational control, both of which can be implemented at operational, tactical and strategic levels. The matrix of elements, subsystems and tools of project management in the field of energy supply has been developed. The management tasks are classified depending on the stage of the life cycle of the project and the type of management. This will enable to more reasonably substantiate management procedures for the projects of innovative technology based power supply to remote consumers.

Keywords: *project management, renewable energy sources, innovations, energy supply, power generation.*

Information about the authors

Zhiltsov Sergey Alekseevich, Assistant.

E-mail: zhiltsovs@mail.ru

RUDN University.

Russia, 117198, Miklukho-Maklaya, 6.

Received in September 2017

© Zhiltsov S.A., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c7983a2b3.66529888

*Ковтун Ю.А., канд. юр. наук, доц.,
Баранов В.М., канд. пед. наук, доц.,
Шевцов Р.М., канд. юр. наук, доц.,
Сомина И.В., д-р экон. наук, доц.*

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ КРЕДИТНО-ФИНАНСОВОГО СЕКТОРА С ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫМИ ОРГАНАМИ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

belad@yandex.ru

В статье анализируются актуальные проблемы взаимодействия правоохранительных органов со службой безопасности организаций в процессе раскрытия и расследования преступлений в кредитно-финансовой сфере. Рассматривается совместная деятельность служб по предупреждению преступлений в кредитно-финансовой сфере, анализ причин и условий, им способствующих, и выработке на их основе эффективных профилактических мероприятий. Рассматриваются основные направления деятельности правоохранительных органов по сбору информации из различных источников, которые позволят уяснить содержание конкретных явлений и процессов, детерминирующих преступления в кредитно-финансовой сфере для последующего эффективного обеспечения экономической безопасности организаций от преступных посягательств. Механизм привлечения сведущих лиц к разработке предложений и рекомендаций профилактического характера, способных давать консультации и советы по различным вопросам, возникающим в процессе предупреждения и раскрытия преступлений в кредитно-финансовой сфере.

Ключевые слова: *взаимодействие, экономическая безопасность, предупреждение, преступность, служба безопасности.*

В современных условиях кредитно-финансовая сфера играет исключительно важную роль для обеспечения эффективного функционирования экономики страны. Но отсутствие должного государственного контроля и эффективных методов защиты от преступных посягательств, неоднозначности финансового и банковского законодательства превратили кредитно-финансовую сферу в одну из наиболее уязвимых сфер со стороны преступных проявлений.

Криминальные посягательства в кредитно-финансовой сфере выделяются, особой изощренностью, высоко интеллектуальным характером, активной адаптацией преступников к новым формам и методам финансовой деятельности, а также банковским документам и технологиям. Современная криминальная ситуация в кредитно-финансовой сфере характеризуется следующими признаками: ростом числа выявленных преступлений; наличием значительного количества скрытой (латентной) преступности; распространенностью организованной преступной деятельности; значительным материальным ущербом, причиняемым криминальными посягательствами [1].

Наиболее распространенными способами преступных посягательств в кредитно-финансовой сфере являются хищения денежных средств (связанные с проведением активных кредитных

операций), которые совершается путем мошенничества, в том числе: обмана кредиторов вследствие предоставления недостоверных сведений о кредитоспособности; обмана кредиторов при фальсифицированном предоставлении залога в качестве обеспечения кредита; создания хозяйственных субъектов в целях хищения денежных средств, которые прекращают свое существование после получения ссуды либо перечисления средств, предоставленных в результате кредитования [2].

На современном этапе роль подразделений правоохранительных органов по борьбе с преступлениями в кредитно-финансовой сфере мере сужается, так как обеспечение экономической безопасности становится в первую очередь обязанностью самих руководителей организации. Это в полной мере относится к коммерческим банкам, кредитным и другим коммерческим организациям.

Одной из важных причин несвоевременного выявления и раскрытия преступлений в сфере кредитно-финансовых отношений являются недостатки взаимодействия службы безопасности организаций с подразделениями правоохранительных органов. Эффективное противодействие в кредитно-финансовой сфере возможно только при объединении сил и средств службы безопас-

ности организаций с возможностями подразделений правоохранительных органов в рамках надлежащего взаимодействия.

В целях повышения оперативной осведомленности о состоянии оперативной обстановки на объектах кредитования, обязательствах, способствующих преступным посягательствам на финансовые средства, подразделения правоохранительных органов должны создавать надежные оперативные позиции путем взаимодействия с работниками кредитно-финансовой сферы и отдельных коммерческих банков: их вычислительных центров, отделов кредитования, экономических служб и служб безопасности банков. Взаимная эффективность деятельности службы безопасности организаций с подразделениями правоохранительных органов невозможна без инициативного взаимодействия. Решающее значение в выполнении этих задач имеет комплексное использование всех сил и средств, основанное на тесном взаимодействии службы безопасности, а также сотрудников правоохранительных органов [3].

Взаимодействия со службой безопасности организации, разнообразное использование оперативно-розыскных сил, средств и методов при выявлении фактических данных о преступной деятельности разрабатываемых, необходимость тщательно продуманной организации и тактики проведения соответствующей совокупности оперативно-розыскных мероприятий, обеспечивает эффективное достижение реальных результатов в раскрытии преступных посягательств в кредитно-финансовой сфере.

Общие задачи обеспечения экономической безопасности они решают разными методами. Сопоставляя силы, средства и возможности службы безопасности организаций и подразделений правоохранительных органов, задействованных в этой борьбе, необходимо отметить следующее.

Количество сотрудников служб безопасности кредитно-финансовой сферы, несопоставимо с незначительным количеством сотрудников правоохранительных органов, осуществляющих противодействие преступлениям в данной сфере. По объему информация о деятельности своего предприятия служба безопасности имеют преимущество перед подразделениями правоохранительных органов.

В свою очередь, преимущества подразделений правоохранительных органов в том, что они имеют право реализовать эту информацию и привлечь виновных к ответственности, осуществлять оперативно-розыскные мероприятия, использовать специальную технику, получать информацию из конфиденциальных источников, а

также, что самое важное, обеспечить возможность возмещения материального ущерба, причиненного организации. Поэтому борьба с преступлениями в кредитно-финансовой сфере всегда связана с согласованной работой службы безопасности, а также сотрудников правоохранительных органов, которая в наибольшей степени обеспечивает быстрое раскрытие и успешное расследование уголовного дела.

Использование правоохранительными органами оперативно-розыскных возможностей оказывается целесообразным для установления тех условий, которые способствуют совершению замаскированных преступлений в кредитно-финансовой сфере. Критериями целесообразности применения негласных возможностей в данном направлении выступают повышенная общественная опасность указанных условий и невозможность их обнаружения гласным путем.

Правильно организованное и тактически грамотное взаимодействие позволяет оперативно:

- установить лиц, относящихся в силу особенности механизма совершения преступного деяния и иных объективных факторов к его очевидцам, которые в дальнейшем могли быть допрошены в качестве свидетелей по уголовному делу;

- выявить необходимые предметы и документы, которые использовались при подготовке и совершении преступления, сведения о местонахождении похищенного, обеспечить их сохранность до изъятия в процессуальном порядке;

- зафиксировать с помощью оперативно-технических средств или визуальными действиями проверяемых и разрабатываемых по делу [4].

Это позволит проанализировать собранную из различных источников информацию, уяснить содержание конкретных явлений и процессов, детерминирующих преступления в кредитно-финансовой сфере.

Отсутствие на государственном уровне комплексного системного подхода к организации профилактической преступлений в кредитно-финансовой сфере оказывает прямое влияние на состояние криминогенной обстановки в данной сфере. В условиях нестабильности экономических отношений, отсутствия надежного правового и экономического механизма защиты от преступных посягательств предупреждение является одним из средств воздействия на экономическую преступность.

Криминализация данной сферы во многом связана со следующими негативными явлениями:

- несовершенством действующего законодательства, регулирующего деятельность кредитно-финансовых организаций, и в частности системы безналичных взаиморасчетов;

- ослаблением, а в некоторых случаях отсутствием надлежащего контроля за деятельностью кредитно-финансовых организаций;

- половинчатостью мер государственного регулирования деятельности коммерческих организаций;

- противоправной деятельностью некоторых коммерческих структур, в числе банковских, по удержанию и нецелевому использованию ресурсов, полученных в качестве кредитов, предоплат по различным договорам финансово-хозяйственной деятельности, совместной деятельности.

Успешная деятельность подразделений правоохранительных органов и служб безопасности организаций по предупреждению преступлений в кредитно-финансовой сфере возможна лишь при совместном изучении причин и условий, им способствующих, и выработке на основе эффективных профилактических мероприятий [5]. Осуществлять такой анализ призвана аналитическая работа, охватывающая своим содержанием широкий комплекс организационных мероприятий и методических приемов для изучения и оценки информации о состоянии преступности в кредитно-финансовой сфере, результатах практической деятельности подразделений правоохранительных органов по выполнению возложенных на них задач по борьбе с указанными преступлениями [6].

Анализ, составленный на базе выработки и обоснования различного рода управленческих решений, текущего планирования позволяет наиболее целесообразно использовать имеющиеся в распоряжении силы и средства, принимать обоснованные и наиболее эффективные меры по воздействию на условия и причины, способствующие совершению преступлений в сфере кредитно-финансовой, по совершенствованию деятельности подразделений правоохранительных органов и служб безопасности организаций. Вышесказанное свидетельствует о том, что аналитическая работа подразделений правоохранительных органов и служб безопасности организаций представляет собой достаточно трудоемкую и кропотливую деятельность.

После выявления и тщательного анализа причинного комплекса преступлений, совершаемых в кредитно-финансовой сфере, (оперативный сотрудник совместно с сотрудником службы безопасности) планирует мероприятия предупредительного характера, направленные на нейтрализацию условий, способствующих преступным посягательствам в указанной сфере. Достаточно

часто возникает необходимость привлечения сведущих лиц к разработке предложений и рекомендаций профилактического характера, способных давать консультации и советы по различным вопросам, возникающим в процессе предупреждения и раскрытия преступлений в кредитно-финансовой сфере.

По делам рассматриваемой категории возникает необходимость в использовании специальных познаний бухгалтеров, экономистов, криминалистов различного уровня. В частности, при документировании незаконного получения кредита заемщиком специалист-бухгалтер может сообщить оперативному сотруднику или сотруднику службы безопасности организации, информацию об условиях и порядке получения ссуды, бухгалтерских и других документах, составленных при этом.

С помощью специалистов-криминалистов может быть установлено, кем исполнены рукописные тексты и подписи в сомнительных документах, например, в договорах, платежных поручениях. Познания специалиста-криминалиста могут потребоваться для прочтения текста по оставленным следам и установления, кем исполнены этот текст, подпись, когда сам документ уничтожен, а обнаружены только следы, оставшиеся при его составлении.

Технико-криминалистическое исследование, изучая цвет и состав чернил, пасты в таких, например, документах, как отчет об использовании кредитных средств, договоры о трате этих средств на различные закупки, производство работ, может установить, что подписи, текст в этих документах выполнены одним и тем же лицом в одно и то же время [7].

Использование оперативно-розыскных сил, средств и методов правоохранительных органов в сочетании с осуществлением указанных мер, проводимых иными субъектами предупреждения преступлений (службами безопасности организаций), дают возможность эффективно предотвращать замышляемые и пресекать подготавливаемые преступления в кредитно-финансовой сфере.

Налаженное взаимодействие со службой безопасности кредитно-финансовой организации поможет правоохранительным органам оперативно получить информацию следующего содержания:

- проводилась ли проверка действительности сведений, сообщенных заемщиком о себе, и законности его деятельности;

- проводилась ли проверка заемщика, к своим обязательствам в прошлом;

- осуществлялась ли проверка сведений об обеспечении кредита залогом, об исполнении

обязательств гарантом, поручителем и другими лицами;

-выяснялись ли основания получения для получения государственного целевого кредита, либо льготных условий кредитования;

-какие дополнительные обстоятельства имели значение для получения данным заемщиком кредита, как осуществлялся контроль за его использованием и возвратом;

-проводился ли технико-криминалистический анализ учредительных и иных документов заемщика с целью установления подделок (если да, то каким образом);

-характер взаимоотношений заемщика с банком;

-данные, характеризующие руководителя организации-заемщика;

-осуществлялся ли анализ документов, представленных будущим заемщиком, для установления возможных признаков их подделки;

-проводилась ли проверка финансового благополучия получателя кредита;

-проводилась ли оценка залога и возможности его реализации, а также финансовое положение гаранта или поручителя;

-какие мероприятия проводились по проверке реальности соответствия представленных документов к финансовому положению заемщика;

-проводилась ли проверка регистрационных и учредительных документов с целью изучения правоспособности и дееспособности заемщика по действующему законодательству (со ссылками на конкретные нормативные источники);

-какое было заключение о полноте представленных документов заемщиком, каким образом оно было оформлено и доведено до руководства кредитной организации;

-проводилась ли проверка правильности оформления поручительств гарантий (если да, то каким образом);

-какие документы и договоры, касающиеся выдачи кредитов, были проверены на правильность юридического оформления;

-какие документы были оформлены юридическим отделом при выявлении факта невозвращения кредита в срок.

К числу мер, создающих условия, которые затрудняют или делают реализацию преступных намерений невозможным при проведении кредитно-финансовых операций, следует отнести:

-взаимное оперативное информирование службы безопасности или правоохранительных органов кредитно-финансовой организации на предмет возможного «проникновения» в банк фиктивной информации (фальсифицированных балансов, ложных сведений о хозяйственном и

финансовом положении предприятия - ссудозаемщика и пр.);

-прекращение кредитования предприятия-ссудозаемщика в случае установления недостоверных документов, указанных выше;

-установление надлежащего кредитного контроля за деятельностью ссудозаемщика и др. [8]

Деятельность подразделений правоохранительных органов по предупреждению преступлений в кредитно-финансовой сфере требует дальнейшего совершенствования по изучению причинного комплекса, создающего благоприятную обстановку для совершения рассматриваемой категории преступлений; организации взаимодействия подразделений правоохранительных органов с другими субъектами предупреждения преступлений; разработки предложений профилактического характера применительно к указанным криминальным посягательствам.

В этих условиях дальнейшее совершенствование деятельности подразделений правоохранительных органов и служб безопасности по предупреждению преступлений в кредитно-финансовой сфере отношений возможно путем:

-повышения уровня информационного обеспечения этой деятельности;

-повышения эффективности аналитической работы по изучению и оценке информации, характеризующей состояние криминогенной обстановки в кредитно-финансовой сфере;

-усиления взаимодействия с узкими специалистами в области банковского, финансового законодательства с целью разработки предложений и рекомендаций профилактического характера;

-освоения новых тактических приемов предотвращения замышляемых и подготавливаемых преступлений в кредитно-финансовой сфере.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдийский В.И., Дадалко В.А., Синявский Н.Г. Национальная и региональная экономическая безопасность России. М.: ИНФРА-М, 2017. 363 с.
2. Седых Ю.Н. Мошенничество в кредитно-банковской сфере // Молодой ученый. 2012. №3. С. 190–192.
3. Микрюков Т.В. Службы экономической безопасности и их функции // Экономика и право. Ижевск: Вестник Удмуртского Университета. 2010. С. 27–29.
4. Дзестелов Х.А. Некоторые вопросы современной оперативной обстановки по линии борьбы с экономическими и коррупционными

преступлениями в кредитно-финансовой системе. Труды Академии управления МВД России. 2016. № 3 (39). С. 33–36.

5. Карпович О.Г. Детерминанты преступлений, совершаемых в кредитно-финансовой сфере, и личность финансового мошенника // Российский следователь. М.: Юрист. 2010. № 6. С. 29–32.

6. Кривенко Т., Куранова, Э. Расследование преступлений в кредитно-финансовой сфере: // Законность. 1996. №1. С. 22–27.

7. Сатуев Р.С., Шраер Д.А., Яськова Н.Ю. Экономическая преступность в финансово-кре-

дитной системе // Центр экономики и маркетинга. М.: Центр экономики и маркетинга. 2000. 272 с.

8. Штатский А.А. Проблемы выявления, предупреждения и раскрытия преступлений в сфере кредитных отношений (по материалам подразделений БЭП органов внутренних дел Северо-Западного федерального округа). Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. Калининград. 2007. 27 с.

9. Дорошенко Ю.А., Бухонова С.М., Слабинская И.А., Шаповалова Т.Л. Методика оценки и способы повышения эффективности использования инновационного потенциала организации. Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 133 с.

Информация об авторах

Баранов Владимир Михайлович, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры стратегического управления.

E-mail: vladimirbaranov84@gmail.com

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.

308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46

Ковтун Юрий Анатольевич, кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры стратегического управления.

E-mail: belad@yandex.ru

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.

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

Шевцов Роман Михайлович, кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры стратегического управления.

E-mail: roman377@mail.ru

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.

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

Сомина Ирина Владимировна, доктор экономических наук, доцент, доцент кафедры стратегического управления.

E-mail: irasomina@yandex.ru

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.

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

Поступила в сентябре 2017 г.

© Баранов В.М., Ковтун Ю.А., Шевцов Р.М., Сомина И.В., 2017

Baranov V.M., Kovtun Y.A., Shevtsov R.M., Somina I.V.

THE INTERACTION OF THE ORGANIZATIONS OF CREDIT AND FINANCIAL SECTOR LAW ENFORCEMENT AGENCIES IN THE SPHERE OF ECONOMIC SECURITY

The article analyzes actual problems of interaction of law enforcement bodies, security service organizations in the process of disclosure and investigation of crimes in credit-financial sphere. Before the joint operation of services for the prevention of offences in credit-financial sphere, the analysis of the causes and conditions contributing to, and developing through effective preventive measures. Discusses the basic directions of activity of law enforcement agencies on the collection of information from various sources, which will allow you to understand the content of specific phenomena and processes that determine crimes in credit-financial sphere for the following effective ensure the economic security of organizations from criminal governmental abuse. A mechanism to attract competent individuals to the development of proposals and recommendations of a preventive nature, able to give consultation and advice on personal issues that arise in the process of prevention and disclosure of crimes in credit-financial sphere.

Keywords: cooperation, economic security, prevention of crime, security services.

Information about the authors

Baranov Vladimir Mikhaylovich, Ph.D., Assistant professor

E-mail: vladimirbaranov84@gmail.com

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Kovtun Yuriy Anatolyevich, Ph.D., Assistant professor

E-mail: belad@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Shevtsov Roman Mikhaylovich, Ph.D., Assistant professor

E-mail: roman377@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Somina Irina Vladimirovna, DSc, Professor.

E-mail: irasomina@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017

© Baranov V.M., Kovtun Y.A., Shevtsov R.M., Somina I.V., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c7c54d072.55679164

Каюшникова М.В., магистрант,
Андреева О.Н., канд. экон. наук, ст. преп.

Белгородского государственного национального исследовательского университета

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

kayushnikova2013@yandex.ru

В настоящее время большое внимание уделяется инновациям, которые играют важную роль в обеспечении современного экономического роста, общественного благосостояния и политического интереса. В настоящей статье представлен анализ показателей инновационного развития Белгородской области, выявлены проблемы инновационного развития. Инновационная инфраструктура представлена как инструмент, с помощью которого оказывается ресурсная поддержка и формируется благоприятная среда для инновационного развития региона. Основное внимание в исследовании уделяется анализу показателей инновационного развития Белгородской области, в том числе посредством сопоставления с показателями регионов Центрального федерального округа. Наш анализ показывает, что при значительных исследовательских и производственных возможностях региона выход готовой инновационной продукции на среднем уровне, что в целом может являться следствием большей сфокусированности исследователей на «чистой» научной деятельности при незначительном их участии в коммерческих проектах, что характеризует стадию становления региональных инновационных систем.

Ключевые слова: регион, инновационная инфраструктура, элементы, бизнес-инкубатор, технопарк, технополис, инновационный центр, территориальный кластер, инфраструктурное обеспечение.

Введение. В настоящее время в финансовом планировании Российской Федерации на первое место ставится задача создания инноваторской экономики. Вопросы стимулирования инноваций вынесены и на самый высокий политический уровень. Стоит отметить, что роль государства в научной и инноваторской сферах России остается основной. К необходимости регулирования научной деятельности в государственных НИИ и вузах, добавляется также и влияние на инновационную активность бизнеса.

Согласно сведениям Рейтинга инновационной активности регионов, проведенном Ассоциация инновационных регионов России (АИРР), в 2016 году Белгородская область заняла 29 место из числа 85 субъектов Российской Федерации. Регион попал в группу субъектов со средним уровнем инновационной активности [1].

Необходимо находить новейшие модификации формирования областной инноваторской инфраструктуры, которые создали бы условия для появления новейших инноваторских компаний и, равно как результат, экономический рост региона.

В данной статье рассматривается вопрос, касающийся условий развития инновационного потенциала региона. Выявлены проблемы инновационного развития. Инновационная инфраструктура представлена как инструмент, с помощью которого оказывается ресурсная поддержка и

формируется благоприятная среда для инновационного развития региона.

Методология. Политика инновационного развития региона отражена в постановлении Правительства области от 25 января 2010 г. № 27-пп «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года» [4].

Комплексный подход в формировании инновационной системы региона гарантирует нормативная правовая база. Действует закон Белгородской области об инновационной деятельности и инновационной политике, регулирующий отношения субъектов инновационной деятельности и органов государственной власти на территории области (Закон области от 1 октября 2009 г. № 296) [3].

Создавая максимально благоприятные условия для активизации инновационной деятельности и с целью вовлечь частный бизнес в инновационные процессы в рамках формирования системы налоговых стимулов приняты законы, предусматривающие снижение налогового бремени на предприятия инновационной сферы деятельности по отдельным видам налогов: в части установления пониженной ставки по налогу на прибыль, зачисляемой в областной бюджет, и дифференцированной ставки по налогу на имущество организаций (Закон Белгородской области от 27 ноября 2003 года № 104 «О налоге на имущество организаций», Закон Белгородской

области от 18 сентября 2007 года № 142 «О льготах по налогу на прибыль организаций»). В сфере инновационной деятельности в области действуют постановление Губернатора Белгородской области от 29 августа 2008 года № 103 «Об образовании Совета по инновационной политике при Губернаторе Белгородской области» и распоряжение Правительства Белгородской области от 1 августа 2011 года № 395-рп «О создании Фонда развития белгородской интеллектуально-инновационной системы» [4].

Основная часть. В Белгородской области региональная инновационная инфраструктура представлена 14 организациями, представленными бизнес-инкубаторами, технопарками, фондами, инновационными и научно-инновационными центрами и др. [4].

Несмотря на достаточно развитую инновационную инфраструктуру в регионе, уровень инновационного производства пока еще остается недостаточным, но необходимо отметить, что предпринимаемые системные меры по формированию инновационной экономики принесли определенные результаты, которые в большей степени затонули создание институциональных и инфраструктурных предпосылок инновационного роста.

Основными факторами инновационного развития являются созданные и используемые передовые производственные технологии, динамика которых за последние несколько лет явно положительная, что наглядно показано на рисунке 1[2].

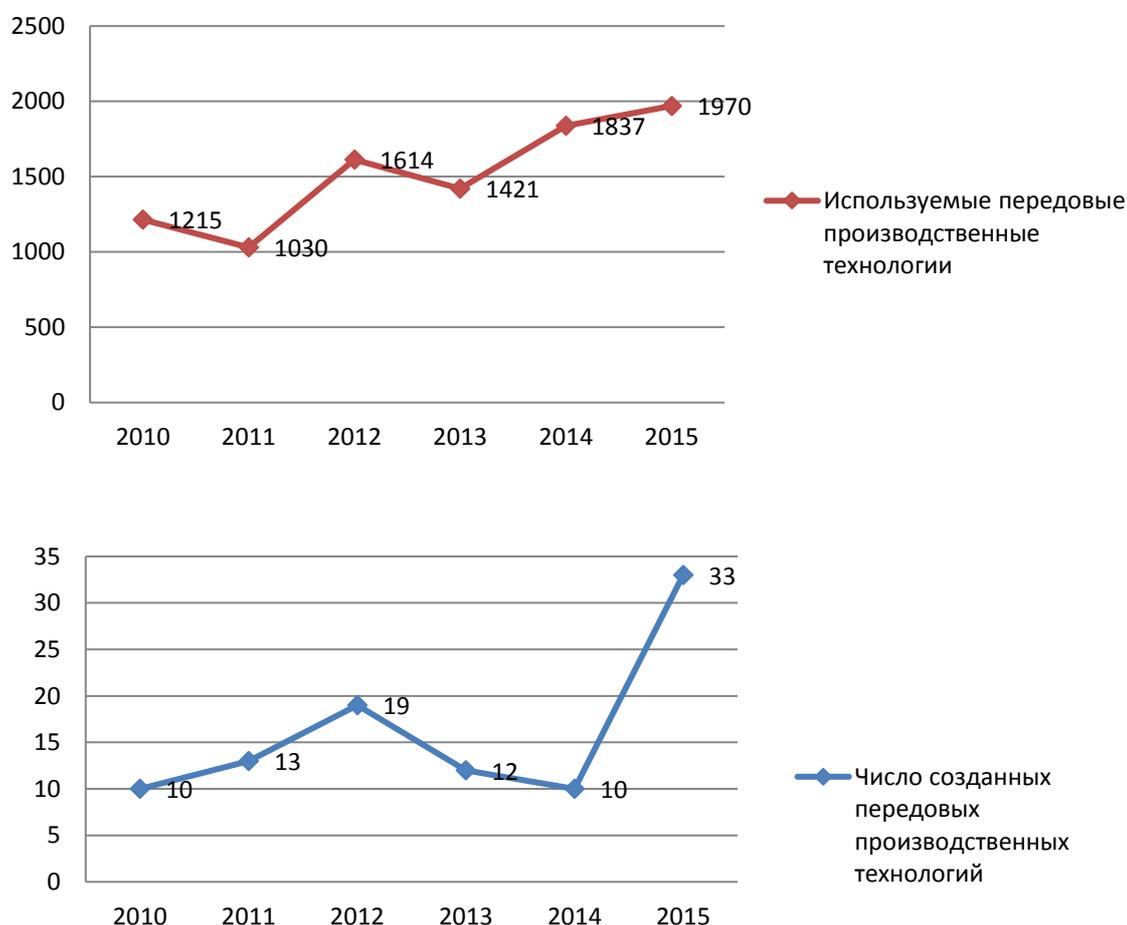


Рис. 1. Динамика созданных и используемых передовых производственных технологий в Белгородской области за период 2010-2015 гг.

Немаловажным фактором, определяющим и характеризующим уровень развития инновационного потенциала, является число трудящихся,

заниятых исследованиями и разработками (Рис. 2) [2].



Рис. 2. Динамика персонала, занятого в сфере НИОКР в Белгородской области за период 2010–2015 гг.

Данные показатели свидетельствуют о том, что происходит незначительное увеличение численности персонала, занятого исследованиями и разработками, что позволяет сделать вывод о положительных тенденциях изменения факторов инновационного развития в регионе.

Объемы финансирования НИОКР во многом определяют число организаций, осуществляю-

щих исследования, а также численность персонала, работающего в них. Структура финансовых ресурсов предприятий и организаций, осуществляющих НИОКР неоднородна, в основном это собственные средства и средства, выделяемые из бюджета, динамика которых за последние несколько лет является положительной и представлена более подробно в таблице 1 [2].

Таблица 1

Внутренние затраты на исследования и разработки по источникам финансирования

(млн. руб.)

	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	Динамика по отношению к 2010 году
Все затраты	110,1	245,0	891,7	1261,8	1465,6	1790,5	1921,1	1029
в том числе по источникам финансирования:								
средства бюджета	63,2	69,4	449,9	395,1	375,6	523,3	596,6	147
собственные средства научных организаций	18,9	86,6	217,3	433,7	394,1	503,3	441,5	224
средства внебюджетных фондов	0,4	0,2	9,8	13,5	-	55,3	0,8	-9
средства организаций предпринимательского сектора	27,4	87,5	184,3	299,3	582,6	570,9	740,4	556
средства образовательных учреждений высшего образования	0,0	-	24,6	111,2	106,0	133,3	138,2	114
средства частных некоммерческих организаций	-	-	-	-	-	-	-	0
средства иностранных источников	0,2	1,3	5,8	9,0	7,3	4,4	3,6	-2

Изменение внутренних затрат на НИОКР показывает их незначительный рост. Средства внебюджетных фондов и иностранных источников уменьшаются на фоне увеличения средства бюджета, организаций предпринимательского сектора, средства научных организаций, а также средства образовательных учреждений высшего образования, что является положительной тенденцией.

Как показывают статистические сведения, за период 2010-2015 гг., динамика следующих показателей, определяющих инновационную деятельность в регионе, говорит об инновационной стагнации с определенными свойствами расширения производства инновационных товаров, работ, услуг (рис. 3) [2].



Рис. 3 Динамика показателей инновационной активности организаций Белгородской области за период 2010-2015 гг.

Статистика выявляет одну отличительную черту развития инновационной деятельности на региональном уровне, проявляющуюся в том, что удельный вес организаций, осуществляющих инновации в общем числе организаций существенно менялась – в 2011 г. наметился рост с 10,9 % до 12,2 %, однако в 2012 г. произошло снижение показателя до 9,2 % и только в 2015 г. показатель достиг значения 12,7 %, что говорит о нестабильности показателя.

При этом по показателю удельного веса инновационных товаров наметился рост 2,6 % до 5 %. Обстоятельство положительной динамики показателей инновационного производства позволяет сделать вывод о наращивании масштабов работы в рамках относительно нестабильного круга инновационных компаний.

Главным и основным условием экономического роста страны являются инновации. Россия значительно отстает по уровню инновационного развития как от экономически развитых стран,

так и от некоторых стран с развивающейся экономикой. Более того в России имеет место дифференциация регионов по уровню инновационного развития. Так принимая во внимание особенности и уровень развития региона, его ресурсное наполнение, технические и технологические возможности его дальнейшего развития, инновационное развитие различных регионов может существенно отличаться.

Более абсолютное понимание об уровне инновационного развития Белгородской области можно получить посредством сопоставления её по аналогичным показателям с регионами Центрального федерального округа.

Белгородская область по показателю «удельный вес организаций, осуществляющих инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций» в 2015 году заняла 4 место среди регионов Центрального федерального округа (рис. 4) [2].



Рис. 4. Сравнительная характеристика инновационного развития Белгородской области среди регионов ЦФО по показателю удельного веса организаций, осуществляемых инновации в 2015 г.

Число инновационных товаров, производимых и отгруженных за исследуемый период поз-

волит дать характеристику уровня инновационного развития с точки зрения производственных возможностей предприятий и организаций.



Рис. 5. Сравнительная характеристика инновационного развития Белгородской области по показателю отгруженной инновационной продукции в 2015 г [2]

По показателю удельного веса инновационных товаров регион занял в 2015 году более низкие позиции – 12 место. Таким образом, в регионе при значительных исследовательских и производственных возможностях выход готовой инновационной продукции на среднем уровне, что в целом может являться следствием большей сфокусированности исследователей на «чистой» научной деятельности при незначительном их участии в коммерческих проектах, что характеризует стадию становления региональных инновационных систем.

Выводы. Исходя из вышеизложенного, отметим основные аспекты способствующие инновационному развитию региона. Безусловно, наиболее важным аспектом является образование, поскольку оно является основой для любой функционирующей системы инноваций. Необходимо создать эффективную систему подготовки высококвалифицированных специалистов, сформировать и утвердить перечень профессиональных стандартов для специалистов, занятых в области инноваций. Затем нужны отличные институты, такие как университеты (но также и общественные исследовательские институты), научные исследования. В-третьих, необходимо создать хорошо функционирующую культуру сотрудничества между наукой и промышленностью в целях стимулирования инновационного производства на основе научных результатов. Наконец, необходимо предоставить соответствующую (исследовательскую) инфраструктуру.

Следует разработать и внедрить эффективную стратегию, в рамках которой будут внедрены решения и процессы, соответствующие среде региона, чтобы изменения укоренились и остались на долгосрочную перспективу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Национальный центр по мониторингу инновационной инфраструктуры научно-технической деятельности и региональных инновационных систем [Электронный ресурс]. URL: <http://www.miiris.ru/> (дата обращения: 19.06.2017 г.).
2. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat.ru/statistics/science_and_innovations/science/#(дата обращения: 19.06.2017 г.).
3. Губернатор и Правительство области [Электронный ресурс]. URL: <https://belregion.ru/press/news/> (дата обращения: 19.06.2017 г.).
4. Департамент экономического развития Белгородской области [Электронный ресурс]. URL: <http://innovation.derbo.ru/> (дата обращения: 19.06.2017 г.).
5. Андрейчиков А.В. Стратегический менеджмент в инновационных организациях: системный анализ и принятие решений. М.: ИНФРА-М, 2013. 394 с.
6. Долженко Р.А. Инновации в управлении персоналом в коммерческом банке. Алт. ин-т

труда и права (фил.) Образоват. учреждения профсоюзов «Акад. труда и социал. отношений» // Барнаул: Азбука, 2012. 177 с.

7. Иванус А. И. Гармоничный инновационный менеджмент. М.: URSS: ЛИБРОКОМ, 2011. 247 с.

8. Иншакова А.О., Кожемякин Д.В. Реализация эффективной конкурентной политики ЕС в сфере инноваций посредством общего интеллектуального права // Законы России: опыт, анализ, практика. 2013. № 2. С. 19–23.

9. Аксенова Ж.Н. Оценка уровня инновационности региона и формирование условий его повышения: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. Наук. Том. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники. Барнаул, 2012. 22 с.

10. Батукова Л. Р. К вопросу об инновационной модернизации социально-экономической си-

стемы региона // Региональная экономика: теория и практика: научно-практический и аналитический журнал. 2013. № 11. С. 37–47.

11. Болтина Л. В. Оценка инновационности стратегии социально-экономического развития региона. Алт. гос. ун-т. Барнаул, 2012. 22 с.

12. Гойхер О.Л. Повышение эффективности управления институтами в структуре инвестиционной политики региона // Региональная экономика: теория и практика. 2012. № 1. С.24–29.

13. Каменских М.А. Повышение конкурентоспособности региона на основе организации инновационной инфраструктуры // Региональная экономика: теория и практика. 2013. № 2. С. 39–43.

14. Зедина Ю. Государственно-частное партнерство в стратегии инновационного развития российских регионов // Федерализм: Теория. Практика. 2013. № 1. С. 121–130.

Информация об авторах

Каюшникова Мария Владимировна, магистрант заочной формы обучения кафедры финансов, инвестиций и инноваций Института экономики.

E-mail: kayushnikova2013@yandex.ru

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Андреева Ольга Николаевна, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры финансов, инвестиций и инноваций Института экономики.

E-mail: andreeva_o@bsu.edu.ru

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Поступила в сентябре 2017 г.

© Каюшникова М.В., Андреева О.Н., 2017

Kayushnikova M.V., Andreeva O.N.

ANALYSIS OF CONDITIONS OF DEVELOPMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY IN BELGOROD REGION

Currently, much attention is paid to innovations, which play an important role in ensuring modern economic growth, public welfare and political interest. This article presents an analysis of the indicators of innovative development of the Belgorod region, identifies the problems of innovative development. Innovative infrastructure is presented as a tool through which resource support is provided and an enabling environment for innovative development of the region is formed. The study focuses on the analysis of indicators of innovative development of the Belgorod region, including through comparison with the indicators of the regions of the Central Federal District. Our analysis shows that with significant research and production capabilities of the region, the output of finished innovative products at an average level, which in general may result from a greater focus of researchers on "pure" scientific activity with little participation in commercial projects, which characterizes the stage of the formation of regional innovation systems.

Keywords: region, innovative infrastructure, elements, business incubator, technopark, technopolis, innovation center, territorial cluster, infrastructure support.

Information about the authors

Kayushnikova Maria Vladimirovna, graduate student.

E-mail: kayushnikova2013@yandex.ru

Belgorod State National Research University,
Russia, 308015, Belgorod, st. Pobedy, 85.

Andreeva Olga Nikolaevna, PhD.

E-mail: andreeva_o@bsu.edu.ru

Belgorod State National Research University.

Russia, 308015, Belgorod, st. Pobedy, 85.

Received in September 2017

© Kayushnikova M.V., Andreeva O.N., 2017

DOI: 10.12737/article_59cd0c7d50aeb9.34965195

*Моисеев В.В., д-р ист. наук, доц., проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

НАУКА КАК ФАКТОР ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

din_prof@mail.ru

В статье рассматриваются актуальные проблемы инновационной экономики Российской Федерации в современных условиях, раскрываются основные причины недостаточного развития реальных секторов на основе инноваций и инвестиций, внедрения научных достижений в производство. На обширном фактическом материале автор анализирует причины необходимости проведения преобразований в научном сообществе, повышения роли отечественных ученых в ускорении перехода от сырьевого к инновационному пути развития. Значительное место в исследовании занимает анализ проблем, без решения которых Россия пока не может стать процветающей страной. Автором делается обоснованный вывод о том, что экономика знаний должна стать основой новой экономической стратегии, на основе которой можно будет решить многие накопившиеся проблемы современного российского общества.

Ключевые слова: наука, экономика знаний, экономическая стратегия, западные санкции, государственное регулирование экономики.

Введение. Падение цен на нефть и другое экспортное сырье, антироссийские санкции, усиленные США в августе 2017 г., привели к негативным последствиям в экономике России, продемонстрировав в очередной раз неустойчивость социально-экономического развития страны. Произошедшая в 2014–2015 гг. девальвация национальной валюты, которая в 2 с лишним раза обесценила рубль по отношению к доллару и евро, усилила инфляционные процессы, привела к ощутимому падению реальных доходов населения и снижению потребительского спроса. Бесконечные малоэффективные реформы в экономике, образовании, здравоохранении не только не дали ощутимых результатов, но и значительно ухудшили положение в стране в целом. В экономике наблюдаются спад производства и стагнация.

Президент Российской Федерации В.В. Путин в Послании от 3 декабря 2015 г. констатировал: «В прошлом году мы столкнулись с серьезными экономическими вызовами... Сложности в экономике сказываются на доходах и в целом на уровне жизни наших людей. И хорошо понимаю, что люди задаются вопросами: когда мы преодолеем трудности и что для этого будем делать?» [1]

Чтобы стать процветающей страной, Россия должна обладать, прежде всего, высокоразвитой экономикой, способной не только обеспечить высокую оборонную мощь, но и достойный уровень и качество жизни своих граждан. Однако сделав ставку на экспорт нефти, газа и другого сырья за рубеж без глубокой его переработки на отечественных предприятиях, политическое руководство страны не смогло диверсифицировать экономику, хотя этому во многом способствовала

благоприятная экономическая конъюнктура в виде высоких цен на нефть и газ. Резкое падение цен на нефть и другое сырье в 2014–2015 гг. в очередной раз показало реальную зависимость роста (или падения) экономики страны от экспорта энергоресурсов и сырья. Так называемая «нефтяная игла» по-прежнему является основной причиной перманентного экономического кризиса, создавая реальные угрозы экономической и национальной безопасности России. Практика последних 17 лет со всей очевидностью показала, что ВВП страны растет не за счет ударного стахановского труда, высокой производительности труда, внедрения научных достижений в производство инновационных товаров, как в большинстве развитых государств, а от растущих мировых цен на нефть, газ и другой сырье, которым торгует Россия. Этот факт признавал и глава государства В.В. Путин, заявив на заседании Госсовета 8 февраля 2008 г. о том, что «мы пока лишь фрагментарно занимаемся модернизацией экономики», что «неизбежно ведет к росту зависимости России от импорта товаров и технологий, к закреплению за нами роли сырьевого придатка мировой экономики» [2].

По объему ВВП, уровню развития экономики современная Россия серьезно отстает от передовых государств, таких как США, Великобритания, Франция, Италия, Канада, Германия. В 2015 г. наша страна, претендующая на статус мировой державы, по валовому внутреннему продукту отстала не только от указанных выше государств, но и от Бразилии, Мексики, Индии, Испании, произвела товаров и услуг на 300 млрд долларов меньше, чем Республика Корея [3]. Но Южная Корея – это маленькая страна, территория которой меньше Сахалина, а её население в три раза

меньше, чем Российская Федерация. Из-за неверной экономической стратегии огромная Россия уступает карликовой стране по количеству товаров и услуг, произведенных за год.

Успех Республики Корея, других развитых в экономическом отношении государств состоит в том, что их экономическая стратегия зиждется на экономике знаний, в основе которой лежат современная наука, инновации и инвестиции. А нынешняя экономика России из-за неэффективности госуправления, массовой коррупции практически аутсайдер технического и технологического прогресса, и поэтому справедливо относится к категории «развивающихся» стран, то есть к государствам недостаточно развитым как в экономическом, так и в социальном плане. Достаточно сказать, что, доля импорта в станкостроении, авиастроении, кораблестроении и целом ряде других отраслей превышает 70–80 %, а совокупный импорт продовольствия в Российской Федерации за последние 13 лет вырос в 6 раз, достигнув 43,5 млрд долларов [9, с. 8–9]. Вдумайтесь: ежегодно наша страна закупает продуктов питания в других странах на 2,5 триллиона рублей в то время как более 40 млн гектаров земли пустует. А ведь эти немалые деньги могли бы пойти на развитие отечественного сельского хозяйства, на обработку десятков миллионов гектаров земли, выбывших из севооборота.

Чтобы как-то изменить ситуацию к лучшему, президент обратил внимание элиты на важность научных достижений и использования их в инновациях, в промышленном производстве. Не успел президент сказать о важности цифровой экономики, как сразу все зашевелилось вокруг этой темы, и никакие санкции не страшны, и вообще в очередной раз всех догоним и перегоним. Правительство РФ своим распоряжением от 28 июля 2017 г. утвердило программу «Цифровая экономика Российской Федерации». Там имеется определение, согласно которому цифровая экономика – это такая экономика, в которой данные в цифровом виде являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности. А это, в свою очередь, является необходимым условием повышения конкурентоспособности страны, качества жизни граждан, обеспечения экономического роста и национального суверенитета. Цифровые технологии сегодня широко используются в вычислительной электронике, электротехнике, радио- и телекоммуникационных устройствах.

Основная часть. Президент Российской Федерации В.В. Путин, касаясь состояния науки в современной России, отмечал: «Сегодня – притом, что мы занимаем третье место в мире по числу ученых и уже входим в число лидеров по

государственным расходам на научную деятельность, – по ее результатам мы далеки от передовых позиций. Это – прямое следствие слабого взаимодействия научных и образовательных организаций, государства, бизнеса, недостаточного привлечения частных инвестиций в науку» [1].

У отечественной науки богатое прошлое, и нашим ученым есть чем гордиться. Однако главные научные открытия были сделаны в основном в советское время, когда были созданы лучшие условия для работы ученых, а их успехи становились предметом обсуждения в средствах массовой информации. Такими видными учеными, как, например, нобелевские лауреаты по физике Ж.С. Алфёров, В.Л. Гинзбург и А.А. Абрикосов по праву гордится наша страна. Однако с развалом СССР были не только прерваны контакты со многими научными учреждениями бывших советских республик и стран Восточной Европы, но и резко снизилось финансирование научных, а низкая оплата труда и ряд других причин заставили десятки тысяч отечественных ученых покинуть страну и продолжить работу за рубежом.

Мнение автора разделяет доктор философских наук, известный политолог Александр Ципко. В статье «Что такое инновационное общество» он утверждает, что «по объемам вложений в науку, по уровню применения ее достижений на производстве мы сейчас в мире примерно на сотом месте – хуже некоторых африканских стран... И мне уже совершенно не кажется странным, что лучшие студенты лучших вузов – того же знаменитого Бауманского – курса с третьего оказываются «купленными на корню» западными работодателями и быстро уезжают туда, где есть не только хорошая база для исследований, но и их труд, их интеллект востребованы и уважаемы. На мой взгляд, именно об этом нужно в первую очередь подумать, начиная какой бы то ни было разговор об инновациях» [5].

С А.С. Ципко трудно не согласиться. Результатом бездеятельности российского правительства стал тот факт, что за последние 15 лет более 250 тысяч талантливых научных работников в поисках лучшей доли покинули обновленную Россию [6, с. 256]. Эмиграция учёных привела к резкому замедлению развития приоритетных направлений науки, внедрению ее достижений в производство и инновации. В.В.Путин вынужден был признать, что «большая часть технологического оборудования, используемого сейчас российской промышленностью, отстает от передового уровня даже не на годы, а на десятилетия». Констатируя экономическую отсталость России от Запада, глава государства вместе с тем стремился к исправлению сложившейся ситуации.

«Нам надо сделать серьезный шаг к стимулированию роста инвестиций в производственную инфраструктуру и в развитие инноваций, – указывал глава государства. – Россия должна в полной мере реализовать себя в таких высокотехнологических сферах, как современная энергетика, коммуникации, космос, авиастроение, должна стать крупным экспортером интеллектуальных услуг». Это заявление президента прозвучало в его Послании 10 лет назад, в уже далеком 2007 году [7].

Со дня этого выступления президента страны минуло более 10 лет. Что изменилось за это время? Обратимся к цифрам и фактам. Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации в общем числе обследованных организаций, по всей экономике России составил в 2015 году (последние доступные данные) всего лишь 8,3 %. Почему «всего лишь»? Потому, что это катастрофически мало, и потому, что эта величина в последние годы остается практически неизменной: в 2010 году она составляла 7,9 %, потом выросла в 2012-м до 9,1 %, затем вновь стала снижаться. Незначительно меняется и доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП: если в 2011 году она составляла 19,7 %, то в 2016-м – 22,4 %. Не будем забывать, что в этом приросте не столько заслуга этих отраслей, сколько потеря былых позиций топливно-энергетического сектора из-за резко снизившихся мировых цен на сырье. Если же взять совсем свежую статистику, то она скорее свидетельствует об ухудшении положения дел, чем о прогрессе. Если производство в обрабатывающих отраслях промышленности выросло за I полугодие 2017 года на 1,2 % по сравнению с I полугодием 2016-го, то производство по высокотехнологичным обрабатывающим отраслям выросло в годовом выражении всего лишь на 0,4 %. И еще об одном важном показателе, характеризующем наше место в технологическом развитии. Доля экспорта российских высокотехнологичных товаров в общем мировом объеме их экспорта остается в последние годы примерно на одном уровне: 0,3–0,4 %. [8] Эти неутешительные данные привел в своей статье доктор экономических наук, член-корреспондент РАН Л. Э. Миндели. Он же в другой своей статье «Проблемы и перспективы развития науки и инноваций в России» подчеркивает, что развитие науки в первую очередь зависит от политики государства, от отношения государства к науке, к ученым. «Финансовая политика государства в отношении науки является составной частью государственной политики, которая выражает отношение государства к научной и научно-технической деятельно-

сти, определяет цели, направления, формы деятельности органов государственной власти в области науки, техники и реализации достижений науки и техники. Опыт развитых стран показывает, что государство даже при сравнительно небольшой своей доле в финансировании науки может успешно осуществлять общую координацию научно-исследовательских работ и реализацию широкомасштабных программ развития исследований и разработок путем поощрения частных компаний» [9]. Стремясь повысить эффективность научной и научно-технической деятельности отечественных ученых, российское правительство затеяло реорганизацию РАН, создало Федеральное агентство научных организаций (ФАНО) для руководства научными институтами их собственностью, построило Центр инноваций в Сколково под Москвой по типу Кремниевой долины США с бюджетом в 60 000 000 000 рублей на три года. Однако в целом отечественная наука по-прежнему финансируется по остаточному принципу. Снижение финансирования науки из-за кризиса, санкций и других причин привело к оттоку молодых ученых за рубеж.

Заключение. Курс на международную изоляцию России, на ограничение ее доступа к мировым финансовым рынкам, современным технологиям увеличит и без того существенное технологическое отставание России от западных стран. Именно этого добиваются США, инициирую всё новые и новые антироссийские санкции. И если не предпринимать никаких мер по изменению сложившихся реалий в экономике, Российская Федерация закрепит за собой незавидную роль сырьевого придатка развитых государств. Чтобы исправить положение, нужно, прежде всего, ликвидировать массовый отъезд ученых из России за границу, прекратить утечку лучших умов, способных к инновационной деятельности. Для этого нужно изменить отношение государства к науке, к своим ученым. Низкий уровень оплаты труда, неудовлетворительная материально-техническая и приборная база, всё еще оставляют желать лучшего. По свидетельству российских ученых, уехавших за границу, у молодого ученого в любом университете США зарплата от 50000 долларов в год. По сегодняшнему курсу, это около 3 млн рублей. А зарплата профессора во Франции достигает 700 тыс. рублей или 10 тыс. евро в месяц. Вот так ценят ученых за границей.

В соответствии с майскими (2012 г.) указами президента В.В. Путина к 2018 г. средняя зарплата российского профессора должна вдвое превышать среднюю зарплату по региону. В Белгородской области средняя зарплата благодаря за-

боте губернатора Е.С. Савченко превышает сегодня 27000 рублей, следовательно, к 1 января 2018 г. или всего через 2–3 месяца зарплата преподавателя вуза должна быть не менее 54000 рублей. А пока оклад профессора не превышает 35000 рублей.

И последнее. В основу процветания страны и её экономической стратегии должна быть положена экономика знаний, которой должны руководить знающие люди, профессионалы.

Выводы. Россию ждут многие годы застоя и стагнации, если она не будет развивать свою экономику на основе инноваций, в основе которых лежат достижения отечественной науки. И чтобы достижения российских ученых были более весомыми, следует повысить уровень заботы «партии и правительства», улучшить финансирование научных учреждений, их материально-техническую базу, в 2–3 раза увеличить зарплату научных работников. Эти и другие подобные меры остановят отток наших ученых за рубеж, повысят авторитет науки и престиж ученого в России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Послание президента В.В. Путина Федеральному Собранию Российской Федерации 3 декабря 2015 г. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/47173> (дата обращения: 27.02.2016).

2. Жить по-человечески. Владимир Путин выступил на расширенном заседании Госсовета // Российская газета. 2008, 9 февраля.

Информация об авторах

Моисеев Владимир Викторович, доктор исторических наук, доцент, профессор кафедры социологии и управления.

E-mail: din_prof@mail.ru

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

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

Поступила в сентябре 2017 г.

© Моисеев В.В., 2017

3. ВВП (2016). – URL: – http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/rates/46880c804a41fb53bdcebf78e6889fb6 (дата обращения - 24.04.2017); Темпы роста ВВП Китая в 2016 году показали худший результат за 26 лет. – URL:

https://www.gazeta.ru/business/news/2017/01/20/n_9583889.shtml (дата обращения - 24.04.2017)..

4. Глаголев С.Н., Моисеев В.В. Импортзамещение в экономике России. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 276 с.;

5. Александр Ципко «Что такое инновационное общество» // Российская газета. 2008. 12 февраля.

6. Моисеев В.В. Актуальные проблемы России. Орёл: Изд-во ОРАГС, 2008. 380 с.

7. Президент обозначил проблемы науки. – URL: http://www.cnews.ru/news/top/prezident_oboznachil_problemy_nauki (дата обращения – 07. 09. 2017).

8. Наука и инновации в современной России. – URL: http://www.issras.ru/papers/energ03_2012_Mindeli.php (дата обращения – 07. 09. 2017).

9. Миндели Л., Черных С. Проблемы и перспективы развития науки и инноваций в России. –

URL: http://www.issras.ru/papers/fed01_2011_Mindeli.php (дата обращения – 07. 09. 2017).

Moiseev V.V.

SCIENCE AS THE FACTOR OF INNOVATIVE ECONOMY

The article deals with topical problems of the innovation economy of the Russian Federation in modern conditions, reveals the main reasons for the inadequate development of real sectors based on innovations and investments, and the introduction of scientific achievements in production. On extensive factual material, the author analyzes the reasons for the need for transformations in the scientific community, increasing the role of domestic scientists in accelerating the transition from raw to innovative development. A significant place in the study is the analysis of problems, without the solution of which Russia can not yet become a prosperous country. The author makes a valid conclusion that the knowledge economy should become the basis of a new economic strategy on the basis of which it will be possible to solve many accumulated problems of modern Russian society.

Keywords: science, knowledge economy, economic strategy, Western sanctions, state regulation of the economy.

Information about the authors

Moiseyev Vladimir Viktorovich, DSc, Professor.

E-mail: din_prof@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017

© Moiseyev V.V., 2017

¹Усманов Д.И., канд. экон. наук, ст. преп.,²Усманов И.У., канд. экон. наук, проф.¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет²Таджикский государственный университет коммерции

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ГЛОБАЛИЗАЦИИ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ НЕРАВЕНСТВО РЕГИОНОВ (ЧАСТЬ 1)

usmanov@bsu.edu.ru

В статье затрагиваются ключевые направления глобализационных процессов, воздействующих на экономический рост и на уровень межрегиональной дифференциации по ряду признаков (интеграция, издержки границ, торговые потоки (в т.ч. строительными материалами и технологиями), санкционные ограничения и пр.). Обосновываются понятийно категориальные дефиниции: «факторы глобализации», «политические границы», «экономические границы», «издержки границ» и их роль в анализе прикладных аспектов исследования. Авторы делают попытку определить конкретные подходы к выделению факторов глобализации, которые приводят к концентрации экономической активности в регионе и росту социально-экономического неравенства.

Ключевые слова: неравенство регионов, торговые издержки, политические границы, экономические границы, издержки границ, глобализационные процессы, экономическая интеграция, глобализационные факторы, индекс этноэкономического неравенства, внешняя торговля, валовой региональный продукт и др.

Хрестоматийно доказано, что глобализационные процессы положительно влияют на экономический рост, так как отсутствие торговых барьеров способствует формированию более эффективной структуры экономики. Говоря о факторах глобализации, мы будем понимать, что между странами присутствуют политические, а не экономические границы. Экономическая граница в межрегиональной торговле вызывает лишь необходимость изменения цены. Государственные границы – это границы изменения политической юрисдикции. Они формируют не только явные барьеры, такие как тарифы и импортные квоты, но и косвенные преграды, вызванные языковыми различиями, несовместимыми стандартами и другими факторами. Еще А. Леш в своей классической работе выделил четыре группы недостатков наличия «политической» границы в сравнении с экономическими границами [1, С. 198–199].

1. Политические границы более жесткие, нежели экономические. Их очень сложно изменить.

2. Экономические границы формирует только разница в цене, в то время как политические границы – это еще и различия в законах, языке, менталитете и т.д.

3. Политические границы определены более четко, чем экономические. На практике такая граница может быть не «линией», а целой зоной, особенно, если к этому располагают географические особенности. Наличие границы обуславливает замедление экономического роста от центра

к границе. При этом в условиях наличия экономических (не политических) границ образуется прослойка посредников – субъектов экономики, деятельность которых направлена на повышение доступности зарубежного рынка.

4. Цели экономических и политических границ различны. В порядке убывания политические цели, по-Лешу, можно расположить следующим образом: постоянство развития, власть, культурные ценности, благосостояние. Ценность экономических целей располагается в обратном порядке [1, С. 199].

Ключевым понятием в исследовании влияния глобализационных факторов на региональное неравенство выступают «торговые издержки», которые в работах по данному направлению именуется «транспортными» издержками (расходами). Условимся называть их в работе «издержки (наличия) границы» и относить к ним все финансовые затраты, которые возникают при пересечении товаром (услугой) политической границы (таможенные пошлины, стоимость простоя на границе, перевода и оформления документации и другие расходы) и повышают цену товара (услуги).

Современные исследования в области международной торговли и размещения экономической активности позволяют выработать некоторые методические подходы к влиянию глобализационных процессов на размещение производства. Основными движущими силами глобализа-

ции являются интеграционные процессы, либерализация внешнеэкономических отношений и научно-техническое развитие.

Глобализационные процессы не только приводят к изменению центров мировой экономики, но и вызывают существенные сдвиги в рамках национальных экономик, в связи с чем, возникает вопрос о моделировании изменения неравенства регионов.

Последствия торговых реформ были глубоко изучены и представлены в литературе по международной торговле. Принято считать, что процессы *либерализации торговли* приносят долгосрочные экономические и неэкономические выгоды для обеих торгующих сторон [2, С. 44]. Однако процесс либерализации торговли также включает в себя два вида краткосрочных издержек для экономики: распределительные расходы (в проигрыше остаются защищаемые секторы экономики), и состояния платежного баланса в связи с быстрым ростом импорта [3, С. 223–248].

Либерализация торговли на начальном этапе сопровождается издержками, которые имеют место до тех пор, пока:

- цены на местные и импортные товары не выравниваются в соответствии с измененными тарифами;

- местные производители не увеличат объем производства и расширят поставки;

- рост спроса на рабочую силу не приведет к повышению заработной платы, а в последствии и к росту цен [4, С. 372].

Помимо либерализации торговли к числу глобализационных факторов межрегионального неравенства необходимо отнести *экономическую интеграцию*.

Твердая договоренность о том, что процесс экономической интеграции, основанный на рыночных отношениях, (регионализация) является взаимодействием с положительным результатом, выражающемся в росте совокупной эффективности, становится предметом дискуссий в части распределения данного роста благосостояния [5, С. 375–391]. Возникающий дисбаланс возрастает в условиях жесткой несовершенной конкуренции, которая приводит к неравномерному распределению преимуществ экономической интеграции [6, С. 21–37]. Экономическая интеграция, либерализация торговли влияют на региональный рост в зависимости от уровня развития и способности регионов успешно конкурировать за возникающие выгоды от открытости рынков [7, С. 361–374]. *Более развитые и конкурентоспособные регионы при прочих равных условиях получают больше преимуществ экономической интеграции.*

В ходе проведения региональной политики важной задачей становится формирование такой институциональной среды, которая позволила бы регионам получить максимальные преимущества от интеграции и сократить возможные риски. Необходимо понимать, что *регионы выступают самостоятельными субъектами экономических отношений, в большинстве случаев являясь не партнерами друг другу, а конкурентами.* Конкуренция регионов имеет место за ограниченные ресурсы, такие, как рабочая сила, инвестиции, бюджетное финансирование, получение государственных заказов и привлечение технологий. В более успешных регионах наблюдаются процессы концентрации экономической активности, для фирм возникает возможность получения агломерационных эффектов от размещения производства. Одни регионы в конкурентной борьбе занимают лидирующие позиции, другие становятся аутсайдерами. Такие тенденции приводят к увеличению социально-экономического неравенства между регионами.

В экономической литературе можно встретить ряд исследований, в которых определялись *те или иные глобализационные факторы* социально-экономического неравенства регионов. Так, А. Лёш выделял такие факторы, способствующие агломерационным процессам, как ориентация региона (или населенного пункта) по отношению к столичному городу, по отношению к главным дорогам, относительное расстояние между городами равной величины [8, С. 77]. То есть, географическое размещение региона уже изначально является фактором его социально-экономического развития, однако те или иные процессы глобализации по-разному воздействуют на перспективы его развития. Регион может выигрывать от либерализации торговли, интеграционного объединения, а может и проигрывать. Отметим, что немаловажное значение здесь имеет проводимая политика, функционирующие институты.

Особое положение приграничных регионов в интеграционном процессе и при либерализации торговли подчеркивал еще 1977 г. Н. Хансен. Он определял приграничные регионы, как «хрупкие и находящиеся под угрозой» [9, С. 1–14]. Когда мы рассуждаем о размещении экономической активности в закрытых системах, то для приграничных регионов мы не видим наличия конкурентных преимуществ, так как они становятся периферийными. Эффект границы, например, при торговле промышленными товарами, достигает 44 % от общей надбавки к цене FOB [10, С. 692]. Обратная картина наблюдается, если происходит процесс интеграции (или либерализации внешне-

экономических отношений). Приграничные регионы могут иметь преимущества от экономической активности, сфокусированной на границе: хранение товаров, таможенный контроль и прочие соответствующие услуги. В этом случае приграничные регионы получают новые перспективы для экономического роста [11, С. 28–48].

Рассмотрим некоторые подходы к выделению факторов глобализации, которые приводят к концентрации экономической активности в регионе и росту социально-экономического неравенства (табл. 1).

Традиционно выигрыши и потери от международной торговли оцениваются в рамках анализа ценовых конкурентных преимуществ на ос-

нове относительных изменений производственной стоимости и структуры спроса. В работе бразильских ученых используется вычислимая модель общего равновесия на национальном уровне, для того чтобы оценить первоочередное воздействие на экономику либерализации торговли по различным сценариям, используется межрегиональная модель типа Махлупа-Гудвина (Machlup-Godwin-type), которая интегрируется в вычислимую модель общего равновесия в целях последующего разбиения национальных результатов. Оценка пространственных последствий торговой политики показала, что проводимые торговые стратегии приведут к росту регионального неравенства в стране [22, С. 453–482].

Таблица 1

Некоторые подходы к выделению факторов глобализации, которые приводят к концентрации экономической активности в регионе

Факторы	Авторы
Либерализация торговли приводит к увеличению промышленной концентрации в регионе	П. Кругман (Krugman, 1991) [С. 483-499] [12]
Снижение торговых издержек только на начальной стадии увеличивает концентрацию, а затем рассеивает производство	Р. Форслид и И. Вутон (Forsslid and Wooton, 2003) [С. 588-603] [13]
Преимущественное размещение промышленного производства вблизи рынков сбыта	С. Харрис (Harris, 1954, pp. 217-319) [С. 325-348], [14]
Возможность свободной торговли позволяет производителям более полно использовать преимущества эффекта масштаба, что приводит к концентрации экономической активности лишь в некотором числе регионов, располагающихся близко к международным рынкам.	Л. Ресмини (Resmini, 2003) [С. 205-221], [15]
Влияние прямых иностранных инвестиций обычно происходит через технические факторы (трансфер технологий, навыков, знаний и управленческих схем), создает прямые и обратные взаимосвязи между местными и зарубежными формами, стимулирует распространение положительного воздействия во внутренней экономике.	Л. Ресмини (Resmini, 2003) [С. 220], [15]
Стимулирующая экспортная политика и улучшение транспортной инфраструктуры приводит к ослаблению агломерационных процессов	А. Гелан (Gelan, 2008) [С. 194-211], [16]
Положительно на концентрации экономической активности в регионе сказывается наличие экспортного узла. Особенно данное наблюдение актуально для предприятий сферы наукоемких технологий.	В. Науде, М. Матэ (Naudé and Matthee, 2010) [С. 276-291], [17]
Факторы зависимости от предшествующего развития (взаимозависимость специализированных производительных сил; рост внешней экономии при увеличении концентрации производительных сил; квазиобратимость первичного территориального размещения; неравномерность роста внешней экономии)	Е. Куценко (Куценко, 2012) [С. 28], [18]
Для российских регионов плотность населения, размер и доступность рынков, степень диверсификации экономики (только для западной части страны)	Е. Коломак (Коломак, 2013) [С. 1328-150], [19]
Выигрыши и потери от международной торговли оцениваются в рамках анализа ценовых конкурентных преимуществ на основе относительных изменений производственной стоимости и структуры спроса	Е. Хаддад с соавт. (Haddad et al., 2002) [С. 453-482], [20]

Составлено по: [21, С. 131].

Отметим, что развитие исследований влияния глобализационных процессов на неравенство регионов в части теории происходит преимущественно в сфере новой экономической географии, теорий размещения, новой и новейшей теорий международной торговли. При этом теоретические положения постоянно тестируются эмпириками из стран мира. Так, в одной из первых работ (1996 год) на примере регионов ЮАР было

доказано негативное влияние интеграции на выравнивание регионов по социально-экономическим критериям: «Региональная интеграция будет определяться взаимодействием глобальных и региональных обстоятельств, многосторонней либерализацией и интенсивным региональным неравенством» [23, С. 1–26].

Негативное влияние интеграционных процессов на социально-экономическое неравенство регионов доказывается и на примере регионов

Китая. Исследование, проведенное за период второй половины XX века, позволило выявить три пика неравенства, приходившиеся на конец 1950-х годов (Великий голод), конец 1960-х и 1970-е годы (Культурная революция) и конец 1990-х годов (период открытости и глобальной интеграции). Проведение эконометрического анализа позволило определить, что региональное неравенство объясняется тремя основными причинами: снижением доли тяжелой промышленности в ВВП, уровне децентрализации и степенью открытости экономики [24, С. 87–106].

В работе китайских ученых исследуется функция получения дохода, включающая переменные внешней торговли и прямых иностранных инвестиций. В качестве методического аппарата применяется метод теории игр (*Shapley value*) для оценки влияния глобализации и других факторов на межрегиональное неравенство [25, С. 35–59].

В экономической литературе встречаются работы, которые, опираясь на результаты анализа влияния глобализации на усиливающееся неравенство в регионах, оспаривают привлекательность вступления Китая в ВТО [25, С. 45–59]. В работе доказывается, что:

1) усиление глобализации положительно коррелирует с растущим неравенством, имеет существенное влияние на неравенство, и это влияние возрастает со временем;

2) капитал является наиболее важным фактором динамики степени неравенства между регионами;

3) на региональное неравенство влияет экономическая реформа, сопровождающаяся приватизационными процессами;

4) влияние таких показателей, как уровень образования, размещение экономической активности, урбанизация и уровень иждивенчества, на межрегиональное неравенство постепенно снижается [25, С. 50–59].

Вопросы влияния интеграционных процессов на региональное неравенство в Китае поднимаются и в других работах [26, С. 225–244]. Предпринимаются попытки соединить исследование регионального неравенства на макроуровне с исследованиями процесса локального развития и расширить области изучения неравенства между провинциями [27, С. 335–357].

Следовательно, вопрос из плоскости определения глобализационных факторов и направлений влияния их на неравенство регионов переходит в плоскость методологии оценки самого неравенства.

Основной целью проведения оценки социально-экономического неравенства регионов

должно, на наш взгляд, являться получение достаточной информации для реализации соответствующей сглаживающей политики. В практике проведения социально-экономической политики ЕС используется ряд индикаторов, динамика которых отражает уровень неравенства регионов и выделяет те территории, в отношении которых должны применяться особые меры стимулирования.

Одним из таких показателей является доля жителей, проживающих в регионах, ВРП, на душу населения, которых ниже 75%-ого уровня среднего показателя по стране. Так, в 1995 году в Европейском Союзе такая доля составила около 25%, что уже свидетельствовало о высокой степени региональной дифференциации [28, С. 373–406]. В США в 1999 году к числу таких регионов относились только 2 штата (Миссисипи и Западная Виргиния) или 2 % населения страны [28, С. 303–334].

Ещё одним показателем, используемым в международной практике для определения степени социально-экономической дифференциации регионов, является различие в уровне безработицы. Так, в 1996 году в ЕС в десяти регионах с наиболее высокими показателями безработицы её уровень в два раза превышал среднее значение по совокупности.

В Европейском союзе при значительном финансировании проводится активная политика по выравниванию дифференциации социально-экономического развития среди регионов. И если разница в доходах между странами несколько выравнивается, то между регионами её уровень остается высоким [29, С. 373–406]. При этом отмечается, что становится все больше регионов с очень низким или с очень высоким уровнем безработицы. В США различия в уровне безработицы среди регионов минимальны.

Для анализа межрегиональной дифференциации социально-экономического развития Российской Федерации часто применяются обобщенные методы и статистические показатели, позволяющие эмпирическим путем оценить уровень экономического роста и неравенства региона. Оценка уровня дивергенции развития регионов страны осуществляется в настоящее время рядом российских исследователей и практиков при помощи разнообразных методов и обширного набора показателей. Использование этих методов и индикаторов позволяет, как изучать тесноту связей между двумя и более признаками, так и проводить многомерный анализ взаимосвязей.

Для формирования методики оценки социально-экономического неравенства регионов рассмотрим совокупность различных социально-

экономических методов (табл. 2) и показателей (табл. 3), которые используются в отечественной и зарубежной литературе.

Таблица 2

Обзор методов исследования социально-экономического неравенства регионов, представленных в отечественной экономической литературе*

Методы исследования	Исследования, авторы																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ
Индекс Джини по квинтильным группам населения (20 %), коэффициент Лоренца	+	+	+	+	+		+	+		+	+		+	+			+	+	+	+	15
Комплексная оценка уровня социально-экономического развития	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	19
Метод логарифмирования					+		+					+		+					+	+	6
Децильный коэффициент (коэффициент фондов)	+	+			+						+			+					+	+	7
Анализ пространственных рядов	+	+		+	+														+	+	6
Анализ временных рядов	+	+		+					+		+								+	+	7
Анализ динамики показателей	+	+			+	+													+	+	6
Коэффициент детерминации	+				+									+				+	+	+	6
Показатель перцентилей	+	+	+	+	+		+			+				+				+	+	+	11
Коэффициент корреляции	+	+	+		+		+		+		+		+	+			+		+	+	12
Методов построения интегральных оценок							+	+							+				+	+	5
Методы построения агрегатных показателей		+			+		+	+											+	+	6
Экспертные методы (методы прямой и косвенной оценки коэффициентов, экспертно-статистический метод)	+		+		+		+	+	+				+		+				+	+	10
«Априорные» методы (исследование индексов, показателей)	+	+				+	+	+		+	+			+			+			+	10
Методы распознавания образов (кластерный анализ, методы многомерного шкалирования)	+	+	+	+	+		+	+		+		+							+		10
Методы факторного и компонентного анализа	+	+		+			+	+				+			+				+	+	9
Метод распределения Парето	+			+		+	+		+		+	+		+				+		+	10
Коэффициент вариации и его модификации	+				+		+							+			+	+	+	+	8
Коэффициенты концентрации, (в т. ч. индекс энтропии Тейла, Херфиндаля-Хиршмана, Джини, квинтильные и децильные)		+		+		+	+		+	+			+	+	+			+	+		11
Дисперсия и среднее квадратическое отклонение		+			+		+							+					+		5
Отношение минимального и максимального значения	+	+	+	+			+	+	+					+	+	+	+		+	+	13
Итого	16	15	7	10	14	5	16	8	6	7	6	6	5	13	6	2	6	7	19	18	192

*Составлено на основе исследования социально-экономического неравенства регионов, представленных в отечественной экономической литературе [30–49].

Нами был проведен анализ методов и показателей исследования социально-экономического неравенства регионов, представленных в отечественной экономической литературе. В результате анализа мы определили наиболее и наименее часто используемые методы и показатели измерения неравенства на макро- и мезо-уровнях.

Наиболее часто используемые в исследованиях методы: индекс Джини по квинтильным группам населения, коэффициент Лоренца; метод комплексной оценки уровня социально-эко-

номического развития; коэффициент корреляции; «априорные» методы (исследование индексов, показателей); экспертные методы (методы прямой и косвенной оценки коэффициентов, экспертно-статистический метод); методы распознавания образов (кластерный анализ, методы многомерного шкалирования); метод распределения Парето; коэффициенты концентрации, (в т. ч. индекс энтропии Тейла, Херфиндала-Хиршмана, Джини, квинтильные и децильные); отношение минимального и максимального значения; показатель перцентилей и т.д.

Таблица 3

Обзор показателей социально-экономического неравенства, регионов, представленных в отечественной экономической литературе [30–49]

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ
Валовой региональный продукт (ВРП) на душу населения	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	20
Среднедушевые денежные доходы с поправкой на межрегиональные различия цен	+	+	+			+	+			+	+		+	+		+	+	+	+	+	14
Уровень промышленного производства (объем продукции) на душу населения	+			+	+				+			+					+	+		+	8
Доля населения с доходами ниже величины прожиточного минимума (%) в общей численности населения	+	+	+					+		+	+			+	+				+	+	10
Доход населения	+	+	+			+		+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+	15
Объем инвестиций в основной капитал на душу населения	+	+	+	+	+				+	+	+		+				+	+	+	+	13
Общий объем розничного товарооборота и платных услуг (с учетом ППС) на душу населения				+					+			+									4
Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП)	+		+			+			+			+	+		+				+	+	10
Ввод в действие общей площади жилых домов	+			+							+										3
Уровень регистрируемой безработицы (доля безработных в численности экономически активного населения)	+	+	+			+				+	+			+						+	8
Основные фонды отраслей экономики на душу населения	+							+	+		+		+	+			+			+	8
Объем внешнеторгового оборота на душу населения	+		+		+				+											+	6
Финансовая обеспеченность региона с учетом паритета покупательной способности на душу населения	+				+				+		+										5
Поступление налогов и сборов в бюджетную систему	+	+	+			+			+					+	+				+	+	9
Индекс этноэкономического неравенства	+															+					2
Ожидаемая продолжительность жизни	+					+			+	+	+	+					+				8
Итого	15	7	9	5	6	6	3	4	11	6	10	5	5	8	4	4	7	8	9	11	143

Причина распространенности в научном обиходе этих методов обусловлена тем, что они лучше всего подходят для анализа межрегионального неравенства по доходам. По большей части они призваны дать ответ на вопрос, имеет ли место конвергенция регионов по доходам. Однако в эмпирических исследованиях авторы не всегда критически подходят к выбору метода

анализа, не учитывают область его применимости, что может приводить к неверным заключениям [50, С. 55].

Нами так же были рассмотренные методы, которые менее популярны в исследованиях, но не менее значимые по результативности и содержанию альтернативных, количественных и качественных показателей. К ним относятся: метод

логарифмирования, децильный коэффициент (коэффициент фондов), анализ пространственных рядов, анализ временных рядов, анализ динамики показателей, коэффициент детерминации, методов построения интегральных оценок, методы построения агрегатных показателей, методы факторного и компонентного анализа, коэффициент вариации и его модификации, дисперсия и среднее квадратическое отклонение и т.д.

Особо следует отметить *индекс этноэкономического неравенства*, так как он является не типичным базовым показателем, а скорее специфическим и частным. В работе «Основные параметры этноэкономического неравенства регионов Урала и УФО» Сурниной М. Н. и Печурой О. В. этот показатель вводится для количественной характеристики дифференциации этноэкономического развития регионов внутри макрорегиона, позволяющий определять степень этноэкономического неравенства регионов внутри макрорегиона и представляет собой модифицированный индекс Тейла, адаптированный к целям проводимого исследования:

$$TI = \sum \frac{ВРП_i}{ВВП} \ln \frac{ВРП_i/N_i}{ВВП/N}, \quad (1)$$

где $ВРП_i$ – ВРП i -го региона; $ВВП$ – ВВП страны или суммарный ВРП макрорегиона; N_i – число национальностей в границах i -го региона; N – число национальностей в границах страны или макрорегиона.

Индекс этноэкономического неравенства количественно характеризует степень дифференциации территорий на мезоуровне по этноэкономическим параметрам, в качестве которых выступают число национальностей, дислоцирующихся в регионе, и синтетический региональный результат экономической деятельности хозяйствующих единиц за период (ВРП) [51, С. 93].

Следует отметить структурную сложность многих из выше перечисленных оценочных методик, так как в них используется большое количество показателей, зачастую не отражающих всю полноту и масштабы истинной причины социально-экономической дифференциации регионов. Как правило, они разрознены и лишь фрагментарно верифицируют реальную картину действительности. Парадоксально, но чаще всего это характерно проявляется в официальных методиках. Например, Минрегионразвития использует достаточно обширный арсенал показателей (более 300) в оценке эффективности деятельности региональных аппаратов управления. Однако даже столь масштабный анализ делает невозможным общее представление об их реальном состоянии и динамике развития. Тем более, будет довольно сложно применить эту методику в определении степени межрегионального неравенства.

Помимо представленных в таблице методов в практике проведения исследований отечественных экономистов также встречаются такие подходы, как метод энтропийных мер (работы 34,36,48), обобщенный коэффициент центропериферийных различий (работы 30, 33, 49), метод главных компонент (работы 33,37, 38,48), метод абсолютной конвергенции (работы 41,48, 49), метод наименьших квадратов (работы 31,35,39, 44, 48, 49), асимметрия и куртозис (эксцесс) (работы 31,36), индекс Аткинсона, (работы 31,34,43, 49) и т.д.

Анализ используемых показателей в прикладных исследованиях современных российских ученых показывает, что наиболее часто употребляемым и практически общепринятым показателем социально-экономических различий регионов является значение валового регионального продукта (ВРП) на душу населения с использованием метода комплексной оценки уровня социально-экономического развития. Данный метод интересен, в первую очередь, тем, что с 2001 г. он регулярно используется на практике в качестве официально признанного инструмента мониторинга социально-экономического состояния российских регионов [52]. Несмотря на бесспорную аналитическую роль данного показателя и метода, можно с уверенностью утверждать об их явной недостаточности для оценки уровня развития того или иного региона.

Таким образом, мы определили основные глобализационные факторы, рассмотрели направления их воздействия на неравенство регионов и исследовали применяющиеся в России и за рубежом методики оценки неравенства регионов по уровню социально-экономического развития. Следовательно, на базе полученных результатов исследования мы планируем в следующей части статьи структурировать и построить конкретную схему влияния факторов глобализации на неравенство регионов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lösch A. The economics of location. New Haven : Yale University Press, 1954. 520 p.
2. Devlin R. Towards an evaluation of regional integration in Latin America in the 1990s [Text] / R. Devlin, R. French-Davis ; Inter-American Development Bank ; Integration and Regional Programs Department ; Institute for the Integration of Latin America and the Caribbean Buenos Aires. – Buenos Aires : INTAL - ITD, 1998. 44 p. (Working Paper ; № 2).
3. Bruno M. Opening-up: Liberalization with stabilization // The open economy: tools for policy-makers in developing countries / eds. by R. Dornbusch, F. Leslie, C. H. Helmers. New York, NY [u. a.], 1988. P. 223–248.

4. Dixon P. B., Parmenter R. R., Sutton J. [et al.]. *ORANI : a multisectoral model of the Australian economy*. Amsterdam [u. a.] : North-Holland Publ. Co., 1982. 372 p.
5. Petrakos G. Regional, Kallioras D., Anagnostou A. convergence and growth in Europe: understanding patterns and determinants // *European Urban and Regional Studies*. 2011. Vol. 18. № 4. P. 375-391.
6. Starrett D. Market allocations of location choice in a model with free // *Journal of Economic Theory*. 1978. Vol. 17. № 1. P. 21-37.
7. Camagni R. Development scenarios and policy guidelines for the lagging regions in the 90s // *Regional Studies*. 1992. Vol. 26, № 4. P. 361-374.
8. Lösch A. *The economics of location*. New Haven : Yale University Press, 1954. P. 77.
9. Hansen N. Border regions: a critique of spatial theory and a European case study // *The Annals Regional Science*. 1977. Vol. 11. № 1. P. 1-14.
10. Anderson J.E. Wincoop van E. Trade Costs // *Journal of Economic Literature*. 2004. Vol. 42. № 3. P. 691-751.
11. Рыжова Н.П. Пространственные эффекты международной экономической интеграции // *Пространственная экономика*. 2012. № 4. С. 28-48.
12. Krugman P. Increasing Returns and Economic Geography // *Journal of Political Economy*. – 1991. Vol. 99. № 3. P. 483-499.
13. Forslid R., Wooton I. Comparative advantage and the location of production // *Review of International Economics*. 2003. Vol. 11. № 4. P. 588-603.
14. Harris C.D. The, Market as a Factor in the Localization of Industry in the United States // *Annals of the Association of American Geographers*. 1954. Vol. 44. № 4. P. 315-348.
15. Resmini L. Economic integration, industry location and frontier economies in transition countries // *Economic Systems*. 2003. Vol. 27. № 2. P. 205-221.
16. Gelan A. Trade policy and city primacy in developing countries // *Review Urban Regional Development Studies*. 2009. Vol. 20. № 3. P. 194-211.
17. Naudé W., Matthee M. The location of manufacturing exporters in Africa: empirical evidence // *African Development Review*. 2010. Vol. 22. № 2. P. 276-291.
18. Куценко Е.С. Кластерный подход к развитию инновационной экономики в регионе: автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 ; Совет по изучению производит. сил. Москва, 2012. 28 с.
19. Коломак Е.А. Неравномерное пространственное развитие в России: объяснения новой экон. географии // *Вопросы экономики*. 2013. № 2. С. 132-150.
20. Haddad E.A. Domingues E.P., Perobelli F.S. Regional effects of economic integration: the case of Brazil // *Journal Policy Modeling*. 2002. Vol. 24. № 5. P. 453-482.
21. Растворцева С. Н. Управление развитием процессов концентрации экономической активности в регионе: подходы новой экономической географии. Москва : Экон-Информ, 2013. 131 с.
22. Haddad E.A. Domingues E.P., Perobelli F.S. Regional effects of economic integration: the case of Brazil // *Journal Policy Modeling*. 2002. Vol. 24. № 5. P. 453-82.
23. Gibb R. Towards a new southern Africa: The challenge of regional economic co-operation and integration // *South African Journal of International Affairs*. 1996. Vol. 4. № 1. P. 1-26
24. Kanbur R., Zhang X. Fifty years of regional inequality in China: a journey through central planning, reform, and openness // *Review of Development Economics*. 2005. Vol. 9. № 1. P. 87-106.
25. Wan G., Lu M., Chen Z. Globalization and regional income inequality: empirical evidence from within China // *Review of Income and Wealth*. 2007. Vol. 53, № 1. P. 35-59.
26. Lachang L., Wei D. Domesticating globalisation, new economic spaces and regional polarisation in guangdong province, China // *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*. 2007. Vol. 98, № 2. P. 225-244.
27. Li Y. Resource flows and the decomposition of regional inequality in the Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan region, 1990-2004 // *Growth and change : a journal of urban and regional policy*. Lexington, 2012. Vol. 43. № 2. P. 335-357.
28. Puga, D. European regional policies in light of recent location theories // *J. Econ. Geogr.* 2002. Vol. 2. № 4. P. 373-406.
29. Puga D. The rise and fall of regional inequalities // *European Economic Review*. 1999. Vol. 43. № 2. P. 303-334.
30. Зубаревич Н.В. Регионы России: неравенство, кризис, модернизация. М.: Независимый институт социальной политики, 2010. 160 с.
31. Глущенко К.П. Исследования неравенства по доходам между российскими регионами // *Регион: экономика и социология*. 2010. №4. С. 88-119.
32. Литвинцева Г.П., Воронкова О.В., Стукаленко Е.А. Региональное неравенство доходов и уровень бедности населения: анализ с учетом покупательной способности рубля // *Проблемы прогнозирования*. 2007. № 6. С. 119-31.
33. Буфетова А.Н. Неравномерность пространственного развития: региональные центры

и региональная периферия // Регион: экономика и социология. 2009. №4. С.55–68.

34. Мельников, Р. М. Проблемы теории и практики государственного регулирования экономического развития регионов. М.: Изд-во РАГС, 2006. 209 с.

35. Сидельников Н.В. Оценка неравномерности развития муниципальных образований // Регион: экономика и социология. 2010. № 1. С. 22–36.

36. Латышева М. А. Экономическое моделирование неравенства социально-экономического развития регионов РФ. Диссертация канд. экон. наук: 08.00.13. Воронеж, 2010. 195 с.

37. Иванов В.В. Формирование комплексных оценок в долгосрочном планировании. В кн. «Цели и ресурсы в перспективном планировании» под ред. Е. З. Майминаса, В.Л. Тамбовцева, А. Г. Фонотова. М., Наука, 1985.

38. Баранов С.В., Скуфьина Т.П. Новые методики и результаты исследования межрегиональной дифференциации на основе метода главных компонент // Вестник МГТУ. 2008. Т 11. №2. С. 201–210.

39. Загазежева О.З. Сахтуева М.В. Механизмы управления территориальными неравенствами и пространственными различиями в региональных социально-экономических системах // Известия Уфимского научного центра РАН. 2011. № 3-4. С. 88–94.

40. Зайкова З.А. Социально-экономические показатели и здоровье населения Иркутской области // Социальные аспекты здоровья населения 2012. Т. 26. № 4. С. 4–16

41. Толмачев М.Н. Межрегиональная дифференциация сельскохозяйственного производства // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2012. № 1. С. 260–267.

42. Бондаренко Н.А. Загорская Т.П. Компромисс общества между эффективностью и неравенством // Ученые заметки ТОГУ. Т. 4. 2013. №4. С. 244–249.

43. Костылева Л.В. Неравенство населения России: тенденции, факторы, регулирование.

Под рук. д.э.н., проф. В.А. Ильина; Л.В. Костылева. Вологда: Институт социально-экономического развития территорий РАН, 2011. 223 с.

44. Крамин М.В., Крамин Т.В., Тимирясова А.В. Неравенство в доходах как фактор экономического роста и инвестиционной привлекательности российских регионов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2013. № 2. С. 31-44.

45. Сурнина Н.М., Печура О.В. Основные параметры этноэкономического неравенства регионов Урала и УФО // Известия Уральского государственного экономического университета. 2010. Т. 31. № 5. С. 92–98

46. Шатырко А. В. Перспективы применения "отрицательного трансферта" для сглаживания уровня регионального неравенства // Региональная экономика. Юг России. 2013. № 2. С. 203–209.

47. Шкромата В.И. Совершенствование налоговых инструментов сглаживания пространственной поляризации регионов. Диссертация канд. экон. наук: 08.00.05. Белгород, 2013. 187 с.

48. Шеяков А.Ю., Кирута А.Я. Экономическое неравенство, уровень жизни и бедности населения России: методы измерения и анализ причинных зависимостей. М.: РПЭИ, 2001. 84 с.

49. Дробышевский С., Луговой О., Астафьева Е. и др. Факторы экономического роста в регионах РФ. М.: ИЭПП, 2005. 278 с.

50. Глущенко К.П. Методы анализа межрегионального неравенства по доходам // Регион: экономика и социология. 2010. № 1. С. 54–87.

51. Сурнина Н.М., Печура О.В. Основные параметры этноэкономического неравенства регионов Урала и УФО // Известия Уральского государственного экономического университета. 2010. Т. 31. № 5. С. 92–98.

52. Бюджетная система Российской Федерации [Электронный ресурс] : интернет-сайт. Москва, 2001-2014. Режим доступа: www.budgetrf.ru.

Информация об авторах

Усманов Далер Ирматович, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры менеджмента и маркетинга.
E-mail: us.dali@mail.ru, usmanov@bsu.edu.ru
Белгородский государственный национальный исследовательский университет.
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

Усманов Ирмат Усманович, кандидат экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента.
E-mail: us.dali@mail.ru, us.dali@mail.ru
Таджикский государственный университет коммерции
Республика Таджикистан, 375700, Согдийский область, г. Худжанд ул. Ленина 169.

Поступила в сентябре 2017 г.

© Усманов Д.И., Усманов И.У., 2017

Usmanov D.I., Usmanov I.U.

METHODOLOGY OF EVALUATION OF INFLUENCE OF GLOBALIZATION FACTORS ON THE SOCIO-ECONOMIC INEQUALITY OF REGIONS (PART 1)

The article touches upon the key directions of globalization processes affecting economic growth and the level of interregional differentiation for a number of features (integration, border costs, trade flows (including building materials and technologies), sanctions restrictions, etc.). Conceptually categorical definitions are justified: «factors of globalization», «political boundaries», «economic boundaries», «border costs» and their role in the analysis of applied aspects of research. The authors attempt to identify specific approaches to isolating the factors of globalization, which lead to a concentration of economic activity in the region and an increase in socioeconomic inequality.

Keywords: *inequality of regions, trade costs, political boundaries, economic borders, border costs, globalization processes, economic integration, globalization factors, the index of ethno-economic inequality, foreign trade, gross regional product, etc.*

Information about the authors

Usmanov Daler Irmatovich, Ph.D., Senior lecturer.

E-mail: us.dali@mail.ru.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University»

Russia, 308015, Belgorod, st. Pobeda, 85.

Usmanov Irmat Usmanovich, Ph.D., Professor.

E-mail: us.dali@mail.ru.

Tajik State University of Commerce.

Republic of Tajikistan, Sughd region, 375700, Khujand, st. Lenin, 169.

Received in September 2017

© Usmanov D.I., Usmanov I.U., 2017

¹Ермакова Ю.А., магистрант,

¹Парфенюкова Е.А., асс.,

²Ширина Н.В., канд. техн. наук, доц.

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

²Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАДАСТРА ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

schnv02@mail.ru

Приводятся основные результаты исследований по созданию электронного картографического фонда на примере городского поселения одного из районов Белгородской области в целях внедрения кадастра застроенных территорий с учетом использования современных информационных систем и технологий.

Ключевые слова: картографический фонд, электронная картоснова, SAS.Планета, кадастровое деление.

Значимость и необходимость использования картографического материала в управлении территориями возникла достаточно давно. Карты и планы различных масштабов используют с целью упорядочения земельных правоотношений на территории и осуществления более эффективного контроля над использованием земельных участков, находящихся в распоряжении органов управления. Сегодня в век технологий актуальность исследований и разработок картографических материалов в электронном виде несомненна [1].

Для ведения кадастра территории в электронном варианте возникает, в первую очередь, необходимость анализа картографического фонда территории и при его отсутствии – разработка такового. Поэтому нами был проведен анализ картографического фонда на примере одного из населенных пунктов Белгородской области, а

именно городского поселения «Город Шебекино» в целях создания кадастра территории.

Для эффективного управления территориями в развитых странах разрабатывают кадастры застроенных территорий (КЗТ), которые представляет собой многоуровневые информационные системы, объединяющие графическую информацию с семантической, и формируемые с применением ГИС-технологий. Отдельные базы данных могут формироваться отдельно или одновременно в любой последовательности, при этом общее для них – это картографическая подоснова. На рис. 1 представлена базовая структура кадастра застроенных территорий [2, 3].

Отметим, что создание КЗТ начинается в первую очередь с формирования геодезической и картографической основы муниципального образования, к ней в последующем привязываются базы данных, которые содержат текстовую информацию.



Рис. 1. Базовая структура кадастра застроенных территорий

Нами был проведен анализ земельного фонда (рис. 2), а затем картографического фонда г. Шебекино и Шебекинского района. Общая площадь городского поселения «город Шебекино» составляет 4055 га. Основную площадь на территории поселения занимают земли сельскохозяйственного использования (1782 га), малую долю от всей площади занимают лесные насаждения, не вошедшие в лесной фонд (25 га), земли, находящиеся под дорогами (114 га), земли под водными объектами (85 га). В составе земель на территории поселения востребованы земли, предназначенные для сельскохозяйственного использования, часть из которых составляют дачные, огороднические и садовые участки. При этом территория районного центра на 73 % находится в муниципальной собственности (рис. 2),

что требует современных инструментов для ее управления и развития.

На эффективность управления территориями влияет наполненность, качество и актуальность картографического фонда поселения, который должен вестись в электронном виде для отображения на картоснове всех изменений динамичных земельно-имущественных отношений [4]. На сегодняшний день в распоряжении администрации города Шебекино имеются картографические материалы в виде бумажных носителей, а также их копии в виде растровых изображений. Поэтому нами были разработаны материалы для формирования и наполнения картографического фонда городского поселения «Город Шебекино».

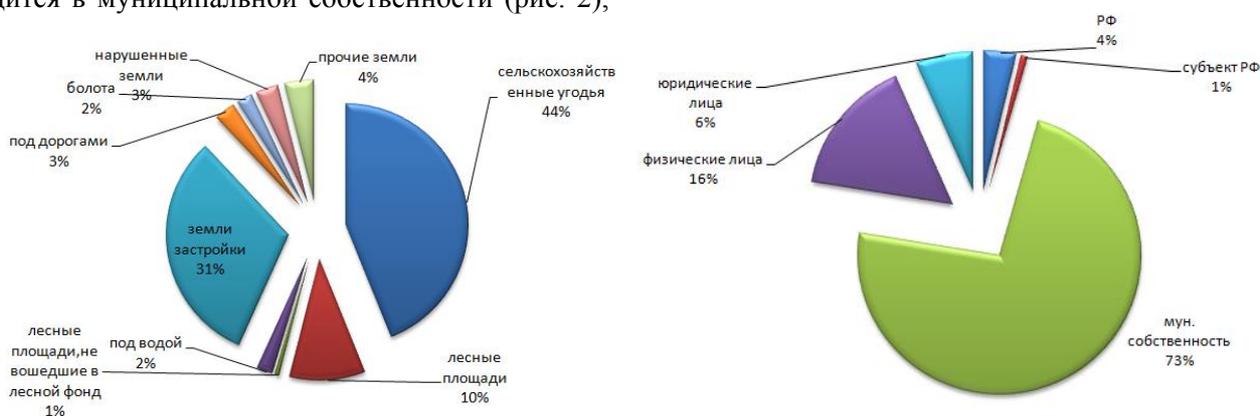


Рис. 2. Земельный фонд г. Шебекино

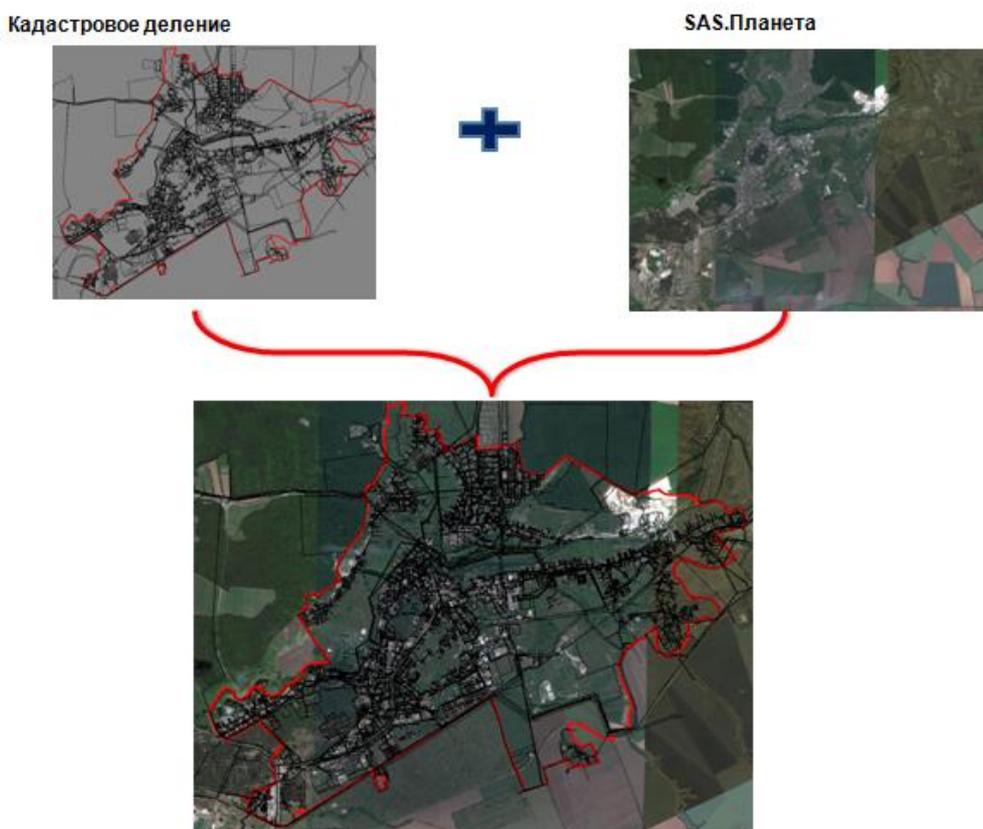


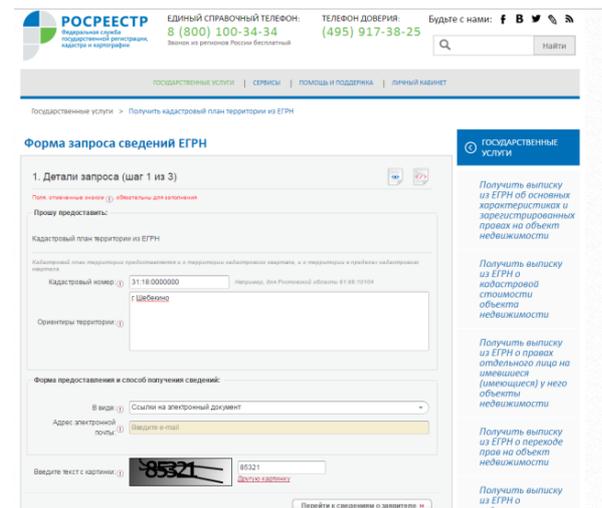
Рис. 3. Создание картографической основы городского поселения «Город Шебекино»

Как исходные данные нами были использованы официальные данные и сведения, которые были получены по запросам в администрации Шебекинского района и города Шебекино, а также количественные и качественные показатели по основным направлениям градостроительного развития территории города Шебекино из официальных источников.

Для создания картосновы при подготовке исходных материалов использовалась программа SASPlanet [5]. За основу из программы был взят снимок (см. рис. 3), на него далее наносились границы поселения и кадастровое деление. Далее мы

отправили запросы в Кадастровую палату по Белгородской области, чтобы нам предоставили кадастровые планы территорий (КПТ) кадастровых кварталов, в которые входили земельные участки поселения. Также были сделаны запросы в Управление Росреестра о предоставлении сведений о правах на земельные участки, расположенные на территории поселения (рис. 4). В программе AutoCAD на картографическую основу поселения наносились границы земельных участков, указанных в КПТ. Далее был разработан реестр по земельным участкам, которые стоят на учете в ЕГРН и входят в состав городского поселения «Город Шебекино».

1. Работа с Управлением Росреестра по Белгородской области



2. Анализ информации из полученных КПТ

Филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральная кадастровая палата Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии» по Белгородской области

КАДАСТРОВЫЙ ПЛАН ТЕРРИТОРИИ

1	2	3	4	5	6	7
1	31-18-0701030-2	Местоположение установлено спутниковым ориентиром, расположенного в границах участка. Почтовый адрес ориентира: обл. Белгородская, г. Шебекино, ул. Кооперативная, 22	Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиосвязи, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения	Под производственной базой	2332	707552,12
2	31-18-0701030-3	Белгородская область, г. Шебекино, ул. Дружбева, участок № 18	Земли населенных пунктов	Под индивидуальным гаражом	26	46999,07
3	31-18-0701030-4	Местоположение установлено спутниковым ориентиром, расположенного в границах участка. Почтовый адрес ориентира: обл. Белгородская, г. Шебекино, ул. Кооперативная, гараж № 5, ряд 2	Земли населенных пунктов	Под индивидуальным гаражом	26	46104,64
4	31-18-0701030-5	Местоположение установлено спутниковым ориентиром, расположенного в границах участка. Почтовый адрес ориентира: обл. Белгородская, г. Шебекино, ул. Дружбева, 2	Земли населенных пунктов	Под административным зданием	378	740993,16
5	31-18-0701030-8	Местоположение установлено спутниковым ориентиром, расположенного в границах участка. Почтовый адрес ориентира: обл. Белгородская, г. Шебекино, ул. Дружбева, 2	Земли населенных пунктов	Для производственной базы	16471	18544040,00

3. Поиск необходимых данных в ресурсе «Публичная кадастровая карта»



4. Нанесение графической информации на картоснову



Рис. 4. Порядок работы для создания картографических материалов

В последующем в программе MapInfo наносилась графическая информация на картографическую основу поселения. Далее эта картографическая основа использовалась для разработки различных тематических карт. Информация по различным направлениям наносилась в виде слоев в графическом редакторе.

По планируемым и действующим удельным показателям кадастровой стоимости (УПКС), на основе информации по земельным участкам были разработаны карты зонирования поселения по действующим УПКС; по зонированию в соответствии с адресным реестром; с массивами АО БИК и садоводческими массивами, которые являются перспективными территориями для дальнейшего использования; с отображением транспортной инфраструктуры и др. В процессе разработки карт использовались такие программы и ресурсы как: AutoCAD, MapInfo, SAS.Planet, публичная кадастровая карта, сайт Росреестра [6–9].

Разработанный нами материал в электронном виде рекомендуется использовать администрации городского поселения в целях муниципального контроля, контроля за освоением и использованием земельных ресурсов территории.

Таким образом, рекомендуем использовать картографический материал в электронном виде в рабочем режиме органам местного самоуправления в целях повышения эффективности управления городской территорией, также он упорядочит земельные правоотношения на территории Шебекинского района, откроет возможности для более эффективного контроля за использованием земельных участков. Рекомендуются дальнейшие разработки в этой сфере по различным

направлениям, не охваченным в рамках проведенных исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Что такое электронная картография [Электронный ресурс]. URL: <http://information-technology.ru/articles/20-it/114-cto-takoe-elektronnaya-kartografiya>
2. Ключниченко В.Н., Тимофеева Н.В. Кадастр застроенных территорий: Курс лекций. Новосибирск: СГГА, 2011. 142 с.
3. Колосов А. А. Игнатов М.Ю. Кадастр застроенных территорий. ФГБОУ ВПО КузГТУ им. Т. Ф. Горбачева, 2011. 171 с.
4. Ширина Н.В., Саруханова Е.А., Слесаренко Я.Н. Наполненность картографического фонда поселения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 9. С. 257–260.
5. SASGIS. Веб-картография и навигация [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sasgis.org/>
6. Программное обеспечение для векторизации и гибридного редактирования сканированных изображений [Электронный ресурс]. URL: <http://loi.sccc.ru/gis/public/vectory.htm>
7. Картографирование средствами Mapinfo professional [Электронный ресурс]. URL: <https://studfiles.net/preview/5868474/page:3/>
8. Публичная кадастровая карта [Электронный ресурс]. URL: <http://pkk5.rosreestr.ru/>
9. Официальный сайт Росреестра [Электронный ресурс]. URL: <https://rosreestr.ru/site/>

Информация об авторах

Ермакова Юлия Андреевна, магистрант кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

E-mail: gkadastr@mail.ru.

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

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

Ширина Наталья Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры землеустройства, ландшафтной архитектуры и плодоводства.

E-mail: schnv02@mail.ru.

Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина.

Россия, 308503, п. Майский, ул. Вавилова, 1.

Парфенюкова Елизавета Артуровна, ассистент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

E-mail: gkadastr@mail.ru.

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

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

Поступила в сентябре 2017 г.

© Ермакова Ю.А., Парфенюкова Е.А., Ширина Н.В., 2017

Ermakova Yu.A., Parfenyukova E.A., Shirina N.V.

**APPLICATION OF INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES FOR CREATING
THE BUILT-UP AREAS CADASTRE**

The paper presents the main research findings concerning creating an electronic cartographical fund through an example of an urban settlement in one of the Belgorod region districts with the purpose of implementing the built-up areas cadastre with using up-to-date information systems and technologies.

Keywords: *cartographical fund, electronic basemap, SAS.Planet, cadastral division.*

Information about the authors

Ermakova Julia Andreevna, student.

E-mail: gkadastr@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Shirina Natalia Vladimirovna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: schnv02@mail.ru.

Belgorod State Agricultural University named after V. Ya. Gorin.

Russia, 308503, Maisky, st. Vavilova, 1.

Parfenkova Elizaveta Arturovna, assistant.

E-mail: gkadastr@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017

© Ermakova Yu.A., Parfenyukova E.A., Shirina N.V., 2017

Научное издание

«Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова»
№ 10, 2017 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 10.08.17. Подписано в печать 6.10.17. Формат 60×84/8

Усл. печ. л. 3,46. Уч.-изд. л. 32,75.

Тираж 1000 экз. Заказ 247. 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

