

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

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

№ 8, 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., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. АДАПТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА К СТРОИТЕЛЬНОЙ 3D ПЕЧАТИ	6
Танг Ван Лам, Булгаков Б.И., Александрова О.В., Ларсен О.А., Шувалова Е.А., Дао Вьет Доан ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕНОВОГО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА	12
Кочергин Ю.С., Попова О.С., Григоренко Т.И. ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	20
Пустовгар А.П., Кузина А.Ф., Адамцевич А.О. КАЛОРИМЕТРИЯ ЦЕМЕНТНЫХ ПАСТ С РАЗЛИЧНЫМ ОВП ВОДЫ ЗАТВОРЕНИЯ	30
Роменский Д.И., Оржиховский А.Н. ПОДБОР СЕЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ РАМНО-КОНСОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НАД ТРИБУНАМИ СТАДИОНОВ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ НАДЕЖНОСТИ	35
Римшин В.И., Кузина Е.С., Филькова Н.В. МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СТЕН ЖИЛОГО ДОМА В ГОРОДЕ МОСКВЕ ДЛЯ МЕРОПРИЯТИЙ В ХОДЕ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА	47
Гинзбург А.В., Кожевников М.М. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	52
Малахов А.В., Шутин Д.В. ВЫПОЛНЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КЛАДКИ ИЗ МЕЛКОШТУЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАБОТЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	57
Калачук Т.Г., Празина Е.А. УЛУЧШЕНИЕ МАХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСНОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ СВАЙ-ИНЪЕКТОРОВ	60
Малявина Е.Г., Фролова А.А. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕПЛОЗАЩИТЫ ОФИСНОГО ЗДАНИЯ	64
Прохоров С.В. ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ	70
Аверкова О.А., Крутикова Д.Н., Логачев И.Н., Логачев К.И., Уваров В.А., Зайцев О.Н. К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ВОЗДУШНОГО ТЕЧЕНИЯ ВБЛИЗИ БОРТОВОГО ОТСОСА ОТ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ ВАННЫ	75
Малахов П.И., Гушин С.В., Семенов А.С., Киреев В.М. ВЛИЯНИЕ ПОДКЛЮЧЕНИЯ НОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ГИДРАВЛИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ	82
Бегдай С.Н., Сторожук Т.А. АДСОРБЦИОННЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ В СИСТЕМАХ ТРИГЕНЕРАЦИИ	88
Лесовик В.С., Першина И.Л. МИМЕЗИС В АРХИТЕКТУРНОЙ ГЕОНИКЕ	94
Трибунцева К.М. АРХИТЕКТУРНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ XIX – НАЧАЛА XX ВВ	99
Родяшина К.Е. ДЕПРЕССИВНЫЕ ТЕРРИТОРИИ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА: ПОНЯТИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКИ, КЛАССИФИКАЦИЯ	106

Шапиро Г.Е. СТИЛЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В АРХИТЕКТУРЕ СИНАГОГ СЕРЕДИНЫ XIX-НАЧАЛА XX ВВ. (НА ПРИМЕРЕ ОБЛАСТИ ВОЙСКА ДОНСКОГО И КАВКАЗСКОГО КРАЯ)	115
Горожанкин В.К. ДРАМАТУРГИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА СРЕДОВОГО ПОДХОДА	120
Храмцов Б.А., Былин И.П., Корнеев П.В. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В МАССИВЕ ГОРНЫХ ПОРОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОТОЧНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ	125
Даниленко Е.П., Истомина Е.А. КАДАСТРОВЫЕ РАБОТЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МАШИНО-МЕСТ	130

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Клименко В.Г., Гасанов С.К., Кашин Г.А. ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ СУЛЬФАТ КАЛЬЦИЯ – МАГНЕТИТ	134
Строкова В.В., Фанина Е.А., Кальчев Д.Н. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И АГРЕГАЦИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ГЕТЕРОГЕННОЙ СИСТЕМЕ	140

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Богданов В.С., Лозовая С.Ю., Фадин Ю.М., Гавриленко А.В., Кулаков Л.С., Гавшин А.П. ИССЛЕДОВАНИЕ МУЛЬТИСОПЛОВОГО АЭРАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА В ПНЕВМОКАМЕРНОМ НАСОСЕ	145
Бешевли О.Б., Бушуев Д.А., Дуюн Т.А., Рубанов В.Г. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДУЛЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ	149
Семикопенко И.А., Воронов В.П., Флоринский В.В., Вялых С.В. К ВОПРОСУ О ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЗЛА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА В ДЕЗИНТЕГРАТОРЕ	157
Дубинин Н.Н., Туренко А.В. К РАСЧЕТУ ГЛИНОРАСТИРАТЕЛЯ	160
Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А., Погонин А.А. СМЕЩЕНИЕ ОСИ КРУПНОГАБАРИТНОГО ВАЛА В ПРОЦЕССЕ ЕГО РЕМОНТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ	164

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Еременко В.Т., Лобанова В.А., Фомин Н.И. ИССЛЕДОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ВЫРАБОТКИ ВЯЗКИХ БИТУМОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ МИНИ-НПЗ	168
Дорошенко А.Ю. О ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ РАЗДЕЛЯЮЩЕЙ ГИПЕРПОВЕРХНОСТИ	174

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Виноградова Д.И., Шарапова А.В. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФАКТОРНОГО ПРОСТРАНСТВА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТАХ	180
Усманов Д.И., Андрусенко Д.Б. ПАРТНЕРСКИЕ ОТНОШЕНИЯ РОССИИ И СТРАН ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ДОСАНКЦИОННЫЙ ПЕРИОД	186

Слабинская И.А., Кравченко Л.Н. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БАНКРОТСТВА КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ	195
Карамышев А.Н. АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ ВНЕДРЕНИЯ ПРОЦЕССНОГО УПРАВЛЕНИЯ В РОССИЙСКИХ И ЗАПАДНЫХ КОРПОРАЦИЯХ	200
Берёза А.Н., Жариков И.С. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА РЕНОВАЦИИ	204
Поспелова Е.А., Мордова В.М., Здесенко В.А. РЕАЛИЗАЦИЯ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ	215
Джемали Ольгиона, Стрябкова Е.А. РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	219
Стариков К.С. ОЦЕНКА УРОВНЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРИГРАНИЧНЫХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	225
Хомин В.С., Калачук Т.Г. ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА НЕДВИЖИМОСТИ, НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ И ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЬ	230
Кравченко Л.Н., Ходоренко Е.О. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ БЕЗНАЛИЧНЫХ РАСЧЕТОВ В РОССИИ	233

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.12737/article_5968b44f456809.68526098

*Лесовик В.С., член-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.,**Елистраткин М.Ю., канд. техн. наук, доц.,**Глаголев Е.С., канд. техн. наук, доц.,**Абсиметов М.В., аспирант,**Шаталова С.В., магистр,**Лесниченко Е.Н., магистрант**Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

АДАПТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА К СТРОИТЕЛЬНОЙ 3D ПЕЧАТИ

mr.elistratkin@yandex.ru

Аддитивные технологии или строительная 3D печать, хотя и не обрели на настоящий момент большого практического значения, будут крайне востребованы в самом ближайшем будущем. Об этом свидетельствует обширный положительный опыт их применения в самых разных областях науки и техники. Для успешного внедрения в строительство требуется привести в соответствие показатели послойно изготавливаемых конструкций с предъявляемыми к ним требованиями, наиболее важным из которых является термическое сопротивление. Распространённый способ контурной печати с заполнением полостей теплоизоляционным материалом пока ещё далёк от совершенства. В этой связи актуальной является разработка технологии аддитивного изготовления (печати) полнотелых конструкций из поризованных материалов, в частности, неавтоклавногазобетона.

***Ключевые слова:** строительная 3D печать, неавтоклавногазобетон, управление поризацией, управление схватыванием.*

Введение. Строительная 3D печать или аддитивные (послойные) технологии возведения конструкций в настоящее время являются одним из направлений вызывающим живой интерес, как научного сообщества, так и представителей малого бизнеса, занимающихся производством строительных материалов [1–5].

Это обусловлено действительно заманчивыми перспективами, открываемыми строительной печатью: быстрота, гибкость архитектурных форм, экономия различных видов ресурсов и т.п. В то же время, не смотря на наличие впечатляющих примеров реализации данных технологий как отечественными, так и зарубежными производителями, на наш взгляд, концепция их развития находится в зачаточном состоянии [6–10].

Судя по публикациям, основное внимание разработчиков систем строительной печати сконцентрировано на способе экструдирования пластичных смесей, перекликающимся с печатью термопластиком в настольных 3d принтерах. Привлекательным в данном способе является простота его технической реализации и лёгкость создания объектов сложной конфигурации [11–14].

В тоже время можно отметить ряд серьёзных моментов, требующих совершенствования. Во-первых, сложные требования к реологии формовочных смесей и кинетике набора прочности.

Формовочная масса, с одной стороны, должна быть пластична для экструдирования, с другой стороны должна сохранять форму после укладки в конструкцию и быстро набирать первоначальную прочность для восприятия нагрузки от последующих наносимых слоёв. Как правило, данный вопрос решается за счёт применения комплекса добавок и повышенного расхода вяжущего, что обуславливает высокую стоимость расходных материалов для печати.

Во-вторых, поскольку для экструдирования используются непоризованные смеси, возникает вопрос о формировании требуемых теплотехнических показателей ограждающих конструкций. В качестве решения, производители оборудования предлагают печатать сотоподобные конструкции, с последующим заполнением внутренних полостей высокопористыми материалами, например, пенобетоном. Такой подход противоречит идеологии 3d печати в части получения полностью готовых объектов с помощью одного устройства, не решает вопрос мостиков холода, существенно повышает протяжённость треков перемещения формирующего устройства, понижая производительность системы.

В связи с этим, на наш взгляд, следует уделить большее внимание адаптации технологий традиционных материалов, нашедших широкое

применение на практике, досконально изученных и подтвердивших свою эффективность. Одним из таких материалов является ячеистый бетон.

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

Получение композиционных вяжущих производилось смешиванием 60 % (масс.) товарного бездобавочного портландцемента с минеральной добавкой оптимального состава, предварительно измельчённой до 500...520 м²/кг.

Сохранность во времени свойств формовочных газобетонных смесей оценивалась визуально.

Момент схватывания газобетонной массы определялся по способности выдерживать помещённую на его поверхность груз массой 10 г с диаметром основания 10 мм, что примерно соответствует нагрузке 130 кг/м².

Основная часть. Из существующих разновидностей ячеистых бетонов для 3d аддитивных технологий потенциально применимы его неавтоклавные виды. Пено- и газотехнологии имеют свои сильные и слабые стороны, однако в данной работе акцент сделан именно на неавтоклавный газобетон [15–16].

Основными предпосылками разработки вопросов технологии газобетона аддитивного формования, применительно к возведению ограждающих конструкций зданий, на наш взгляд являются следующие:

1. Формирование всей или значительной толщины конструкции из высокопористого материала решает вопросы обеспечения её требуемого термического сопротивления, освобождая от необходимости применять другие материалы в качестве утеплителя. Также в значительной степени касается и вопросов шумоизоляции.

2. Положительный баланс объёмов укладываемой формирующим устройством исходной (непоризованной) газобетонной смеси к полученному итоговому объёму конструкции. В процессе вспучивания материал увеличивается в объёме до 2,5...3 раз. Соответственно при одинаковой нагрузке формирующего устройства обычной и непоризованной газобетонной смесью, в последнем случае его производительность будет в 2...3 раза выше.

3. Уменьшенная толщина наносимого в один проход слоя материала (с учётом его последующей поризации) снижает нагрузку на ранее отформованные слои конструкции, уменьшая вероятность их деформирования и повышая производительность системы.

4. Пониженная теплопроводность поризованных систем способствует максимальному использованию теплоты экзотермических реакций вяжущих для ускорения процессов гидратации.

В тоже время очевидно и наличие следующих узких мест:

1. Пониженные прочностные показатели пористых структур по сравнению с плотными. При обеспечении уровня прочности послойно-отформованного газобетона сопоставимого с традиционным, данный момент не может служить серьёзным ограничением, поскольку, в отличие от сотоподобных конструкций (контурная печать), сформированных высокопрочным мелкозернистым бетоном, площадь сечения сплошных стен во много раз больше и способна воспринимать нагрузки характерные для малоэтажных зданий.

2. Плохая потенциальная приспособленность газобетонных смесей для печати конструкций сложной конфигурации.

3. Необходимость обеспечения сохранности формовочной смеси, загружаемой в расходный бункер формовочного устройства, до полной его выработки, и инициации процесса вспучивания непосредственно после укладки в конструкцию.

Как известно, классическая технология неавтоклавного газобетона заключается в поризации формовочной массы, состоящей из вяжущего вещества, наполнителей и, в некоторых случаях, мелкого заполнителя, водородом, образующимся при взаимодействии газообразователя (алюминиевой пудры или пасты) со щёлочью (гидроксидом кальция или натрия). Реакция газообразования протекает при любых положительных температурах, однако наиболее благоприятная скорость газовыделения имеет место в диапазоне 35...45 °С. При более высоких температурах резко ускоряются процессы структурообразования смесей на основе портландцемента, что может привести к преждевременной потере подвижности вспучиваемой массы. На наш взгляд лучшей заменой портландцементу, в подобных случаях, являются композиционные вяжущие. Способы и составы их получения на основе местного сырья, возможность их применения в технологиях различных материалов достаточно подробно изучены в целом ряде работ [17–19]. Такое решение даёт исследователю эффективные инструменты целенаправленного формирования их свойств в соответствии с решаемой задачей.

Главным аспектом адаптации технологии газобетона к особенностям строительной печати, на наш взгляд, является разделение формовочной массы на две составляющих:

– основную – раствор содержащий вяжущее, наполнители, заполнители и часть воды, однако не способный к самопроизвольной поризации;

– активирующую – комплекс добавок, обеспечивающий устойчивое протекание реакции газовой выделения и фиксацию полученной пористой структуры.

Смешивание данных двух составляющих частей должно происходить непосредственно в формирующем устройстве перед укладкой массы в конструкцию, где и должно происходить вспучивание. Такой подход позволяет гармонизировать технические требования работы устройств послойного формования и физико-химические процессы протекающие в формовочной массе, без существенного усложнения технологии и излишних затрат.

В ходе предварительных экспериментов были опробованы различные схемы реализации предложенного подхода, были выявлены наиболее перспективные:

1. Исключение из формовочной массы части воды и газообразующего компонента, с установлением её температуры на уровне 20...30 °С, что обеспечивает сохранность (восстановимость) её основных свойств в течение более 30 мин. Активация процесса вспучивания производится введением суспензии газообразователя, желателно в горячем виде, с непродолжительным интенсивным перемешиванием смеси. Укладка должна производиться достаточно тонкими слоями, так как для окончательного разогрева применялись ИК-лампы, обеспечивающие прогрев формовочной массы до температуры 40...45 °С за 20...40 с.

2. Исключение из формовочной массы части воды и щелочного компонента (NaOH). Полученная смесь с температурой 20...25 °С, содержащая

газообразователь, имела приемлемую консистенцию и была пригодна к введению активатора на протяжении 25...30 мин. При этом наблюдалось некоторое самопроизвольное увеличение объёма массы не более чем на 5...10% к концу времени хранения, что, на наш взгляд, не является препятствием для практического применения данной схемы. Вероятно, что наличие в смеси зародышей газовых пузырьков к моменту введению активатора благоприятно влияет на динамику процесса поризации материала. Активация смеси производилась перемешиванием смеси с последовательным введением порции горячей воды и необходимой дозы горячего раствора гидроксида натрия. В результате смесь приобретала температуру 40...45 °С, полностью восстанавливала свою подвижность и вспучивалась в течение 5...8 мин.

Влияние дозировки NaOH на плотность получаемого газобетона показана на рис. 1 а. Как видно из графика интенсивное падение плотности начинается после прохождения точки 1 % гидроксида натрия от массы композиционного вяжущего. Увеличение дозировки до 2 % существенно повышает скорость протекания процесса поризации, делая его менее зависимым от различных неблагоприятных внешних факторов, однако повышается вероятность возникновения высолов на поверхности отформованной конструкции в процессе эксплуатации и потенциального негативного влияния щелочей на органические отделочные составы. Для дальнейших исследований была принята дозировка щелочного активатора 1...1,5 %.

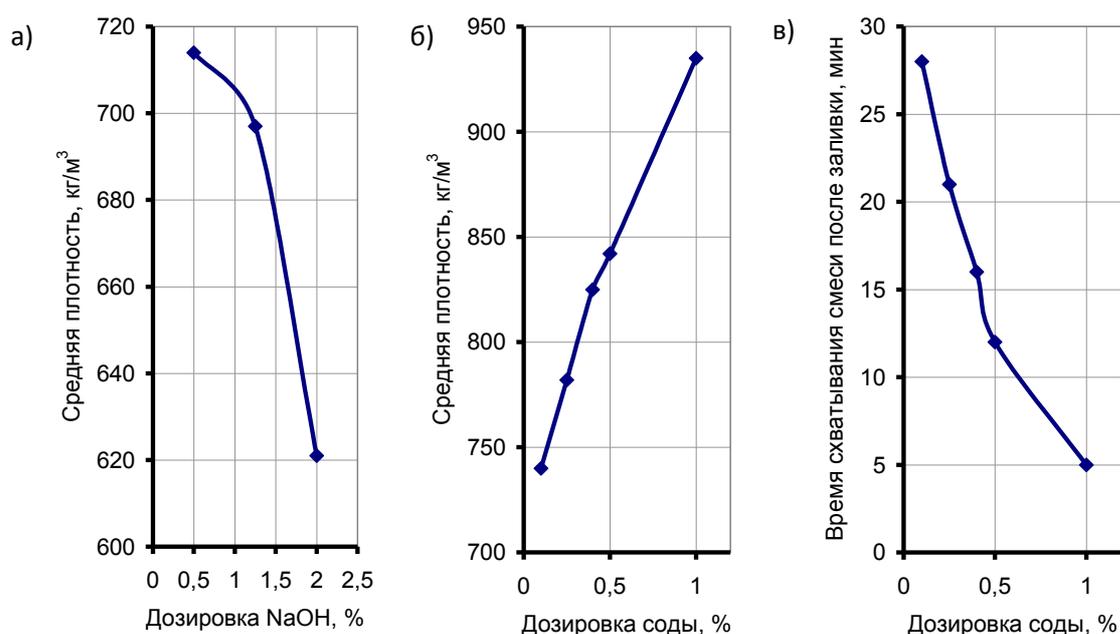


Рис. 1. Зависимость показателей газобетона от различных параметров

Ещё одной проблемой, присущей не только разработанным составам газобетона, но и непоризуемых масс для 3D печати, является достаточно продолжительное время схватывания и низкая скорость набора первоначальной прочности, необходимой для фиксации полученной структуры и укладки последующих слоёв. Разделение формовочной массы на две составляющих, позволяет использовать для решения этой проблемы сильные ускорители схватывания, такие, например, как питьевая сода, введение которых в обычном порядке (при первоначальном приготовлении смеси) затруднено излишне быстрым загустеванием.

Как видно из графиков (рис. 1 б, в) количество вводимого ускорителя практически линейно отражается на средней плотности и времени схватывания поризованного материала. При продолжительности протекания активной фазы процесса поризации материала 5...7 мин после ввода активатора, время схватывания смеси, учитывая постепенное развитие этого процесса, на наш взгляд, должно составлять не менее 10 мин, что соответствует дозировке питьевой соды не более 0,7% от массы композиционного вяжущего.

При средней плотности непоризованной формовочной смеси 2300 кг/м³, несущая способность газобетона после схватывания, фиксируемого по описанной выше методике, позволяет укладывать его слоями до 5...5,5 см, что после вспучивания обеспечит формирование слоя материала 10...15 см (в зависимости от средней плотности). Предлагаемая схема позволяет применять любые другие добавки эффективно регулирующие сроки схватывания и скорость нарастания пластической прочности материала.

В настоящий момент ведётся разработка формующего устройства для работы с газобетоном для лабораторного строительного принтера. При этом учитывается, что серьёзной технической проблемой является высокая начальная текучесть формовочной смеси, довольно быстро утрачиваемая ею в ходе вспучивания под действием ускорителя схватывания. На наш взгляд необходимостью является оснащение формующего устройства скользящими поддерживающими щитками, препятствующими первоначальному растеканию смеси в зоне выгрузки и вспучивания. Также данной цели может служить регулирование реологических характеристик формовочных масс, в частности повышение предела текучести, которое возможно осуществить рациональным выбором минеральной добавки в составе композиционного вяжущего [19–22].

Выводы. Предлагаемые схемы адаптации технологии неавтоклавного газобетона под 3D аддитивные технологии, содержат достаточно эффективные инструменты для управления процессами структурообразования, что всегда позво-

лит найти позитивный компромисс между параметрами работы формующего устройства, поведением формовочной смеси и показателями конечного материала.

Освоение технологии строительной печати поризованными составами позволит расширить её возможности, сблизив их с реально существующими потребностями, а именно формирования полнотелых конструкций с необходимыми теплотехническими показателями. Существенно расширив, тем самым, возможности строительной 3D печати, приблизив её возможности к реально существующим потребностям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Литвинцева Е. Битва за 3D: приживутся ли в России «напечатанные» дома // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2016. Т. 9-10. С. 48–49.
2. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении. Белгород, 2016. 286 с.
3. Ивасюта А.В., Иванов Н.А. Перспективы использования технологии 3d-печати при строительстве зданий и сооружений // Научное обозрение. 2016. № 9. С. 52–55.
4. Роцин 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. Грахов В.П., Мохначев С.А., Бороздов О.В. Влияние развития 3d-технологий на экономику строительства // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-12. С. 2673–2676.
10. 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.

11. 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

12. 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.

13. 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.

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

15. 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.

16. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Реологические свойства газобетонной смеси на основе нетрадиционного сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №3. С. 45–48.

17. 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.

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

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. Копаница Н.О., Сорокина Е.А. Особенности формирования требований к строительнотехническим 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.

**Lesovik V.S., Elistratkin M.Y., Glagolev E.S., Shatalova S.V., Lesnichenko E.N.
NON-AUTOCLAVED AERATED CONCRETE TECHNOLOGY ADAPTATION
TO THE 3D CONSTRUCTION PRINT**

Although additive technologies or 3D construction printing are at the moment not of great practical importance, it will be in high demand in the nearest future. This is evidenced by the extensive positive experience of their application in various fields of science and technology. For successful implementation in construction it is required to bring the indicators of layered fabricated structures into compliance with the requirements imposed on them, the most important of which is the thermal resistance. A common method of contour printing with the filling of cavities with thermal insulation material is still far from perfect. In this regard the technology of solid structures made of porous materials in particular non-autoclaved aerated concrete additive manufacturing (printing) development is important today.

Key words: 3D construction printing, non-autoclaved aerated concrete, porous control, hardening management.

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

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

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

E-mail: naukavs@mail.ru

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

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

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

E-mail: mr.elistratkin@yandex.ru

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

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

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

E-mail: bolotin@belregion.ru

Абсиметов Максим Владимирович, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

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

E-mail: absimetovmv@gmail.com

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

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

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

E-mail: shatalova.sv@yandex.ru

Лесниченко Евгений Николаевич, магистрант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

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

E-mail: lesnichencko.zhenia@yandex.ru

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.,
¹Шувалова Е.А., аспирант,
²Дао Вьет Доан, канд. техн. наук.
¹Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет
²Ханойский государственный горно-геологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕНОВОГО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

lamvantang@gmail.com

Рассмотрена возможность использования отходов, образующихся в результате добычи и обогащения сырья на угольных разрезах провинции Куанг Нинь во Вьетнаме, для производства стенового керамического кирпича способом полусухого прессования, что будет способствовать улучшению экологии, экономии природных ресурсов и снижению затрат на организацию хранения отходов.

В результате проведённых экспериментальных исследований было установлено, что стеновые керамические кирпичи, полученные способом полусухого прессования из сырьевой композиции на основе глиносодержащих отходов углеобогащения с добавлением до 10÷25 % масс. глины, имеют требуемые эксплуатационные показатели, массу от 1,8 до 2,5 кг и обладают пористой структурой из-за выгорания остатков угля в процессе обжига, что помимо снижения массы изделий будет способствовать повышению их тепло- и звукоизоляционных свойств.

Ключевые слова: отходы углеобогащения, загрязнение окружающей среды, полусухой способ прессования, пластический способ формования, глинистое сырьё, стеновой керамический кирпич.

Введение. Стеновые керамические материалы являются одними из наиболее древних строительных материалов, используемых для кладки и облицовки несущих, самонесущих и ненесущих стен и других элементов зданий и сооружений. По прошествии многих веков керамические стеновые материалы занимают лидирующие позиции на строительном рынке благодаря своим физико-механическим и теплофизическим свойствам, долговечности, а также экологичности и архитектурной выразительности [1, 2].

Отходы обогащения добываемого природного сырья образуются в одноименных процессах, которые обычно являются промежуточными между добычей полезных ископаемых и их последующей глубокой химической, физико-химической или биохимической переработкой. Обогащение позволяет отделить значительную часть пустой породы и вредных примесей и, тем самым, повысить концентрацию ценных компонентов в исходном сырье, что наиболее ярко проявляется при обогащении руды [3].

Техногенные отходы добычи углей являются причиной возникновения следующих основных проблем экологического и экономического характера:

- складирование отходов на свалках и полигонах вызывает загрязнение почвы, воды и воздуха окружающей среды;

- организация переработки отходов является дорогостоящим процессом;

- образующиеся свалки занимают значительные площади земельных ресурсов, пригодных для более рационального использования.

Согласно данным, приведенным в исследованиях [4–6], по ориентировочным расчетам в Российской Федерации ежегодное количество образующихся отходов углеобогащения превышает 115 млн. тонн. Комплексное использование отходов углеобогащения в производстве строительных материалов может дать народному хозяйству значительный экономический эффект, обусловленный экономией природного сырья, уменьшением расходов на складирование и транспортирование отходов, и сокращением отводимых под отвалы земель.

В данной работе было проведено исследование возможности использования отходов обогащения сырья, добываемого в угольных разрезах провинции Куанг Нинь, с целью получения сырьевых материалов для производства стенового керамического кирпича.

Методология. Свойства стенового керамического кирпича определяли в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 530-2012. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия [7].

Основная часть. В процессе добычи угля во Вьетнаме на угольных разрезах в провинциях Куанг Нинь, Тхай Нгуен, Лао Кай и др. образуется большое количество отходов, что вызывает загрязнение окружающей среды, пагубно влияет на

условия жизни человека и животных и занимает большую площадь под отвалы отходов обогащения (рис. 1).



Рис. 1. Загрязнение окружающей среды техногенными отходами добычи угля на разрезах в провинции Куанг Нинь (Вьетнам)

Разведанные запасы угля во Вьетнаме в 2015 году составили свыше $55 \div 58$ млн. т. и по прогнозам к 2020 году возрастут до $60 \div 65$ млн. т. По имеющимся данным для того, чтобы добыть 1 тонну угля на открытых угольных разрезах Вьетнама необходимо взорвать, погрузить и произвести транспортировку $10 \div 14$ м³ горной породы [8]. Таким образом, к 2020 году количество образовавшихся твёрдых отходов углеобогащения может достичь $600 \div 910$ млн. м³, что приведёт к значительному экологическому и экономическому ущербу из-за загрязнения окружающей среды и необходимости отведения сотни тысяч квадратных метров площадей для размещения этих отходов.

В настоящее время во Вьетнаме отходы угледобычи частично используются в качестве сырьевых материалов и минеральных добавок при производстве портландцемента на некоторых цементных заводах. Однако объём их использования незначителен.

Согласно решениям, опубликованным в приказе Премьер-министра Вьетнама [9], с целью совершенствования организации и дальнейшего развития производства строительных материалов в стране необходимо решить следующие актуальные вопросы:

- усовершенствовать технологию производства кирпича из глинистого сырья для снижения ущерба, наносимого окружающей среде за счёт уменьшения расходов сырья и топлива, а также меньшего использования земель сельскохозяйственного назначения в качестве глинодобывающих карьеров;

- расширить использование многотоннажных техногенных отходов в качестве глинозамещающих сырьевых материалов.

В технологии стеновых керамических материалов качество глинистого сырья является важнейшим фактором, определяющим технологические параметры производства и характеристики получаемой продукции. В последние годы как в Российской Федерации, так и во Вьетнаме вследствие истощения сельскохозяйственных и аллювиальных земель для развития керамической технологии на перспективу возникла необходимость использовать новые виды сырья – отходы углеобогащения с высоким содержанием глин [10–13].

По вещественному составу отходы углеобогащения представляют собой многокомпонентную смесь, состоящую из различных минеральных включений, глины и остатков угля. В отходах углеобогащения сырья, добываемого в угольных разрезах провинции Куанг Нинь, преобладают аргиллиты и углистые аргиллиты (от 44 до 83 %), песчаники (в среднем 6,3 %), алевролиты (в среднем 14 %) и карбонаты (в среднем 2,5 %) (табл. 1). Кроме того, в таких отходах содержится до $10 \div 28$ % угля [14].

Для определения зависимости между химическим составом глиносодержащих отходов и возможностью их последующего применения была использована диаграмма А.М. Августиника [14–16], на которой по оси ординат принято отношение молей Al_2O_3 и SiO_2 , а по оси абсцисс – сумма молей плавней ($CaO + MgO + Na_2O + K_2O + Fe_2O_3 + TiO_2$). Результаты проведённого анализа представлены в табл.4 и на рис. 2.

Таблица 1

Минеральный состав отходов обогащения углесодержащих горных пород, добываемых в угольных разрезах провинции Куанг Нинь

№ ПП	Наименование минералов	Содержание минералов, % масс.		
		Донг-Трье	Ха-Ту	Ха-Ламь
1	Аргиллиты	70 ÷ 83	44 ÷ 62	51 ÷ 65
2	Алевролиты	7 ÷ 10	15 ÷ 17	16 ÷ 19
3	Песчаники	3 ÷ 6	5 ÷ 7	7 ÷ 10
4	Карбонаты	1 ÷ 4	2 ÷ 4	1 ÷ 3
5	Остатки угля	6 ÷ 10	16 ÷ 28	11 ÷ 17

Основную массу Куангнинских аргиллитов составляют глинистые минералы – гидрослюды и каолинит (от 37 до 42 % масс.) (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Минеральный состав аргиллитов, содержащихся в отходах обогащения сырья, добываемого в угольных разрезах провинции Куанг Нинь

Угольные разрезы	Среднее содержание минералов, % масс.						
	Каолинит	Гидрослюды	Хлорит	Кварц	Полевой шпат	Гётит	Остальное
Донг-Трье	13	27	12	39	6	-	амфиболы
Ха-Ту	10	32	13	35	7	-	амфиболы
Ха-Ламь	15	22	10	37	6	6	амфиболы

Таблица 3

Химический состав аргиллитов, содержащихся в отходах обогащения сырья, добываемого в угольных разрезах провинции Куанг Нинь

Угольные разрезы	Среднее содержание оксидов, % масс.									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	SO ₃	п.п.п.
Донг-Трье	66,72	12,56	7,85	4,56	0,95	2,3	1,16	0,95	0,45	2,5
Ха-Ту	60,74	10,85	8,28	5,54	4,24	3,53	2,25	0,92	0,51	3,14
Ха-Ламь	65,52	12,49	3,26	7,25	1,6	2,48	3,05	0,36	0,74	3,25

Примечание: п.п.п. – потери при прокаливании.

Таблица 4

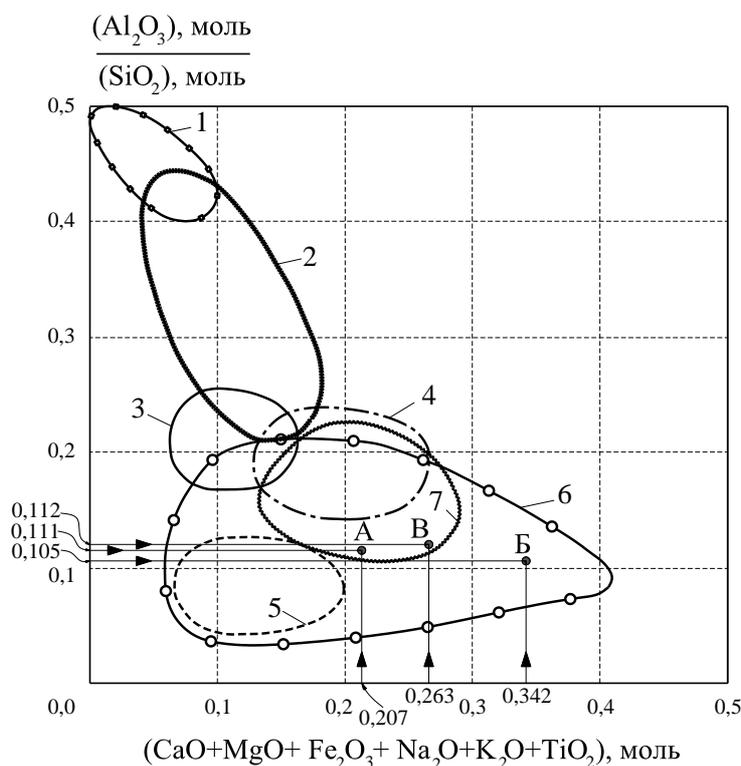
Содержание оксидов в отходах обогащения сырья, добываемого в угольных разрезах провинции Куанг Нинь

Угольные разрезы	Содержание оксидов, моль									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Al ₂ O ₃ /SiO ₂	(RO+R ₂ O+Fe ₂ O ₃ +TiO ₂)
Донг-Трье	1,112	0,123	0,049	0,081	0,024	0,037	0,012	0,004	0,111	0,207
Ха-Ту	1,012	0,106	0,052	0,099	0,106	0,057	0,024	0,004	0,105	0,342
Ха-Ламь	1,092	0,122	0,020	0,129	0,040	0,040	0,032	0,002	0,112	0,263

Отходы углеобогащения сырья, добываемого в различных угольных разрезах провинции Куанг Нинь, изображены на диаграмме Августиника в виде точек А, Б и В, которые расположены в области кирпичных глин (рис. 2).

Технологии производства стеновых керамических кирпичей на основе отходов углеобогащения

При использовании отходов обогащения углей в производстве стенового керамического кирпича важное значение имеют их вещественный и минеральный состав, а также влажность, которые определяют рациональный выбор одного из двух способов производства: пластического формования или полусухого прессования [17–19].



Области применения глинистого сырья:
 1 – каолины и глины, пригодные для производства огнеупорных (шамотных) изделий;
 2 – глины, пригодные для производства керамических камней, плиток для пола, канализационных труб и кислотоупоров;
 3 – гончарные и терракотовые глины;
 4 – черепичные глины;
 5 – клинкерные глины;
 6 – кирпичные глины;
 7 – керамзитовые глины.

Рис. 2. Расположение исследуемого глинистого сырья на диаграмме Августиника

Примечание: А – отходы углеобогащения сырья с угольного разреза Донг-Трье;
 Б – отходы углеобогащения сырья с угольного разреза Ха-Ту;
 В – отходы углеобогащения сырья с угольного разреза Ха-Ламь

Способ пластического формования следует применять, если используемые отходы содержат достаточное количество влажной глины и поэтому нет необходимости её добавления в сырьевую композицию. В противном случае для производства стеновой керамики более рациональным будет способ полусухого прессования.

Технологические схемы организации производства стеновых керамических кирпичей указанными способами представлены на рис. 3 и 4.

При рассмотрении двух вариантов технологии производства стеновых керамических кирпичей необходимо обратить внимание на следующие вопросы:

- поскольку отходы углеобогащения имеют значительную твёрдость, то для их измельчения необходимо использовать щековую дробилку;
- процесс переработки сырья требует использование роликовой или шаровой мельницы для получения сырьевой смеси требуемого гранулометрического состава, позволяющей формировать качественный кирпич-сырец;
- отходы углеобогащения представляют собой твёрдую и низкосвязанную массу, поэтому в зависимости от их состава для обеспечения возможности последующего формирования изделий

нужно добавить до 10 ÷ 25 % масс. глины. Причём, чем больше в отходах содержится глинистых включений, тем меньшее количество глины требуется добавлять;

- из рассмотренных выше двух способов получения керамических кирпичей полусухое прессование будет более рациональным, так как измельчённые отходы углеобогащения имеют низкую влажность и поэтому без дополнительного увлажнения не могут образовывать сырьевую ленту при выдавливании из пресса по методу пластического формования;

- основным недостатком способа пластического формования является необходимость сушки сырца перед обжигом [20];

- при производстве стеновых керамических кирпичей способом полусухого прессования из-за меньшей влажности сырца отпадает необходимость его предварительной сушки перед обжигом или проведение этих операций можно совместить в одном агрегате, что экономит время и топливо, а также способствует обеспечению правильности формы и требуемых размеров кирпича, имеющих большое значение для прочности будущей кладки.

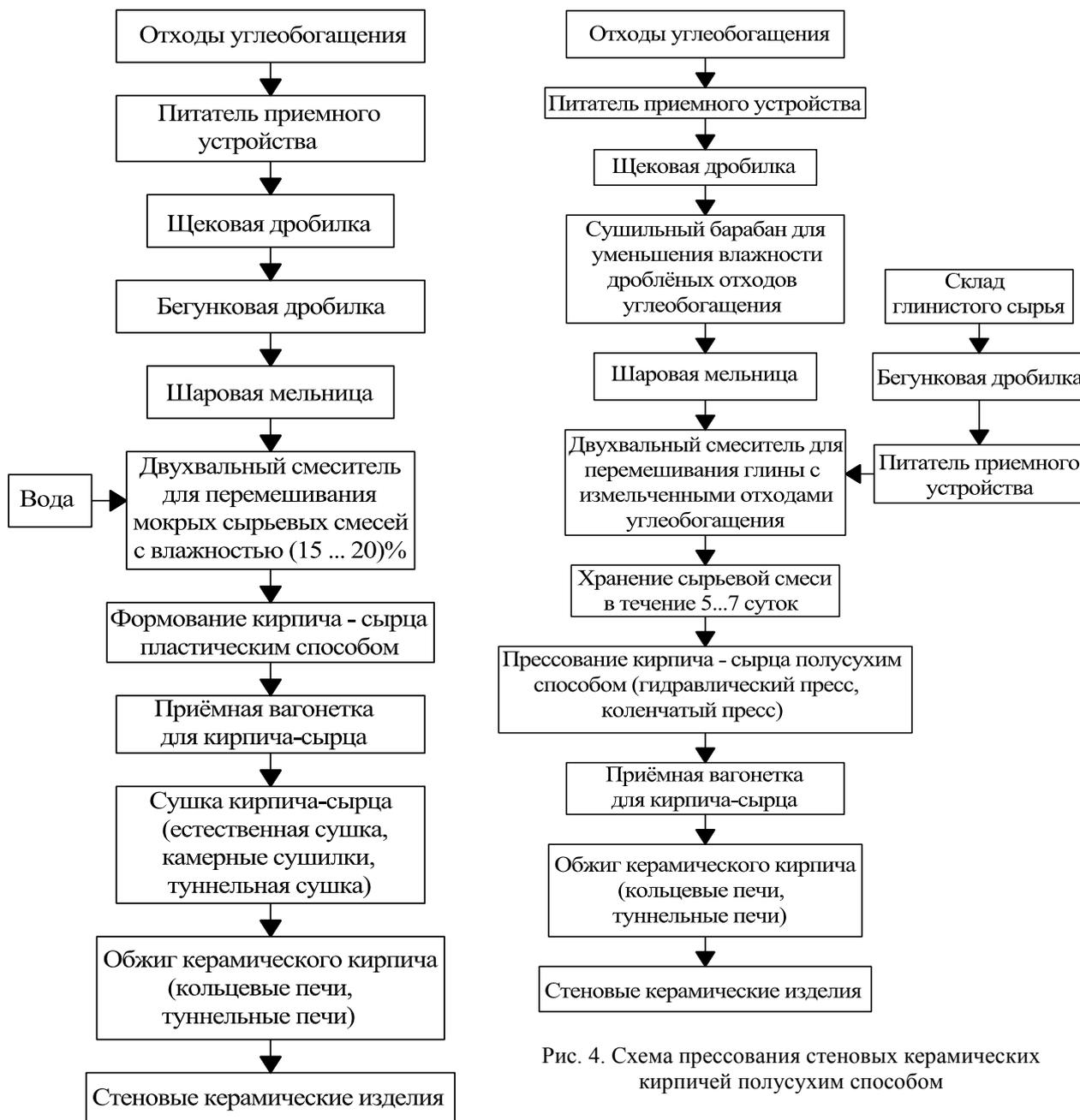


Рис. 3. Схема формирования стеновых керамических кирпичей пластическим способом

Рис. 4. Схема прессования стеновых керамических кирпичей полусухим способом

Основные эксплуатационные показатели стеновых керамических кирпичей, произведённых способом полусухого прессования, приведены в табл. 5 и на рис. 5.

Таблица 5

Физико-механические характеристики стеновых керамических кирпичей с двумя горизонтальными пустотами, полученных из отходов углеобогащения сырья разреза Донг-Трье на производственной линии завода Хыу-Хунг

Состав	Прочность на сжатие, МПа	Прочность при изгибе, МПа	Водопоглощение, %	Объёмная масса, кг/м ³	Плотность, г/см ³
75 % отходов + 25 % глины	7,0	1,63	8,6	1610	2,55
80 % отходов + 20 % глины	6,6	1,61	9,2	1570	2,42
90 % отходов + 10 % глины	6,5	1,59	9,6	1520	2,40
100 % отходов	6,3	1,55	10,6	1450	2,41



Рис. 5. Процесс производства стенового керамического кирпича из отходов углеобогащения на заводе Хью Хунг

Выводы. На основе полученных экспериментальных результатов можно сделать следующие выводы:

- стеновые керамические кирпичи, полученные способом полусухого прессования из сырьевой композиции на основе глинодержащих отходов углеобогащения с добавлением до 10÷25 % масс. глины, имеют требуемые эксплуатационные показатели, массу от 1,8 до 2,5 кг и обладают пористой структурой из-за выгорания остатков угля в процессе обжига, что помимо снижения массы изделий будет способствовать повышению их тепло- и звукоизоляционных свойств;

- технология полусухого прессования достаточно проста, по сравнению со способом пластического формования требует меньшего расхода топлива из-за отсутствия необходимости предварительной сушки сырца перед обжигом и позволяет получать готовые изделия более правильной геометрической формы;

- использование отходов обогащения углей для производства стеновых керамических изделий во Вьетнаме позволяет улучшить экологическую и экономическую ситуацию в стране за счет сохранения природных сырьевых и земельных ресурсов, снижения уровня загрязнения почвы, воды и воздуха и уменьшения затрат, вызванных необходимостью организации хранения отходов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грачева Ю. В., Глухова М. В. Результаты исследования возможности использования глин Пензенских месторождений в производстве стеновых керамических материалов. Часть 1 // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2012. №2 (22). С. 1–9.

2. Стороженко Г.И., Столбоушкин А.Ю., Мишин М.П. Перспективы отечественного производства керамического кирпича на основе от-

ходов углеобогащения // Строительные материалы. 2013. № 4. С. 57–61.

3. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования. Екатеринбург, 2007, 511 с.

4. Столбоушкин А.Ю. Стеновые керамические материалы матричной структуры на основе неспекающегося малопластичного техногенного и природного сырья. Дис. док. техн. наук. Новосибирск. 2014, 395 с.

5. Стороженко Г. И., Столбоушкин А.Ю., Перепечко Л.Н. Переработка отходов обогащения углей Коркинского угольного разреза с целью получения топлива и сырья для производства керамического кирпича // Горение топлива: теория, эксперимент, приложения. Тезисы докладов IX Всероссийской конференции с международным участием, 16–18 ноября 2015 г. Новосибирск, 2015. С. 127–129.

6. Поздив В.Н., Михальцевич В.В., Лященкол А.П. Блочно-модульные установки для обогащения высокозольных отходов угледобычи // Уголь. 2001. №5. С.51–56.

7. ГОСТ 530-2012. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия // М., Стандартинформ. 2012, 43 с.

8. Đỗ Ngọc Tước, Bùi Duy Nam, Nguyễn Thị Liên - Viện KHCN Mỏ. Bùi Xuân Nam, Nguyễn Phú Vự - Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Công nghệ khai thác và đào sâu hợp lý cho các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh. Tuyến tập báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 20, Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, 15/11/2012, Tr. 127–130. (До Нгок Тьюк, Буй Суан Нам, Нгуен Тхи Лиен, Буй Суан Нам, Нгуен Пхук Ву. Горнорудная технология и рациональное углубление на открытых угольных разрезах в провинции Куанг Нинь. 20-я научная конференция Ханойского горно-геологического университета. 15/11/2012. С. 127–130.).

9. Thủ tướng chính phủ. Quyết định số: 121/2008/QĐ-TTg ngày 29 tháng 08 năm 2008 của

Thủ tướng Chính phủ, về việc “Phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam đến năm 2020”, 8 tr. (Канцелярия Премьер-министра Вьетнама. Приказ №121/2008/QĐ-TTg, от 29 августа 2008 года «Об утверждении генерального плана по развитию производства строительных материалов во Вьетнаме до 2020 года», 8 с.).

10. Кочнева Т. Опыт применения отходов горной промышленности в производстве керамического кирпича // Строительные материалы. 2003. №2. С. 39–41.

11. Столбоушкин А.Ю., Стороженко Г.И. Отходы углеобогащения как сырьевая и энергетическая база заводов керамических стеновых материалов // Строительные материалы. 2011. №4. С. 43–46.

12. Николаенко М.А. Грунтобетоны на основе отходов угледобычи. Автореф. дис. канд. техн. наук. М., 2008, 42 с.

13. Trịnh Hồng Tùng. Sử dụng phế thải phế liệu để sản xuất Vật liệu Xây dựng, Bài giảng dành cho Cao học ngành Vật liệu Xây dựng, Trường Đại học Xây Dựng, Hà Nội. 2010, 25 tr. (Тхин Гон Тунг. Использование промышленных отходов для производства строительных материалов. Сборник лекций для аспирантов специальности «Строительные материалы» Ханойского строительного университета. Ханой. 2010, 25 с.).

14. Завадский В.Ф. Стеновые материалы и изделия // Омск: Изд. СибАДИ. 2005, 254 с.

15. Vũ Minh Đức. Sử dụng phế thải trong công nghệ gốm. Bài giảng dành cho học viên Cao học ngành Vật liệu Xây dựng, Trường đại học Xây dựng, Hà Nội, 2010, 50 с. (Бу Минь Дык. Использование отходов в технологии производства строительной керамики. Сборник лекций для аспирантов специальности «Строительные материалы» Ханойского строительного университета. Ханой.

2010, 50 с.).

16. Vũ Minh Đức. Công nghệ Gốm Xây dựng. Nhà xuất bản Xây dựng, 2001. 511 tr. (Бу Минь Дык. Технологии строительной керамики. Изд. Строительство. 2001, 511 с.).

17. Tăng Văn Lâm. Nghiên cứu sử dụng phế thải trong quá trình khai thác than để sản xuất vật liệu gạch gốm tường có cấu trúc đặc. Thông tin Công nghệ Mỏ. 2013. №02. Tr. 36–40. (Танг Ван Лам. Исследование возможности использования отходов угледобычи для производства полнотелых керамических стеновых материалов. Горно-технический информационный бюллетень. 2013. №2. С. 36–40).

18. Nguyễn Anh Tuấn, Hoàng Minh Hùng, Nguyễn Hữu Nhân, Nguyễn Quốc Thịnh. Nghiên cứu sản xuất vật liệu xây dựng từ xỉ thải các nhà máy tuyển than. Thông tin khoa học công nghệ mỏ. 2010. №01. Tr. 57–63. (Нгуен Ань Туан Хоанг Мин Ханг, Нгуен Хью Ня, Нгуен Куок Тхинь. Оценка возможности использования отходов предприятий по добыче и переработке угля для производства строительных материалов. Горно-технический информационный бюллетень. 2010. №1. С. 57–63).

19. Nguyễn Quốc Thịnh, Lê Hồng Đức. Nghiên cứu sản xuất gạch từ nguồn đá xỉ thải của nhà máy tuyển than Cửa Ông. Thông tin khoa học công nghệ mỏ. 2009. №01. Tr. 75–80. (Нгуен Куок Тхинь, Ле Хонг Дык. Возможность использования отходов угольных разрезов Куа Онг для производства строительных материалов. Горно-технический информационный бюллетень. 2009. №1. С. 75–80).

20. Барабанщиков Ю. Г. Строительные материалы и изделия // Изд. центр «Академия». 2008, 368 с.

Tang Van Lam, Bulgakov B.I., Alexandrova O.V., Larsen O.A., Shuvalov E.A., Dao Viet Doan
USE OF WASTE COAL FOR THE PURPOSE OF OBTAINING RAW MATERIALS
FOR THE PRODUCTION OF WALL CERAMIC BRICKS

The possibility of using wastes generated as a result of mining and processing of raw materials in the coal sections of Quang Ninh province in Vietnam for the production of wall ceramic bricks by the method of semi-dry pressing is considered. This will help improve the environment, save natural resources and reduce the costs of organizing waste storage. Adding ash residues to concrete and mortar reduces the consumption of cement and increases their corrosion resistance by binding free calcium hydroxide to less soluble compounds, as well as saving natural non-renewable raw materials.

As a result of the conducted experimental studies it was found that wall ceramic bricks obtained by the method of semi-dry pressing from a raw composition based on clay-containing waste of coal enrichment with the addition to 10÷25 % of clay from mass have the required performance parameters, weight from 1,8 to 2,5 kg and have a porous structure due to burning coal residues in the firing process, in addition to reducing weight products will enhance their thermal and acoustic insulation properties.

Key words: waste coal enrichment, environmental pollution, semi-dry method of pressing, plastic molding method, clay raw materials, wall ceramic brick.

Танг Ван Лам, аспирант кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов».
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Адрес: Россия, 129337, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.
E-mail: lamvantang@gmail.com

Булгаков Борис Игоревич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов».
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Адрес: Россия, 129337, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.
E-mail: fakultetst@mail.ru

Александрова Ольга Владимировна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов».
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Адрес: Россия, 129337, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.
E-mail: aleks_olvl@mail.ru

Ларсен Оксана Александровна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов».
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Адрес: Россия, 129337, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.
E-mail: larsen.oksana@mail.ru

Шувалова Елена Александровна, аспирант кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов».
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Адрес: Россия, 129337, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.
E-mail: sh.elena@list.ru

Дао Вьет Доан, кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника строительства».
Ханойский государственный горно-геологический университет.
Адрес: Вьетнам, г. Ханой, Дык Тханг, Фо Виен 18.
E-mail: daovietdoan@gmail.com

Кочергин Ю.С., д-р техн. наук, проф.,
¹Попова О.С., ст. преп.

¹Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского»
Григоренко Т.И., канд. техн. наук

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

OMango@yandex.ru

Исследованы динамические механические свойства композиционных материалов на основе эпоксидных полимеров, наполненных молотым карбонатом кальция, кварцевой мукой и микробаритом в зависимости от химической природы, размеров и концентрации наполнителя, режима отверждения и воздействия воды. Показано, что наполнение композиции способствует повышению динамического модуля упругости и модуля потерь, температуры максимумов модуля потерь и тангенса угла механических потерь. Величина максимума тангенса угла механических потерь практически не изменяется при добавлении наполнителя.

Ключевые слова: эпоксидные композиционные материалы, молотый карбонат кальция, наполнители, динамические механические свойства, режим отверждения.

Введение. Исследование динамических механических свойств полимеров имеет большое теоретическое и прикладное значение [1, 2]. В частности, динамический модуль упругости, как и модуль, измеренный любым другим методом, является важнейшим показателем деформационно-прочностных свойств полимеров. Наряду с показателем механических потерь динамический модуль упругости служит наиболее чувствительным индикатором всех форм молекулярной подвижности в полимерах, в первую очередь, в стеклообразном состоянии. Помимо чисто теоретического интереса для понимания механизмов молекулярного движения в полимерах, механические потери имеют большое практическое значение, во многом определяя другие механические свойства полимеров. Поэтому абсолютные величины показателей механических потерь, положения температур и частот, при которых наблюдаются максимумы потерь, представляют особый интерес. Высокие механические потери в полимерах и материалах на их основе могут быть как достоинством, так и недостатком. С одной стороны, потери уменьшают вибрации и препятствуют возникновению резонансных колебаний с резким нарастанием амплитуды. С другой стороны, высокие потери в общем случае служат показателем пониженной стабильности размеров, которая очень нежелательна в конструкциях, работающих длительное время под нагрузкой. Многие другие механические свойства тесно связаны с механическими потерями – это долговечность, удельная поверхностная энергия разрушения и ударная прочность, коэффициент трения,

истирание и износ. Определение механических потерь может служить эффективным методом определения молекулярной массы полимеров, состава сополимеров, степени неоднородности сшивания, влияния термообработки на морфологию кристаллов в кристаллических полимерах, состава смесей полимеров и блок-сополимеров, степени отверждения термореактивных смол. Динамические механические свойства полимеров могут быть существенно изменены термообработкой образцов. Так закалка аморфных полимеров в отличие от отжига обычно приводит к повышению механических потерь. Динамические механические свойства, особенно механические потери, весьма чувствительны ко всем типам температурных переходов, релаксационных процессов, структурных неоднородностей и особенностей морфологических структур многофазных систем типа частично-кристаллических полимеров, смесей полимеров и наполненных полимерных композиций. В свете изложенного целью настоящей работы явилось исследование динамических механических свойств эпоксидных композиционных материалов, наполненных дисперсными частицами молотого карбоната кальция, кварцевой муки и микробарита.

Методология. В качестве эпоксидного олигомера использовали промышленную диановую смолу ЭД-20 с молекулярной массой 410 и содержанием эпоксидных групп 21,4 %. В качестве наполнителей использовали молотый карбонат кальция, который представляет собой изготовленные из мрамора высокой степени чистоты и белизны следующие продукты (все производства

Турции): омиакарб-5КА (omyacarb), нормкаль-2 (normcal) и нормкаль-40. Кроме того, в составе композиций использовали также другие наполнители – пигменты с высокой белизной и различной твердостью: микробарит марки МБ-15-98 и кварцевую муку. Основные свойства наполнителей приведены в табл. 1.

Отверждение композиций проводили диэтилентриамином ДЭТА по двум режимам: I – 25 °С/24 ч + 50 °С/8 ч (отверждение при умеренной температуре) и II – 25 °С/24 ч + 120 °С/3 ч (отверждение с термообработкой при повышенной температуре).

Таблица 1

Свойства порошковых наполнителей

Марка наполнителя	Основное вещество	Содержание основного вещества, % (мас.), не менее	Значение pH	Средний размер частиц, мкм	Твердость по Мозу	Белизна, усл. ед.
Омиакарб-5КА	CaCO ₃	98,00	9,50	6,00	3,00	93,00
Нормкаль-2		99,20	7,50	2,21	3,00	98,50
Нормкаль-40		99,20	7,50	43,00	3,00	98,50
Микробарит	BaSO ₄	97,80	7,00	15,00	3,50	97,50
Кварцевая мука	SiO ₂	99,70	7,00	23,00	6,50	92,50

Динамические механические характеристики (динамический модуль упругости E' , модуль потерь E'' и тангенс угла механических потерь $\tan \delta$) измеряли на установке ДМА 983 термoаналитического комплекса DuPont 9900 на образцах размерами 25×4×2 мм при нагреве со скоростью 10 °С/мин. Модуль высокоэластичности ($E_{в.э.}$) определяли при температуре, равной $T_c + 50$ °С.

Механические свойства при одноосном растяжении (разрушающее напряжение σ_p и деформация при разрыве ϵ_p) определяли на приборе типа Поляни с жестким динамометром и автоматической регистрацией измеряемых величин [3]. Скорость деформирования составляла $3,83 \cdot 10^{-5}$ м/с.

Внутренние напряжения определяли на установке, описанной в [4], путем измерения прогиба лежащей на двух опорах упругой подложки, на которую нанесена полимерная композиция. Измерение прогибов подложек в процессе отверждения композиции и последующего снижения температуры производили катетометром КМ-6, снабженным дополнительным осветительным устройством. Величину внутренних напряжений рассчитывали по формуле:

$$\sigma_{ост} = \frac{4f_{max}E_n\delta^3}{3l^2(\delta + \Delta\delta)\Delta\delta} \quad (1),$$

где f_{max} – максимальное значение прогиба подложки; l – длина подложки; δ и $\Delta\delta$ – толщина подложки и композиции соответственно; E_n – модуль упругости подложки.

Водопоглощение (W) определяли по изменению массы образцов после кипячения в течение 3 часов по формуле:

$$W_{(t)} = \frac{m(t) - m_0}{m_0} \times 100\% \quad (2),$$

где m_0 – начальная масса образца; $m(t)$ – масса образца после пребывания в воде в течение времени t .

Молекулярную массу участка цепи между узлами химической сетки (M_c) рассчитывали по формуле:

$$M_c = 3\rho RT / E_{в.э.} \quad (3),$$

где R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура; ρ – плотность полимера.

Плотность узлов химической сетки (n_c) рассчитывали по формуле:

$$n_c = \frac{\rho}{M_c} \quad (4),$$

Плотность образцов измеряли методом градиентной колонки по ГОСТ 15139-69.

Степень отверждения эпоксидного полимера определяли методом экстрагирования в ацетоне непрореагировавшей растворимой части эпоксидной смолы.

Основная часть. При анализе зависимостей $\tan \delta$ – T обращает на себя внимание (рис. 1, табл. 2) следующий экспериментальный факт. Для эпоксидных композиционных материалов, отвержденных по режиму I, после прохождения основного максимума $\tan \delta$ вначале достаточно быстро снижается, затем при температуре выше 100 °С падение $\tan \delta$ прекращается, и в диапазоне 100–160 °С наблюдается второй широкий размытый

максимум, после которого $\text{tg } \delta$ снова довольно быстро уменьшается. Такой характер поведения может быть объяснен тем, что после расстеклова-

ния эпоксидного полимера ускоряется молекулярная подвижность, которая способствует процессу доотвержде

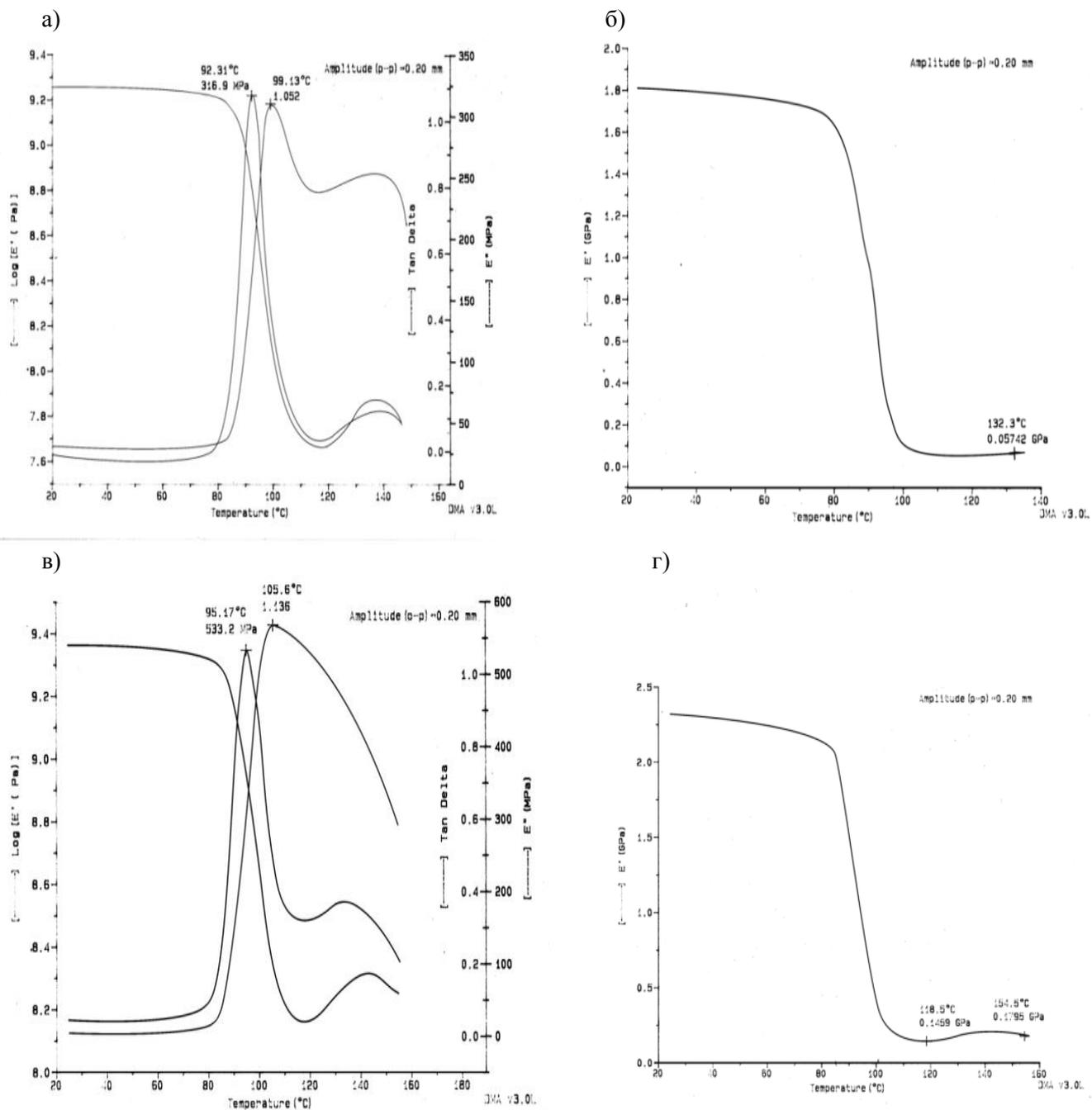


Рис. 1. Температурные зависимости логарифма динамического модуля упругости, модуля потерь и тангенса угла механических потерь (а, в) и динамического модуля упругости (б, г) для исходного эпоксидного полимера (а, б) и композита, содержащего 50 масс. ч. омиакарба (в, г).

Образцы отверждены по режиму I

На взаимодействие непрореагировавших при отверждении без подогрева эпоксидных и аминных групп расходуется часть подводимой тепловой энергии, что находит свое отражение в образовании максимума с вершиной при ~135 °С.

Другим подтверждением реакции доотверждения является увеличение в температурном интервале 100–135 °С логарифма динамического модуля упругости (рис. 1).

Таблица 2

Влияние наполнителей на динамические модули упругости, максимумы модуля потерь и тангенса угла механических потерь эпоксидных композиционных материалов

Наполнитель	Параметр			
	Динамический модуль упругости, E' , ГПа	Модуль высокоэластичности, $E_{в.э.}$, МПа	Максимальное значение тангенса угла механических потерь, $\text{tg } \delta_{\text{max}}$	Максимум модуля потерь, E''_M , МПа
Исходный образец ¹⁾	<u>1,86</u> ²⁾	<u>57,42</u>	<u>1,052</u>	<u>316,9</u>
	1,38	42,97	0,286	117,1
Омиакарб ³⁾	<u>2,32</u>	<u>145,2</u>	<u>1,136</u>	<u>533,2</u>
	1,61	138,2	0,285	146,8
Нормкаль-2 ³⁾	<u>2,75</u>	<u>176,7</u>	<u>0,856</u>	<u>470,2</u>
	2,13	95,98	0,335	220,9
Нормкаль-2 ⁴⁾	<u>3,03</u>	<u>200,1</u>	<u>1,026</u>	<u>641,1</u>
	1,84	106,8	0,250	179,2
Нормкаль-40 ³⁾	<u>3,11</u>	<u>140,8</u>	<u>1,096</u>	<u>734,1</u>
	2,37	134,7	0,360	245,1
Кварцевая мука ³⁾	<u>3,22</u>	<u>82,8</u>	<u>1,335</u>	<u>670,8</u>
	2,05	73,04	0,314	173,1
Кварцевая мука ⁴⁾	<u>3,82</u>	<u>209,1</u>	<u>1,012</u>	<u>738,7</u>
	2,62	135,6	0,312	378,4
Микробарит ³⁾	<u>2,41</u>	<u>99,21</u>	<u>0,992</u>	<u>437,2</u>
	1,91	81,5	0,367	180,5

¹⁾ 100 масс. ч. ЭД-20 + 12 масс. ч. ДЭТА;

²⁾ В числителе – отверждение по режиму I, в знаменателе – по режиму II;

³⁾ Содержание наполнителя – 50 масс. ч. на 100 масс. ч. эпоксидного полимера;

⁴⁾ Содержание наполнителя 100 масс. ч.

Наконец, если образец предварительно был подвергнут термообработке при 120 °С, т.е. процесс доотверждения уже был завершен до начала сканирования образца, то для него на зависимости $\text{tg } \delta - T$ этот вторичный максимум не проявляется (рис. 2).

Интенсивность первичного максимума при этом сильно снижается, а его положение существенно смещается (на ~55 °С) в сторону более высоких температур. При этом эффект наблюдается как для ненаполненного полимера, так и для композитов, содержащих наполнитель. Высокие значения $\text{tg } \delta_{\text{max}}$ (табл.2) для образцов, отвержденных по режиму I, могут быть связаны с наложением эффектов, обусловленных процессом стеклования, и конформационных перегруппировок молекул, связанных с протеканием реакции доотверждения эпоксидной матрицы в области повышенных температур, где проявляется этот максимум. Об образовании дополнительных химических сшивок в результате взаимодействия непрореагировавших при температурах ниже 120 °С эпоксидных групп смолы и аминных групп отвердителя свидетельствует максимум на температурной зависимости $\text{tg } \delta$ (меньший по интенсивности, чем основной переход, связанный с расстеклованием эпоксидной матрицы). После термообработки при 120 °С, когда процесс доот-

верждения уже реализован, интенсивность данного релаксационного перехода существенно уменьшается.

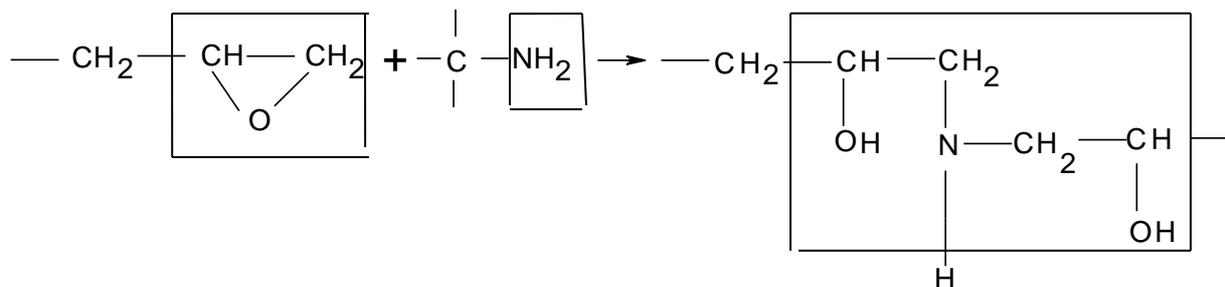
Что касается значений динамического модуля упругости E' (табл. 2) в стеклообразном состоянии полимера, то после термообработки образцов снижение E' может быть связано с тем, что дополнительные химические сшивки, образующиеся в эпоксидном полимере при термообработке, препятствуют более плотной упаковке фрагментов молекулярной цепи, снижая тем самым эффективность межмолекулярного взаимодействия. Подобный эффект аномальной зависимости E' от плотности узлов химической сетки (n_c) неоднократно наблюдали ранее и другие исследователи [1, 5].

Плотность упаковки макромолекул характеризуется коэффициентом упаковки [6]:

$$K = N_A \Sigma \Delta V_i \rho / M \quad (5),$$

где N_A – число Авогадро; ΔV_i – вандерваальсовский объем звена полимера; ρ – плотность; M – молекулярная масса звена полимера.

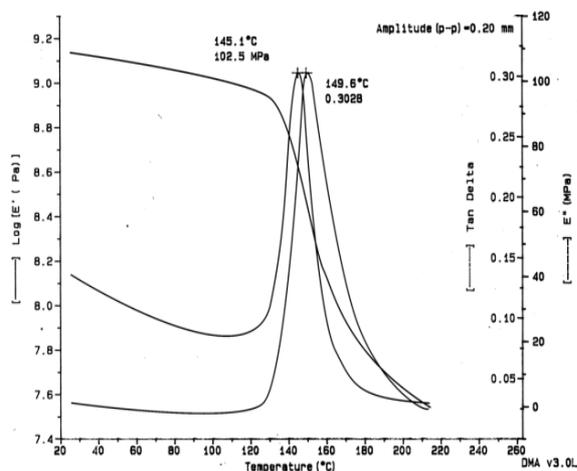
При отверждении эпоксидных смол аминными отвердителями происходит изменение вандерваальсовского объема, причем оно затрагивает только те фрагменты, которые непосредственно участвуют в реакции отверждения:



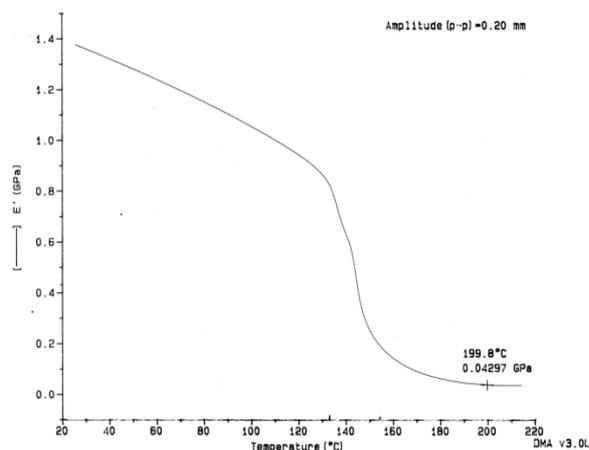
Вандерваальсовский объем исходных фрагментов эпоксидной смолы и отвердителя, обведенных рамкой, составляет $82,3 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3$. Вандерваальсовский объем образующихся после отверждения фрагментов, выделенных рамкой, составляет $87,3 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3$. Следовательно, процесс отверждения способствует увеличению коэффициента упаковки при прочих равных условиях. Однако, поскольку в нашем случае речь идет о

небольшом доотверждении вследствие термообработки, этим изменением вандерваальсовского объема можно пренебречь. Тогда основной вклад в коэффициент упаковки вносит молекулярная масса звена полимера, которая согласно данным табл. 3, меняется весьма существенно. Меньшая плотность упаковки и обеспечивает большую свободу конформационных перестроек, ответственных за релаксационные процессы.

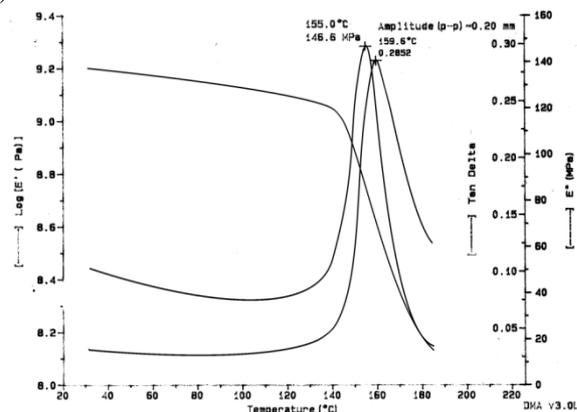
а)



б)



в)



г)

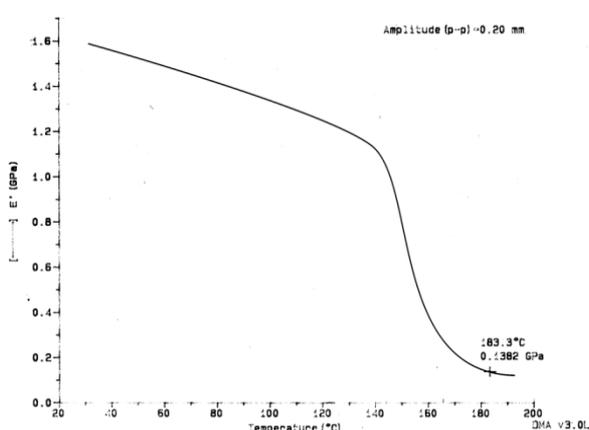


Рис. 2. Температурные зависимости логарифма динамического модуля упругости, модуля потерь и тангенса угла механических потерь (а, в) и динамического модуля упругости (б, г) для исходного эпоксидного полимера (а, б) и композита, содержащего 50 масс. ч. омиакамба (в, г). Образцы отверждены по режиму II

Таблица 3

Влияние наполнителей на параметры водопоглощения, молекулярную массу участка цепи между узлами сшивки и плотность узлов химической сетки

Наполнитель	Параметр		
	Водопоглощение, W, %	Молекулярная масса участка цепи между узлами сшивки, M_c , кг/кмоль	Плотность узлов химической сетки, n_c , кмоль/м ³
Исходный образец ¹⁾	0,863	<u>221,3</u> ²⁾ 296,2	<u>4,88</u> ²⁾ 3,71
Омиакарб ³⁾	0,786	<u>78,14</u> 119,6	<u>14,08</u> 9,20
Нормкаль - 2 ³⁾	0,556	<u>72,31</u> 136,92	<u>15,21</u> 8,03
Нормкаль - 2 ⁴⁾	0,360	<u>55,67</u> 124,08	<u>19,76</u> 8,87
Нормкаль - 40 ³⁾	0,758	<u>142,76</u> 149,23	<u>7,71</u> 7,37
Кварцевая мука ³⁾	0,796	<u>153,50</u> 174,01	<u>7,17</u> 6,32
Кварцевая мука ⁴⁾	0,280	<u>55,5</u> 77,3	<u>21,6</u> 15,53
Микробарит ³⁾	0,687	<u>125,51</u> 128,4	<u>8,76</u> 8,57

¹⁾ 100 масс. ч. ЭД-20 + 12 масс. ч. ДЭТА;

²⁾ В числителе – отверждение по режиму I, в знаменателе – по режиму II;

Введение наполнителей приводит к ощущаемому увеличению модуля E' во всем интервале стеклообразного состояния для обоих режимов отверждения. При этом по степени влияния на величину E' наполнители располагаются в следующем ряду (в порядке возрастания):

Режим I – исходный полимер (без наполнителя) < омиакарб < микробарит < нормкаль-2 < нормкаль-40 < кварцевая мука;

Режим II – исходный полимер < омиакарб < микробарит < кварцевая мука < нормкаль-2 < нормкаль-40.

Как следует из данных табл. 3, M_c наполненных образцов ниже (и соответственно n_c выше) по сравнению с исходным полимером для одного и того же режима отверждения, что нетрудно понять, поскольку в знаменатель формулы для расчета M_c входит параметр $E_{в.э.}$, который закономерно растет при добавке наполнителя [7]. Так как $n_c = \rho/M_c$, то, естественно, что n_c снижается при росте M_c . Обращает на себя внимание, что M_c увеличивается, а n_c уменьшается для образцов одного и того же состава после их отверждения по режиму II по сравнению с отверждением при меньшей температуре по режиму I. Причина подобного поведения данных параметров, на наш взгляд, заключается в том, что величина $E_{в.э.}$, используемая для расчета M_c (и опосредовано n_c), измеряется при температуре $T_c + 50$ °С. Если принять за T_c среднее значение между величинами

³⁾ Содержание наполнителя – 50 масс. ч. на 100 масс. ч. эпоксидного полимера;

⁴⁾ Содержание наполнителя 100 масс. ч.

температур начального T_c^H и конечного T_c^K участков перехода образцов из стеклообразного в высокоэластическое состояние (табл. 4), то для образцов, отвержденных по режиму I, $T_c + 50$ °С составляет 140 °С, а именно в окрестностях этой температуры, как следует из рис. 1, наблюдается процесс доотверждения образцов. Поэтому фактически величины параметров M_c и n_c соответствуют доотвержденным образцам, то есть композициям с более высокой плотностью поперечного сшивания химической сетки. В то же время для образцов, отвержденных по режиму II, значение T_c составляет около 150 °С. А при $T_c + 50$ °С, т.е. при 200 °С, в образце уже могут проходить термодеструкционные процессы [8, 9], в результате которых разрушается часть узлов сетки химических связей. Это находит свое отражение в увеличении M_c и соответственно в уменьшении n_c (для образцов одного и того же состава).

Представляло интерес сравнить влияние термообработки на воздухе и в горячей воде на динамические механические свойства исследуемых композиций. Видно (табл. 4), что после термообработки образцов, отвержденных по режиму I, наблюдается ощутимый рост температуры перехода из стеклообразного в высокоэластическое состояние, а также температур, при которых достигают максимальных значений модуль потерь E'' и тангенс угла механических потерь $\tan \delta$.

Таблица 4

Влияние наполнителей на температуры релаксационных переходов

Наполнитель	Параметр			
	Температура начального участка перехода из стеклообразного в высокоэластическое состояние, T_c^H , °C	Температура конечного участка перехода из стеклообразного в высокоэластическое состояние, T_c^K , °C	Температура максимального значения $\text{tg } \delta_{\max}$, °C	Температура E''_M , °C
Исходный образец ¹⁾	<u>84,2</u> ²⁾ 132,5	<u>97,1</u> 156,6	<u>99,1</u> 152,3	<u>92,3</u> 147,3
Омиакарб ³⁾	<u>85,2</u> 144,1	<u>100,7</u> 165,6	<u>105,6</u> 159,6	<u>95,3</u> 155,6
Нормкаль-2 ³⁾	<u>83,6</u> 143,0	<u>100,3</u> 164,9	<u>105,1</u> 159,7	<u>94,7</u> 154,5
Нормкаль-2 ⁴⁾	<u>75,32</u> 146,01	<u>90,4</u> 168,8	<u>93,68</u> 161,3	<u>84,3</u> 157,0
Нормкаль-40 ³⁾	<u>83,9</u> 140,9	<u>100,1</u> 164,0	<u>102,8</u> 160,4	<u>94,4</u> 154,7
Кварцевая мука ³⁾	<u>84,1</u> 141,9	<u>101,2</u> 165,8	<u>100,4</u> 162,1	<u>92,4</u> 156,5
Кварцевая мука ⁴⁾	<u>85,9</u> 143,1	<u>104,0</u> 166,2	<u>109,5</u> 170,1	<u>98,1</u> 163,1
Микробарит ³⁾	<u>83,4</u> 133,4	<u>97,0</u> 154,7	<u>99,7</u> 152,2	<u>92,3</u> 147,1

¹⁾ 100 масс. ч. ЭД-20 + 12 масс. ч. ДЭТА;

²⁾ В числителе – отверждение по режиму I, в знаменателе – по режиму II;

³⁾ Содержание наполнителя – 50 масс. ч. на 100 масс. ч. эпоксидного полимера;

⁴⁾ Содержание наполнителя 100 масс. ч.

Воздействие кипящей воды (рис. 3) приводит к меньшему снижению (по сравнению с термообработкой) модуля E' в стеклообразном состоянии. Это явление может быть обусловлено образованием дополнительных водородных связей между полярными группами полимера и молекулами сорбированной воды. Вместе с тем сорбированная вода оказывает пластифицирующее действие на эпоксидный полимер, что находит свое отражение в некотором снижении температуры перехода из стеклообразного в высокоэластическое состояние и температур максимумов $\text{tg } \delta$ и E'' .

Интересно, что при этом максимальное значение тангенса угла механических потерь и модуля потерь для образца, подвергнутого экспозиции в воде, несколько ниже, чем у термообработанного композита. Причину такого изменения данных параметров в результате термообработки и экспозиции в кипящей воде нетрудно понять, если учесть, что величина $\text{tg } \delta$ определяется по формуле $\text{tg } \delta = E''/E'$. Из нее следует, что величина $\text{tg } \delta$ будет снижаться, если уменьшается модуль потерь E'' или возрастает динамический модуль упругости.

Как видно из данных табл. 5, термообработка образцов по режиму II и их экспозиция в кипящей воде приводят к увеличению модуля потерь и $\text{tg } \delta$ при комнатной температуре. Вероятно, это может быть связано с ростом уровня внутрен-

них напряжений в образцах после нагрева до повышенных температур и последующим достаточно быстрым охлаждением до температуры окружающей среды. Подобная закалка образца, как отмечалось нами во введении, способствует повышению уровня механических потерь. По мере нагрева образца в ходе эксперимента происходит постепенное увеличение температуры, что приводит к релаксации внутренних напряжений. Вследствие этого наблюдается весьма ощутимое уменьшение E'' и $\text{tg } \delta$ при повышении температуры до 100 °C (рис. 2 и 3) для образцов, отвержденных по режиму II, и образцов, подверженных кипячению в воде. Отметим, что образцы при этом находятся в стеклообразном состоянии, поскольку их температура T_c^H выше 122 °C. Резкий рост при 100 °C значений E'' и $\text{tg } \delta$ для образцов, отвержденных по режиму I, обусловлен тем, что они при этой температуре претерпевают переход из стеклообразного состояния в высокоэластическое (для них T_c^H ниже 86 °C), который всегда сопровождается значительными потерями механической энергии.

Обобщая результаты исследований, приведенных в табл. 2–4, отметим, что при введении наполнителей одни параметры, определенные методом динамической механической спектроскопии, а именно модули $E'_{25^\circ\text{C}}$, $E_{\text{в.э.}}$, E''_M существенно возрастают, а другие ($\text{tg } \delta_M$, $T_{\text{tg } \delta M}$, $T_{E''_M}$, T_c^H , T_c^K) изменяются довольно мало., Температура

T_c^k , хотя и несколько выше, но достаточно хорошо коррелирует с температурой максимума тангенса угла механических потерь. Величина максимума $tg\delta$ практически не изменяется при добавлении наполнителя. Хотя, если бы потери были обусловлены только движением молекул

полимера, то для наполненного полимера максимум $tg\delta$ должен быть меньше в соответствии с соотношением Нельсона [7]:

$$tg\delta_k \approx tg\delta_{II} \cdot v_{II} \quad (6)$$

где k – композит (наполненный полимер); v_{II} – объемная доля полимера.

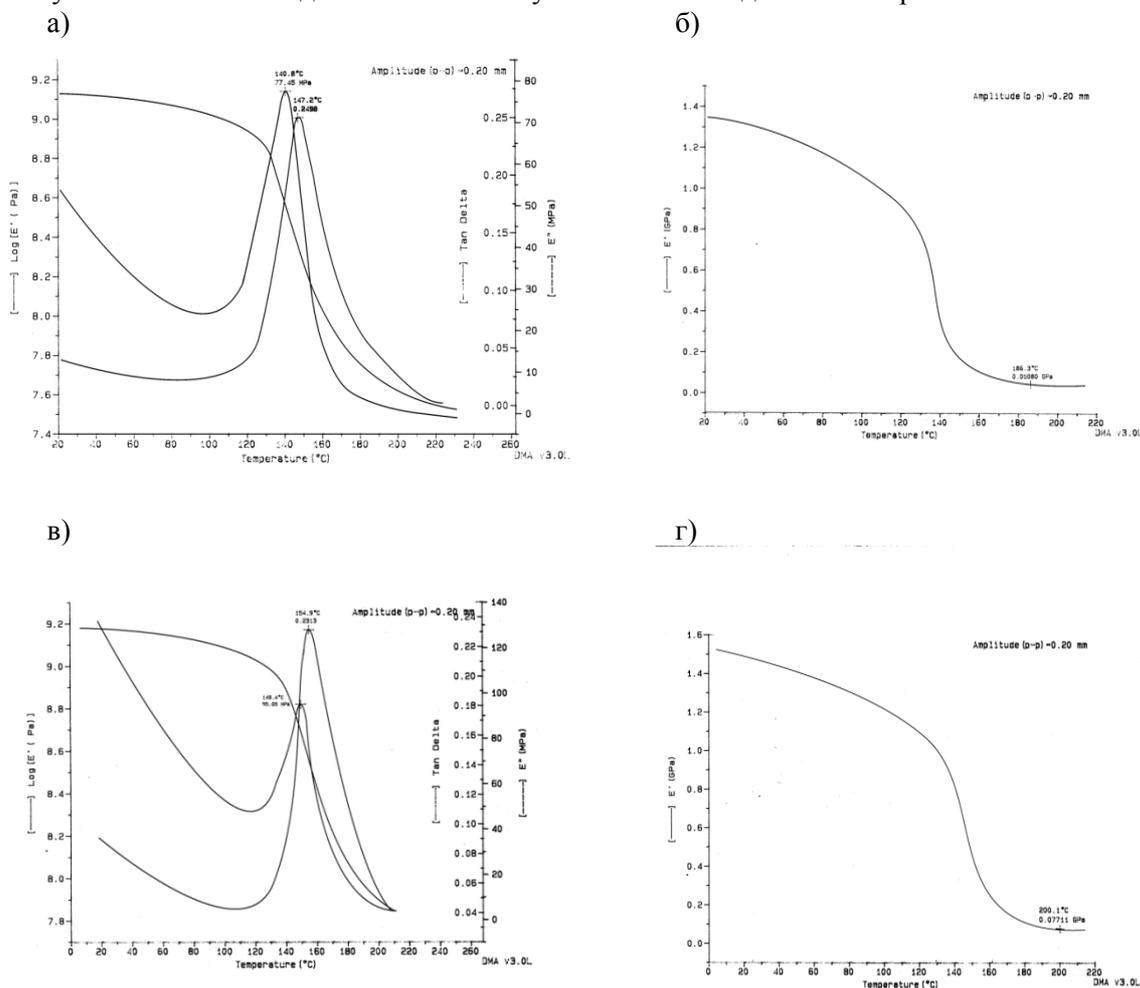


Рис. 3. Температурные зависимости логарифма динамического модуля упругости, модуля потерь и тангенса угла механических потерь (а, в) и динамического модуля упругости (б, г) для исходного эпоксидного полимера (а, б) и композита, содержащего 50 масс. ч. омиакарба (в, г), после их экспозиции в кипящей воде в течение трех часов

Таблица 5

Влияние воды на динамические механические свойства эпоксидных композиционных материалов

Наполнитель		Параметр			
		$E''_{25}, \text{МПа}^1)$	$E''_{100}, \text{МПа}^1)$	$tg \delta_{25}^2)$	$tg \delta_{100}^2)$
Исходный образец ³⁾	режим I	18	115	0,003	0,28
	режим II	41	22	0,029	0,026
	кипячение	53	23	0,032	0,022
Омиакарб ⁴⁾	режим I	20	465	0,025	0,92
	режим II	50	37	0,036	0,027
	кипячение	110	51	0,072	0,044
Кварцевая мука ⁴⁾	режим I	100	244	0,060	0,61
	режим II	96	47	0,049	0,029
	кипячение	215	74	0,077	0,036

¹⁾ Модуль потерь при температуре 25 и 100 °C соответственно

²⁾ Тангенс угла механических потерь при 25 и 100 °C соответственно

³⁾ 100 масс. ч. ЭД-20 + 12 масс. ч. ДЭТА

⁴⁾ содержание наполнителя 50 масс. ч.

Очевидно, если в ненаполненном полимере $\nu_n=1$, то в наполненном $\nu_n=1-\nu_n$, где ν_n – объемная доля наполнителя. Как видно из табл. 2, небольшое снижение максимального значения тангенса угла механических потерь (и при этом меньшее, чем предсказывает соотношение Нильсена) наблюдается для нормкаля-2 и микробарита. Для омиакарга имеет место даже увеличение $\text{tg}\delta_m$ (значение $\text{tg}\delta_k$ в точке максимума) по сравнению с базовым образцом. Это свидетельствует о том, что в наполненном полимере происходит дополнительное рассеяние механической энергии, источником которого может быть, например, трение между частицами наполнителя или между наполнителем и полимером. При содержании молотого карбоната кальция, равном 50 масс.ч., его объемная доля составляет около 0,17. Тогда $\nu_n=0,83$, а $\text{tg}\delta_k \approx 1,052 \cdot 0,83 = 0,873$, что хорошо согласуется с экспериментальным значением $\text{tg}\delta_m$ только для образца, содержащего нормкаль-2. Но при увеличении содержания и этого наполнителя до 100 масс. ч. (объемная доля 0,29) экспериментальная величина $\text{tg}\delta_m$, равная 1,026, существенно превышает расчетное значение, равное 0,746.

Экспериментальные величины динамического модуля упругости достаточно хорошо согласуются со значениями, рассчитанными по формуле:

$$E'_k = E'_n \nu_n + A \cdot E_n \cdot \nu_n \quad (7),$$

где E'_n , E'_n и E'_k – динамические модули упругости исходного полимера, наполнителя и композита соответственно; ν_n и ν_n – объемные доли полимера и наполнителя соответственно; A – эмпирическая константа, зависящая от степени адгезии между наполнителем и матрицей.

Так, при условии $A=0,115$ для композиции, содержащей нормкаль-2 в количестве 50 масс. ч., имеем расчетное значение $E'_k=2,60$, а в эксперименте – 2,65 (при 25 °С). Для композиции, содержащей 100 масс.ч. нормкаля, эти величины соответственно равны 3,15 и 3,03.

Поведение динамического модуля упругости в высокоэластическом состоянии $E_{в.э}$, достаточно хорошо может быть описано аналитической зависимостью Гута-Смолвуда [7]:

$$E_k = E_n(1 + 2,5\nu_n + 14,1 \nu_n^2) \quad (8),$$

где E_k и E_n – соответственно динамические модули упругости наполненного и исходного полимера, ν_n – объемная доля наполнителя в полимере.

Для образцов отверженных по режиму I при содержании наполнителя 50 и 100 масс.ч. расчет дает значения модуля $E_{в.э}$ 105,2 и 167,1 МПа соответственно, что достаточно хорошо согласуется с экспериментальными величинами (82,8 и 209,1 МПа для образцов, содержащих кварцевую муку).

Более высокий уровень механических потерь в образце, подвергшемся кипячению в воде, может быть объяснен спецификой действия сорбированной влаги на свойства полимерной матрицы. Прямой эксперимент по определению влияния воды на величину $\sigma_{вн}$ свидетельствуют о довольно ощутимом увеличении данного параметра (табл. 6). Одновременно возрастают когезионная прочность и деформация при разрыве. Все это позволяет предположить, что наличие в отверждающейся системе воды приводит к формированию более плотной химической сетки. Результаты измерения степени отверждения эпоксидного полимера (ЭП) подтверждают это предположение (табл. 6).

Таблица 6

Влияние воды на свойства ЭП, отверженного ДЭТА

Содержание воды в полимере, масс. ч	$\sigma_{вн}$ (МПа) при температуре, °С		σ_p , МПа	ϵ_p , %	Степень отверждения ЭП, %
	20	-60			
0	3,1	6,1	30	0,9	72,7
0,5	4,1	9,3	34	1,0	78,1
1,0	5,3	11,8	37	1,1	81,7

Сложный характер влияния воды на степень превращения эпоксидных групп, уровень внутренних напряжений и деформационно-прочностные свойства может быть объяснен на основе предложенного ранее [10–12] механизма влияния жидких сред на свойства ЭП, который состоит в наложении эффектов пластификации и резкого ускорения процесса доотверждения полимера. Сорбированная полимером жидкость ослабляет физические связи, что приводит к увеличению

интенсивности молекулярного движения. Вследствие этого повышается вероятность контакта непрореагировавших реакционноспособных (эпоксидных и аминных) групп, и, следовательно, образования дополнительных химических сшивок.

Выводы. Проведено системное исследование зависимости динамических механических свойств эпоксидных композиционных материалов от химической природы, размера частиц и

концентрации дисперсных наполнителей. Показано, что при введении наполнителей одни параметры, определенные методом динамической механической спектроскопии, а именно модули упругости в стеклообразном и высокоэластическом состояниях, а также модуль потерь существенно возрастают, а другие (максимум тангенса угла механических потерь и температуры максимумов $\text{tg}\delta_m$ и модуль потерь, а также температуры, связанные с расстеклованием полимерной матрицы) изменяются довольно мало. Температура конечного участка перехода полимера из стеклообразного в высокоэластическое состояние достаточно хорошо коррелирует с температурой максимума тангенса угла механических потерь. Величина максимума $\text{tg}\delta$ практически не изменяется при добавлении наполнителя. Установлено, что в наполненном полимере происходит дополнительное рассеяние механической энергии, которое может быть связано с трением между частицами наполнителя или между наполнителем и полимером.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перепечко И.И. Акустические методы исследования полимеров. М.: Химия, 1973. 296 с.
2. Машиностроение. Энциклопедия в сорока томах. Под ред. К.В. Фролова. М.: Машиностроение. 1994–2013. Т. XXL. С. 90–92.
3. Малкин А.Я., Аскадский А.А., Коврига В.В. Методы измерения механических свойств полимеров. М.: Химия, 1978. 336 с.
4. Волосков Г.А., Липская В.А. Установка для исследования остаточных напряжений в материалах на основе отверждающихся синтетических смол // Заводская лаборатория. 1976. №10. С. 1264–1266.
5. Зайцев Ю.С., Кочергин Ю.С., Пактер М.К., Кучер Р.В. Эпоксидные олигомеры и клеевые композиции. Киев: Наук. думка, 1990. 200 с.
6. Аскадский А.А. Деформация полимеров. М.: Химия, 1973. 448 с.
7. Мэнсон Дж., Сперлинг Л. Полимерные смеси и композиты. Пер. с англ. Под ред. Ю.К. Годовского. М.: Химия. 1979. 440 с.
8. Ли Х., Невилл К. Справочное руководство по эпоксидным смолам. М.: Химия. 1973. 416 с.
9. Химические реакции полимеров: В 2-х томах. Под ред. Е. Феттеса; Пер. с англ. Под ред. З.А. Роговина. М.: Мир. 1967. Т.2. 403 с.
10. Кочергин Ю.С., Кулик Т.А., Зайцев Ю.С., Аскадский А.А. Ускорение процесса отверждения эпоксидных полимеров в воде на глубоких стадиях превращения // Кинетика и механизм макромолекулярных реакций. Черноголовка: ИХФ АН СССР, 1984. С. 25.
11. Кулик Т.А., Прядко А.Ф., Кочергин Ю.С. и др. Воздействие жидких сред на свойства эпоксидно-каучуковых полимеров // Пластические массы. 1986. № 12. С. 19–20.
12. Кочергин Ю.С., Кулик Т.А., Прядко А.Ф. и др. Механизм влияния воды на свойства эпоксиполимеров // Пластические массы. 1985. № 11. С. 29–31.

Kochergin Yu.S., Popova O.S., Grigorenko T.I. **INFLUENCE OF DISPERSE MINERAL FILLERS ON DYNAMIC MECHANICAL PROPERTIES OF EPOXY COMPOSITE MATERIALS**

The dynamic mechanical properties of composite materials based on epoxy polymers filled with ground calcium carbonate, quartz flour and microbarite depending on the chemical nature, size and concentration of filler, the curing regime and the effects of water. It is shown that the filling of the composition contributes to the increase in dynamic modulus of elasticity and modulus of losses, the temperatures of maxima of the modulus losses and tangent of mechanical losses. The value of maximum of angle tangent of the mechanical loss remains practically unchanged when adding filler.

Key words: epoxy composite materials, ground calcium carbonate, fillers, dynamic mechanical properties, mode of curing.

Кочергин Юрий Сергеевич, доктор технических наук, профессор
Адрес: 86114, г. Макеевка, Донецкой обл., д.80, кв.189
E-mail: ivano.tanya2011@yandex.ua

Попова Оксана Сергеевна, старший преподаватель кафедры товароведения и экспертизы непродовольственных товаров
Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского
Адрес: 83017, Донецк, ул. Щорса, 31.
E-mail: OMango@yandex.ru

Григоренко Татьяна Ильинична, кандидат технических наук
Адрес: 83059, г. Донецк, пр. Ильича, 97
E-mail: grigorencot2013@mail.ru

Пустовгар А.П., канд. техн. наук,
научный руководитель НИИ СМиТ

Кузина А.Ф., аспирант, м.н.с.

Адамцевич А.О., канд. техн. наук, н.с.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

КАЛОРИМЕТРИЯ ЦЕМЕНТНЫХ ПАСТ С РАЗЛИЧНЫМ ОВП ВОДЫ ЗАТВОРЕНИЯ

kuzinaAF@mgsu.ru

В работе с использованием метода изотермической калориметрии анализируется степень влияния окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) и других физико-химических свойств воды затворения на кинетику процесса гидратации цементных систем в присутствии различных модифицирующих добавок.

Ключевые слова: калориметрия, цемент, модифицирующие добавки, окислительно-восстановительный потенциал.

Введение. На сегодняшний день, основное внимание в вопросах совершенствования технологии производства строительных смесей различного назначения, равно как и изделий на их основе, уделяется преимущественно изучению компонентов твердой фазы: анализу влияния качества цемента и заполнителей на свойства конечного материала [1–4], изучению эффективности и селективности действия добавок [5–9] и т.д. В тоже время, изучению влияния исходных свойств жидкой фазы на качество конечного продукта посвящено кратко меньше исследований. В качестве одного из наиболее активно развиваемых направлений исследований в данной области можно выделить лишь работы, направленные на изучение воздействия физико-химических параметров воды затворения на свойства цементных систем при электрохимической или электромагнитной активации жидкой фазы, а также воздействию данного фактора на характеристики готовых изделий [10–11].

В то же время, процесс гидратации цемента представляет собой сложную химическую реакцию, на протекание которой может оказывать влияние целый спектр исходных свойств воды затворения: величина pH, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), диэлектрическая проницаемость и т.д. Помимо этого, в настоящий момент, в сфере производства сухих строительных смесей до 100 % рецептур содержат различные модификаторы. Неуклонно растет и степень «химизации» в производстве товарного бетона для монолитного строительства, а также заводского изготовления бетонных и железобетонных изделий.

В связи с вышесказанным, важной научной задачей на сегодняшний день становится расширение знаний в области изучения влияния физико-химических свойств воды затворения на

процессы гидратации цементных систем – в том числе, при условии использования различных типов модифицирующих добавок.

Материалы и методы. Для проведения экспериментальных исследований в работе использовался цемент ПЦ 500 Д0 производства ООО «СЕРЕБРЯНСКИЙ ЦЕМЕНТНЫЙ ЗАВОД» с известным химическим, фазовым и гранулометрическим составом (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Химико-минералогический состав цемента

Химический состав		Минералогический состав	
Оксид/элемент	Содержание, %	Фаза	Содержание, %
CaO	61,55	C ₃ S	61,4
SiO ₂	20,66	β-C ₂ S	14,1
Fe ₂ O ₃	4,79	C ₃ A	4,6
Al ₂ O ₃	3,65	C ₄ AF	15,2
SO ₃	2,95	Полуводный гипс	2,1
MgO	1,95	Двуводный гипс	1,9
K ₂ O	1,03	Ca(OH) ₂	0,7
TiO ₂	0,307		
MnO	0,234		
Na ₂ O	0,191		
SrO	0,154		
Cr ₂ O ₃	0,014		
ппп	2,52		

Для моделирования условий протекания процесса гидратации в многокомпонентной системе использованы модифицирующие добавки, представленные в таблице 2. В качестве пластификаторов использованы добавки с разным принципом действия: суперпластификатор с электро-

статическим эффектом (С-3) и гиперпластификатор на основе поликарбоксилатов со стерическим эффектом (Melflux 5581).

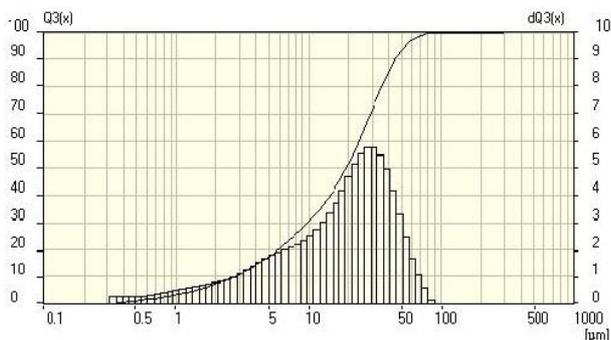


Рис. 1. Гранулометрический состав цемента

Все добавки использовались в дозировках, рекомендуемых производителями. Для создания гомогенной дисперсной системы добавок в жидкой фазе использовался ультразвуковой гомогенизатор Vibra-Cell VCX 750 (режим: мощность 750 Вт, частота 20 кГц, время смешивания 60 сек.).

В качестве жидкой фазы использованы образцы воды из различных источников. [12] Для всех исходных и полученных после гомогенизации образцов жидкой фазы определены следующие характеристики: уровень pH и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) (табл. 3). Измерения свойств воды проводились в лабораторном помещении с постоянным температурно-влажностным режимом при 20 °С и 50 % влажности.

Таблица 2

Модифицирующие добавки

№	Тип (основной эффект действия)	Добавка	Производитель/ Поставщик	Дозировка, % (по массе цемента)
1	Суперпластификатор	С-3	ЗАО «Владимирский ЖБК»	0,5
2	Гиперпластификатор	Melflux 5581	BASF Constraction Polymers (Trostberg, Германия)	0,5
3	Ускоритель (противоморозная добавка)	Формиат кальция $\text{Ca}(\text{HCOO})_2$	ЗАО «ЕВРОХИМ-1»	2

Таблица 3

Образцы воды

№	Обозначения	Вода	Добавка	pH	ОВП, мВ
1	Дист	Дистиллированная	-	7,8	259
2	Дист+С3	Дистиллированная	С-3	10,0	104
3	Дист+MF	Дистиллированная	MF 5581	8,7	130
4	Дист+ФК	Дистиллированная	Формиат кальция $\text{Ca}(\text{HCOO})_2$	7,5	-61
5	П	Проточная источник 1	-	8,0	128
6	П+С3	Проточная источник 1	С-3	9,3	61
7	П+MF	Проточная источник 1	MF 5581	8,1	100
8	П+ФК	Проточная источник 1	Формиат кальция $\text{Ca}(\text{HCOO})_2$	7,1	-33
9	Проточная источник 2	Проточная источник 2	-	7,0	230
10	Проточная источник 3	Проточная источник 3	-	7,3	395
11	Биореактор	Очищенная сточная вода из биореактора	-	7,5	224
12	Бутилированная	Бутилированная питьевая вода	-	9,5	247

Изучение влияния различных факторов на кинетику процесса гидратации в рамках исследования осуществлялось с использованием метода изотермической калориметрии на микрокалориметре ТАМ AIR с воздушным термостатом. Все измерения проводились при температуре 20 °С по стандартной методике [13–15].

Постановка эксперимента. На первом этапе производилась оценка влияния свойств

воды затворения на кинетику протекания процесса гидратации. По результатам данного эксперимента были отобраны 2 образца воды затворения с различным уровнем ОВП, для которых проведены дальнейшие исследования с использованием модификаторов. Полученные графики теплового потока при измерении тепловыделения гидратации образцов с добавками интегрирова-

лись с целью получения графиков полной тепловой энергии. Числовые значения полной тепловой энергии в контрольных точках на 8, 16, 24,

32, 40, 54 часах с момента затворения заносились в таблицу для дальнейшего анализа.

Результаты

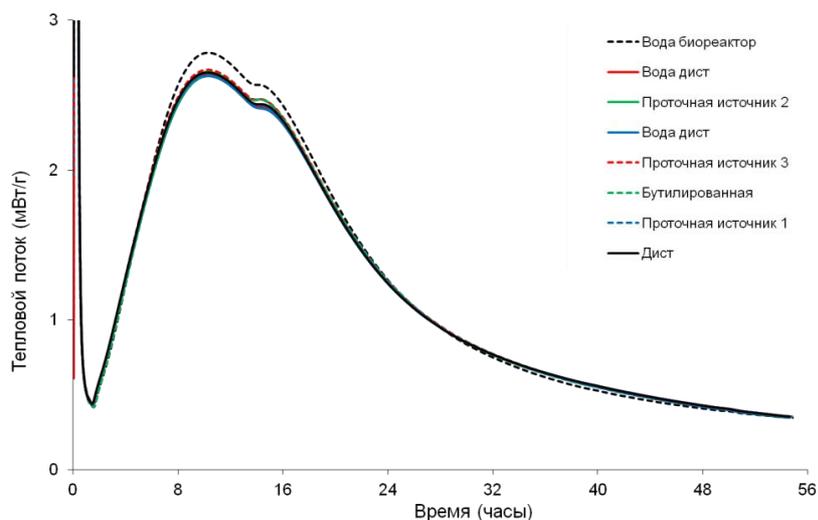


Рис. 2. Тепловыделение образцов с различной водой затворения

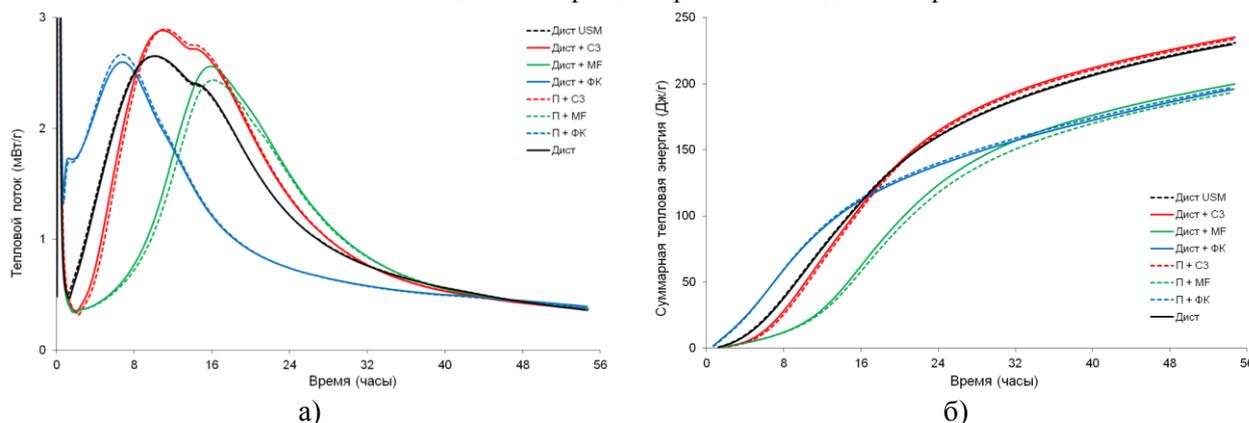


Рис. 3. Тепловыделение образцов с различной водой затворения в присутствии добавок а) – графики теплового потока; б) – интегральные графики суммарного тепловыделения

Таблица 4

Численные значения тепловой энергии к различным моментам времени

Добавка	Значения полного тепловыделения, Дж/г											
	8 часов		16 часов		24 часа		32 часа		40 часов		54 часа	
Дистиллированная вода												
-	39,09		111,31		160,73		188,25		207,06		229,99	
С-3	28,2	0,72	107,3	0,96	164,3	1,02	193,7	1,03	211,9	1,02	234,2	1,02
MF 5581	12,2	0,31	62,2	0,56	123,5	0,77	156,8	0,83	176,2	0,85	198,8	0,86
Формиат кальция	59,2	1,51	111,7	1,00	138,2	0,86	156,9	0,83	172,3	0,83	195,0	0,85
Проточная вода (Источник 1)												
-	37,99		110,52		160,00		187,38		206,09		228,97	
С-3	25,7	0,68	105,0	0,95	162,6	1,02	192,2	1,03	210,4	1,02	232,7	1,02
MF 5581	11,7	0,31	57,8	0,52	117,3	0,73	150,3	0,80	169,8	0,82	192,5	0,84
Формиат кальция	59,8	1,57	113,2	1,02	140,0	0,87	158,7	0,85	174,0	0,84	196,3	0,86

В таблице 4 значения полного тепловыделения к различным моментам времени при использовании одной воды затворения сравниваются с

аналогичными значениями при использовании другой воды. Точки, в которых наблюдаются более высокие значения выделены зеленым, а в которых значения ниже – красным.

Обсуждение результатов. Результаты проведенного исследования показали следующее:

1) изменение ОВП воды затворения оказывает незначительное влияние на кинетику процесса гидратации и объем тепловыделения образцов в процессе твердения.

2) Диспергирование в воде затворения всех рассмотренных в рамках исследования добавок приводит к снижению значения ОВП жидкой фазы. Наиболее существенное уменьшение значения ОВП зафиксировано при использовании ускоряющей добавки на основе формиата кальция.

3) При использовании в составе цементной пасты суперпластификатора С-3 с электростатическим эффектом, исходный уровень ОВП воды затворения не оказывает существенного влияния на изменение кинетики гидратации исследуемых образцов. В то же время при использовании гиперпластификатора Melflux 5581 на основе поликарбоксилатов обладающие стерическим эффектом наблюдается более существенное замедление процесса гидратации исследуемых образцов при использовании воды затворения с более низким исходным значением ОВП. При этом для ускоряющей добавки на основе формиата кальция наблюдается обратная зависимость, что также свидетельствует о том, что различные добавки обладают различной степенью чувствительности к свойствам жидкой фазы как в количественном, так и в качественном плане.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Adamtsevich A., Eremin A., Pustovgar A., Pashkevich S., Nefedov S. Research on the Effect of Prehydration of Portland Cement Stored in Normal Conditions // *Applied Mechanics and Materials*. 2014. Vol. 670-671. P. 376–381

2. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: АСВ, 2007. 528с

3. Inozemtcev A.S., Korolev E.V. A method for the reduction of deformation of high-strength lightweight cement concrete // *Advances in Cement Research*. 2016. Vol. 28 (2). Pp. 92–98

4. Grishina A.N., Korolev E.V. Influence of nanoscale barium hydrosilicates on composition of cement stone // *Key Engineering Materials*. 2016. Vol. 683. Pp. 90–94

5. Пустовгар А.П., Бурьянов А.Ф., Василик П.Г. Особенности применения гиперпластификаторов в сухих строительных смесях // *Строительные материалы*. 2010. №12. С. 62–65.

6. Адамцевич А.О., Пустовгар А.П., Еремин А.В., Пашкевич С.А., Исследование влияния формиата кальция на процесс гидратации цемента с учетом фазового состава и температурного режима твердения // *Строительные материалы*. 2013. №7. С. 59–61

7. Ушеров-Маршак А.В. Бетонведение: Современные этюды. Х.: Раритеты Украины, 2016. 135 с.

8. Пустовгар А.П. Модифицирующие добавки для сухих строительных смесей // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2002. №4. С. 8–10

9. Egor Secrieru, Victor Mechtcherine, Christof Schröfl, Dmitry Borin Rheological characterisation and prediction of pumpability of strainhardening cement-based-composites (SHCC) with and without addition of superabsorbent polymers (SAP) at various temperatures // *Construction and Building Materials* 112 (2016). Pp. 581–594

10. Рыжаков Д.С., Гульков А.Н., Гуляев В.Т., Козин А.В., Голохваст К.С. Исследование физико-химических параметров воды затворения при электрохимической активации и влияние на прочностные характеристики бетона // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Выпуск № 5-2. Т 11*. 2009.

11. Баженов Ю.М., Фомичев В.Т., Ерофеев В.Т., Федосов С.В., Матвиевский А.А., Осипов А.К., Емельянов Д.В., Митина Е.А., Юдин П.В. Теоретическое обоснование получения бетонов на основе электрохимически- и электромагнитноактивированной воды затворения // *Интернет-вестник ВолГАСУ*. 2012. Выпуск 2 (22).

12. Elena Gogina., Igor Gulshin. Simultaneous Denitrification and Nitrification in the Lab-scale Oxidation Ditch with Low C/N Ratio // *Procedia Engineering*. 2015. Т. 117. С. 107–113.

13. Адамцевич А.О., Пашкевич С.А., Пустовгар А.П. Использование калориметрии для прогнозирования роста прочности цементных систем ускоренного твердения // *Инженерно-строительный журнал*, 2013. №3(38). С. 36–42.

14. Адамцевич А.О., Пустовгар А.П. Особенности влияния модифицирующих добавок на кинетику твердения цементных систем // *Сухие строительные смеси*. 2015. №4. С. 26–29.

15. Deboucha W., Leklou N., Khelidj A., Oudjit M.N. Hydration development of mineral additives blended cement using thermogravimetric analysis (TGA): Methodology of calculating the degree of hydration // *Construction and Building Materials* 146. С. 687–701.

Kuzina A.F., Pustovgar A.P., Adamtsevich A.O.

CALORIMETRY CEMENT PASTES WITH DIFFERENT ORP OF MIXING WATER

This work dealt with the method of isothermal calorimetry analyzes the degree of influence of the oxidation-reduction potential (ORP) and other physico-chemical properties of mixing water on the kinetics of hydration of cement systems in the presence of various modifiers.

Key words: *calorimetry, cement, modifying agents, oxidation - reduction potential.*

Пустовгар Андрей Петрович, кандидат технических наук, научный руководитель Научно-исследовательского института Строительных материалов и технологий.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Адрес: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26.

E-mail: pustovgarap@mgsu.ru

Кузина Аниса Фаруковна, аспирант, младший научный сотрудник Научно-исследовательского института Строительных материалов и технологий.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Адрес: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26.

E-mail: anisakuzina@mail.ru

Адамцевич Алексей Олегович, кандидат технических наук, научный сотрудник Научно-исследовательского института Строительных материалов и технологий.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Адрес: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26.

E-mail: AdamtsevichAO@mgsu.ru

DOI: 10.12737/article_5968b45087c0e0.75328134

*Роменский Д.И., канд. техн. наук, ст. преп.
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
Оржиховский А.Н., асс.
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры*

ПОДБОР СЕЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ РАМНО-КОНСОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НАД ТРИБУНАМИ СТАДИОНОВ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ НАДЕЖНОСТИ

rdi777@bk.ru

В статье приведена методика подбора сечения стержневых стальных элементов рамно-консольных покрытий над трибунами стадионов с вместимостью до 5 тыс. человек с учетом требований надежности. Предложен алгоритм вычисления реальных коэффициентов условий работы для наиболее ответственных элементов конструкции на примере стадиона ФК «Олимпик» в г. Донецке. В качестве стохастических параметров при расчете характеристик надежности рассматриваются снеговая нагрузка, площадь сечения элементов, предел текучести материала, просадки основания, монтажные несовершенства и дефекты. Для данных величин, основываясь на реальных экспериментальных данных, приведены наиболее оптимальные законы распределения и характеристики предложенных распределений.

***Ключевые слова:** стационарные покрытия над трибунами стадионов, надежность, металлоконструкции, случайная величина, закон распределения, коэффициент условий работы.*

Введение. На данный момент проектирование стальных рамно-консольных стационарных конструкций покрытий над трибунами стадионов базируется на методе предельных состояний. Данный метод лежит в основе таких нормативных документов в области строительства как ДБН (Украина), СП (Россия), EUROCODE (Евросоюз), а также многих других. При использовании методики предложенной в этих документах возникает ряд спорных вопросов в области определения надежности конструкции. Метод предельных состояний требует сопоставления расчетного напряжения в элементе (Q_p) с расчетным значением несущей способности (R_y). При выполнении условия $Q_p < R_y$, считается, что надежность обеспечена. Таким образом, надежность конструкций во всех расчетных случаях оказывается приблизительно одинаковой и зависит только от конструктивной схемы и материала конструкции. Пытаясь учесть этот недостаток норм, ДБН [14] и EUROCODE [18] ранжируют конструкции по классу последствий аварий (экономических и людских потерь) и категориям ответственности, а также приводят максимально допустимые вероятности отказа для этой классификации. Причем методика вычисления вероятности отказа приведена крайне обобщенной и не имеет четкой структуры или алгоритма действий. Поэтому значение вероятности отказа запроектированной конструкции, как правило, остается неизвестным для инженера. Учитывая все выше сказанное можно сказать, что современные

нормы проектирования для уникальных и конструкций повышенной ответственности нуждаются в доработке, для таких конструкций предлагается выполнять численный расчет надежности и живучести на стадии проектирования, с учетом таких случайных величин и факторов как расчетное сопротивление материала, монтажные несовершенства и дефекты, величины временных нагрузок (в частности снеговой), просадки основания.

Выполняя анализ литературы по этому вопросу можно сказать, что ряд авторов рассматривает проблему обеспечения надежности строительных систем в основном как конструктивную (требуемый уровень обеспечивается использованием более прочных материалов либо наиболее надежных конструктивных схем) [22]. Данный подход не всегда может быть применим с точки зрения экономических требований, выдвигаемых к конструкции, к тому же открытым остается вопрос численного определения показателей надежности. Он рассмотрен в ряде работ [1, 2, 3, 19, 20, 21]. Данные авторы предлагают различные методики вычисления показателей надежности (в некоторых случаях даже с приведением примеров расчета), но для сложных много раз статически неопределимых систем они тяжело реализуемы, а в некоторых случаях нереализуемы вообще. Так же данная тема обширно освещена в работах А.В. Перельмутера [6] и С.Ф. Пичугина [7] под руководством, которых была проведена большая исследовательская работа в этом направлении, использованная в дальнейшем в

ДБН [13, 14]. К сожалению, авторы не привели единого метода вычисления показателей надежности. Выше перечисленные работы базируются на классических трудах (в этой области) Г. Шпете, В.Д. Райзера, А. Р. Ржаницына, В. В. Болотина [8, 9, 10, 11]. В них детально разобрана методика вычислений вероятности отказа и характеристики безопасности (как показателей надежности системы), но также на примере простых конструкций, что вызывает ряд спорных моментов при расчете данных показателей для сложных многоэлементных систем.

В данной статье предложена методика подбора поперечных сечений стержневых элементов стальных рамно-консольных стационарных покрытий над трибунами стадионов с учетом нижней границы надежности наиболее ответственных стержней.

Методы исследования. При расчете конструкций по методу предельных состояний задача обеспечения заданного уровня надежности ложится на ряд коэффициентов надежности. Для уникальных конструкций (какими являются стационарные покрытия над трибунами стадионов) их значения, как правило, указаны некорректно, либо не рассматриваются вообще. Таким образом, требования надежности для таких конструкций могут быть не выполненными в полной мере.

Как известно из работ Ржаницына А.Р., Шпете Г., Райзера В.Д., основное уравнение безотказности работы конструкции имеет вид:

$$\hat{Y}(t) - \hat{R}(t) - \hat{S}(t) > 0; \quad (1)$$

где $\hat{R}(t)$ – обобщенная несущая способность конструкции или элемента; $\hat{S}(t)$ – обобщенная нагрузка на конструкцию (напряжения в элементе); $\hat{Y}(t)$ – характеристика резерва прочности или резерва несущей способности;

Вероятность отказа может быть представлена в виде интеграла:

$$Q(t) = \int_0^{\infty} R(t)p_S(t)dt; \quad (2)$$

где $R(t)$ – функция распределения вероятности случайной величины R ; $p_S(t)$ – плотность распределения вероятностей случайной величины.

В качестве случайных величин (для задачи, приведенной в статье) рассматриваются расчетное сопротивление материала, геометрические характеристики плоских сечений элементов конструкции, величины временных нагрузок (в частности снеговой), просадки основания [4, 10].

Так как система много раз статически неопределима, наиболее целесообразно вычислять показатели надежности для наиболее ответственных элементов. С этой целью производится

итерационный геометрически нелинейный расчет конструкции. Итогом, которого, является список элементов, поочередно вышедших из строя. Критерием отказа предлагается рассматривать наступление первого предельного состояния в каждом стержне в частности, так как для рассматриваемых конструкций переход через второе предельное состояние не повлечет за собой таких масштабных экономических и человеческих последствий.

Для выбранных в предыдущем этапе расчете элементов выполняется итерационный расчет с учетом указанных случайных величин. Таким образом, формируется выборка напряжений для рассматриваемой группы стержней ($\hat{S}(t)$). Выборка должна иметь значительный объем. Исследуя эту проблему ряд авторов (Райзер, Шпете, Пичугин) приводят числа в интервале 10^4 - 10^8 .

В качестве второй составляющей уравнения №1 выступает случайная величина характеристики сопротивления материала конструкции (предел текучести) $\hat{R}(t)$. Которое сформирована на основе анализа статистических данных полученных на металлургических заводах.

Полученные две обобщенных случайных величины обрабатываются методами математической статистики. Определяются их законы и плотности распределения. В случае невозможности или трудности выполнения данной задачи рекомендуется подобрать наиболее соответствующее распределение и аппроксимировать случайную величину с точностью удовлетворяющей расчет. Зная виды распределения случайных величин, вычисляются их характеристик (математическое ожидание, стандартное отклонение).

Оперируя плотностью, законами и характеристиками распределений вычисляются вероятности отказа группы выбранных элементов. Определенная вероятность отказа является нижней границей отказа [11]. То есть полученная для системы, у которой все элементы включены в работу последовательно и выход из строя одного стержня повлечет за собой выход из строя всей системы. Существует еще верхняя граница отказа, в ней предполагается последовательное включение элементов в работу, но вероятность отказа в этом случае значительно выше и ее мы рассматривать не будем.

Насчитанные характеристики надежности сравниваются с нормативными, с учетом ответственности рассматриваемой конструкции. В случае удовлетворения требований надежности расчет заканчивается. Если надежность не обеспечена, пересчитываются частные коэффициенты надежности и решается обратная задача, целью которой, становится определить требуемое

значение математического ожидания напряжений в элементах конструкций, а от него перейти к требуемым площадям стержней. Конструкция с переопределенными размерами сечений пересчитывается заново по выше описанному алгоритму. Итерации ведутся до момента удовлетворения условий прочности рассматриваемой группой элементов.

Подобранные по приведенной методике сечения стержней стальных рамно-консольных покрытий над трибунами стадионов удовлетворяют не только требованиям расчета по предельным состояниям, но и соответствуют заданному уровню надежности

Объект исследования. Рассмотрим методику подбора сечений стальных рамно-консольных стационарных покрытий над трибунами стадионов на примере уже эксплуатируемого деформационного блока покрытия южной трибуны главного игрового поля ФК Олимпик в городе Донецке.

Конструктивная схема стационарного покрытия представляет собой стержневую систему, выполненную из «Г»-образных плоских консольных рам (в качестве основных несущих конструкций) установленных с шагом 6 м., связанных между собой ферменными связями и прогоном на консоли. Все узлы принимаются жесткими; следовательно, конструкция является много раз статически не определимой системой. Крепление к фундаменту конструктивно выполнено таким образом, что в расчетной схеме целесообразно рассматривать его как жесткую заделку (рис. 1).



Рис. 1. Конструкция стационарного покрытия над трибунами стадиона ФК «Олимпик»

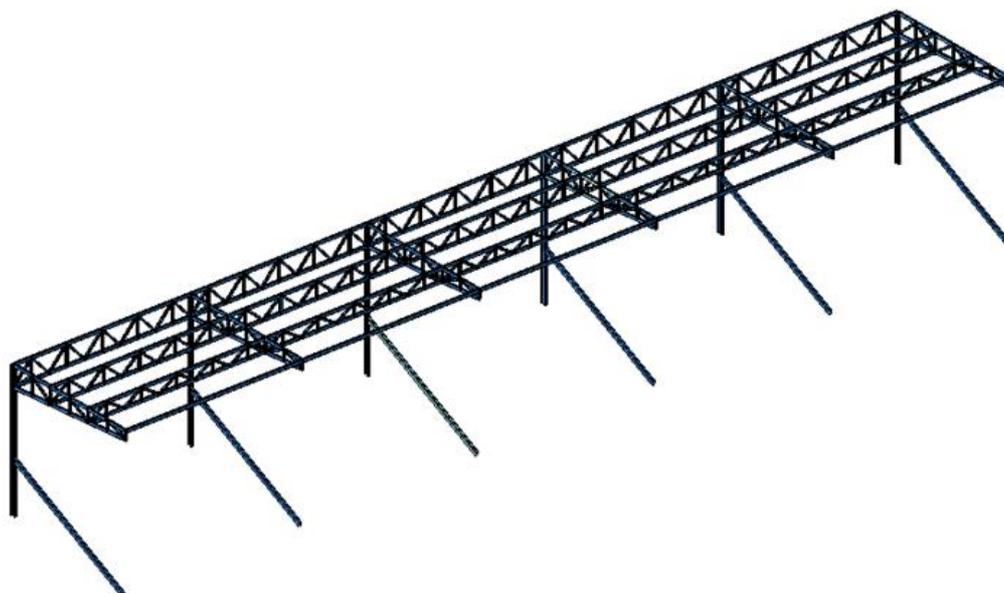


Рис. 2. Конструктивная схема рамно-консольного покрытия

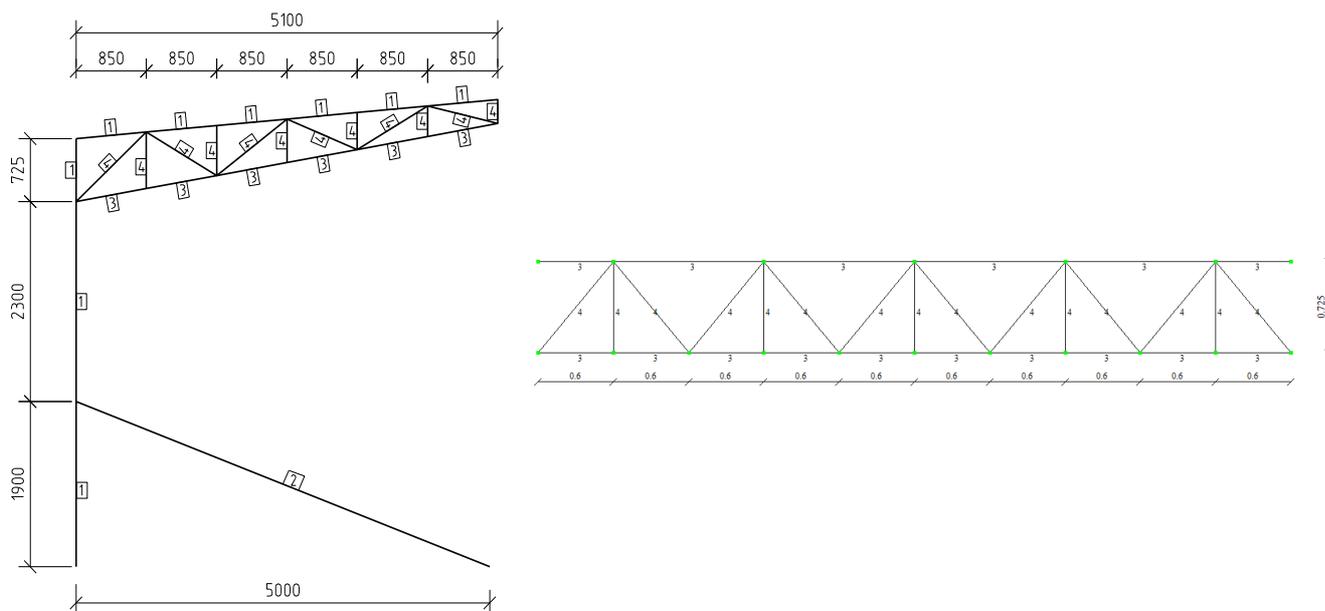


Рис. 3. Геометрическая схема плоской рамы и ферменной связи с указанием номеров жесткостей элементов конструкции

Таблица 1

Сечения конструкции покрытия над трибунами стадиона СК «Олимпик»

№	Название	Размер
1	Двутавр][№16
2	Швеллер	[№16
3	Гнuto-сварная прямоугольная труба	□ 100×60×3
4	Гнuto-сварная квадратная труба	□ 60×2,5
5	Гнuto-сварная прямоугольная труба (прогон на консоли)	□ 200×60×4,5

Алгоритм исследования. Универсального программного продукта для решения поставленной задачи на данный момент авторами не найдено. Поэтому, был создан ряд программ, написанных на высокоуровневом интерпретируемом языке программирования MATLAB. Все ниже приведенные расчеты были реализованы в них. Проверку и отладку программного комплекса выполняли с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 2013.

Весь созданный программный комплекс целесообразно разбить на 2 блока:

1. Определение наиболее ответственных элементов в конструкции, которые будут определять ее надежность в целом.

2. Формирование выборки напряжений группы наиболее ответственных элементов системы. Обработка выборок напряжений и расчётного сопротивления методами математической

статистики. И вычисление критериев надежности.

Рассмотрим каждый из них более детально на примере описанной конструкции.

Блок 1

Нелинейный расчет конструкции основывается методе конечных элементов в пространственной постановке. Геометрическая нелинейность работы конструкции учтена следующим образом:

1) На каждой итерации обновляются координаты узлов с учетом их перемещения в предыдущей.

2) Напряжения, возникшие в предыдущей итерации от смещения узлов конструкции, учитываются на этапе формирования матрицы жесткости элемента путем ввода функций Новожилова В.В.

К рассмотренному покрытию прикладывают снеговую нагрузку (приведа ее к узловой) и производится итерационный расчет до момента достижения заданного количества элементов, вышедших из строя. На каждом цикле расчета дополнительно прикладывается нагрузка 1 кН. Если на предыдущем цикле какой-либо элемент вышел из строя, он исключается из системы и она пересчитывается заново без приложения дополнительной нагрузки. Таким образом, учитывается явление лавинообразного разрушения (рис. 4).

У рассматриваемого покрытия на четвертой итерации вышли из строя элементы 32, 33, 60, 61,88, 89, 116,117 (рис. 5–8)

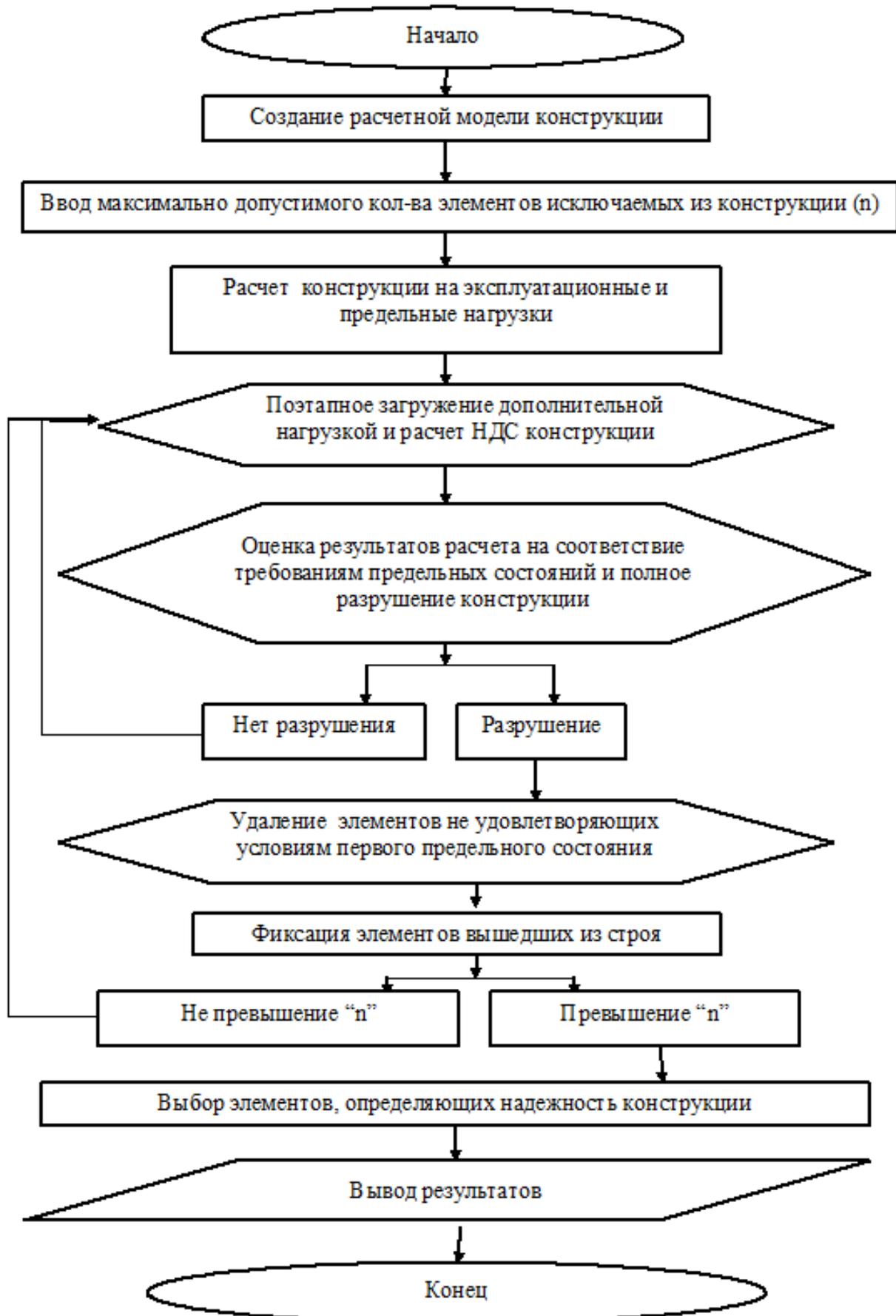


Рис. 4. Блок схема определения наиболее ответственных элементов конструкции

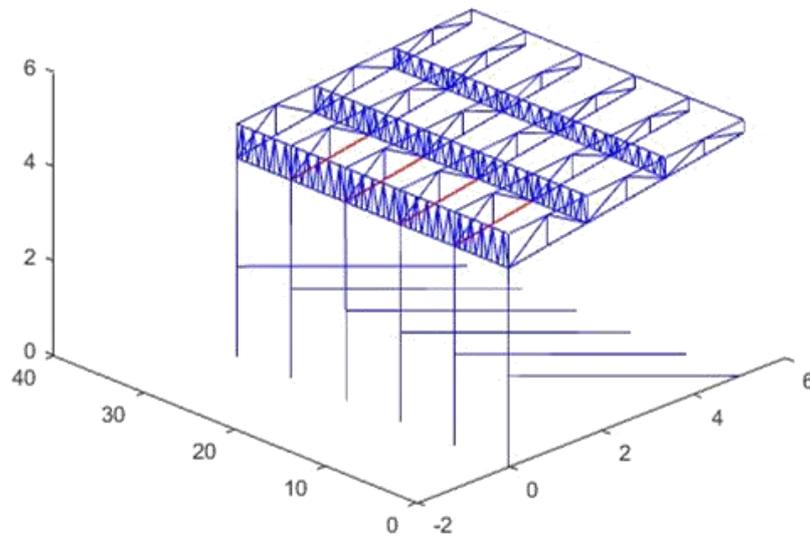


Рис. 5. Элементы конструкции, вышедшие из строя на 4 цикле расчета

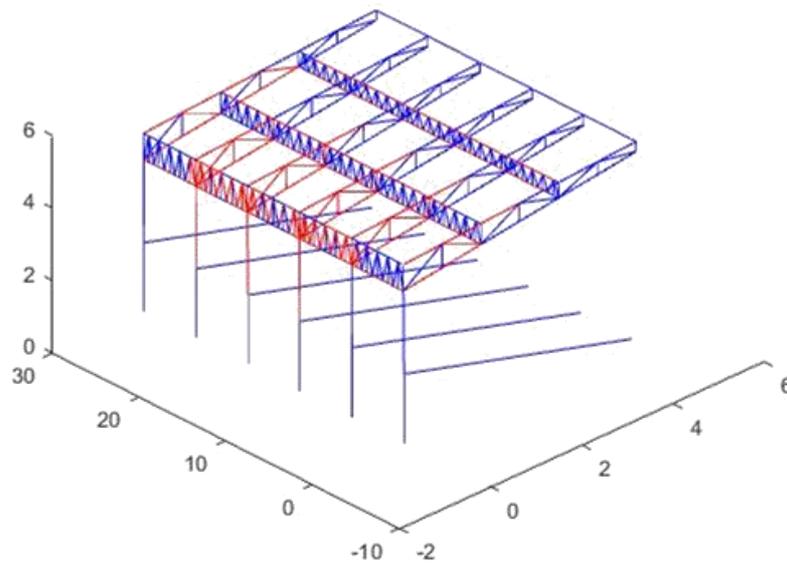


Рис. 6. Элементы конструкции, вышедшие из строя на 5 цикле расчета

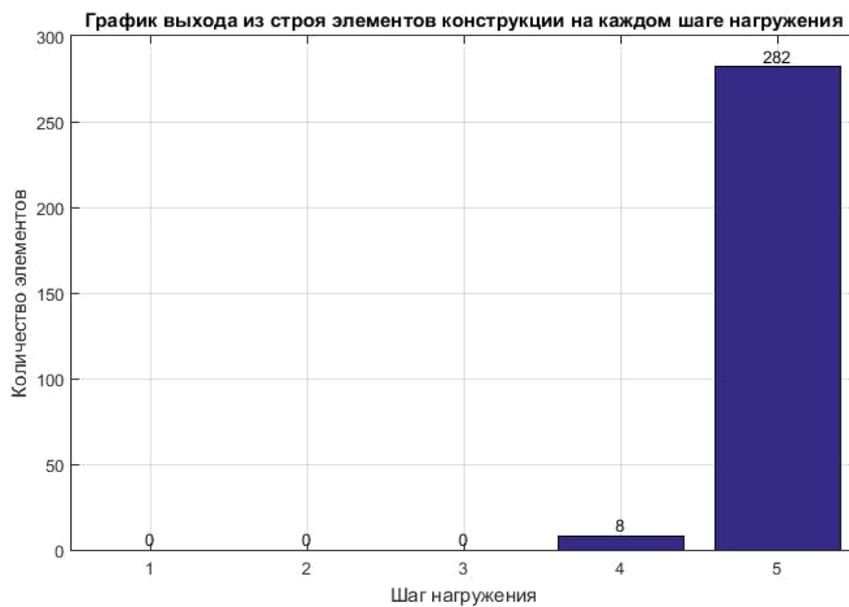


Рис. 7. График выхода из строя элементов конструкции на каждом шаге нагружения

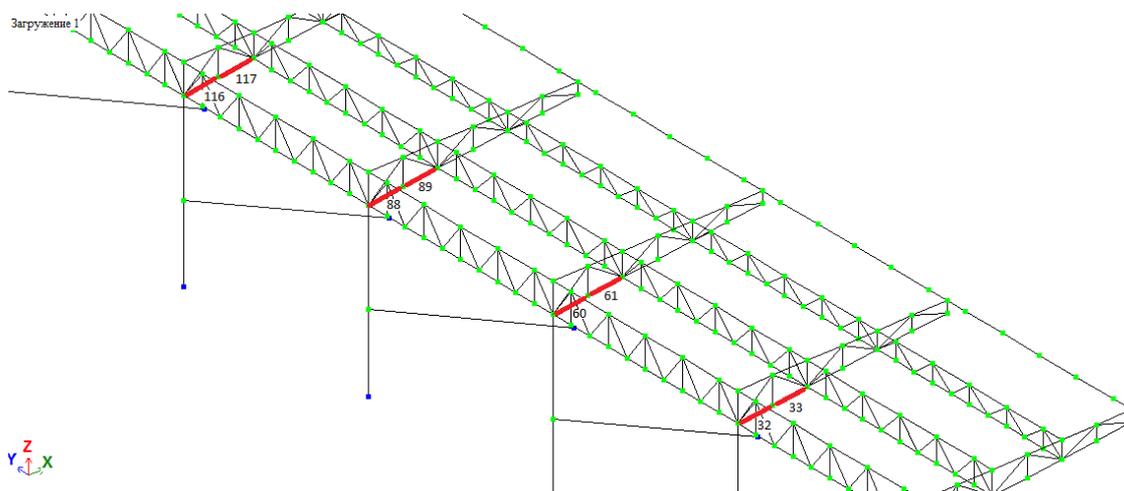


Рис. 8. Положение стержней, определяющих надежность конструкции

Блок 2

Моделирование снеговой нагрузки.

Снеговая нагрузка как случайная величина принималась с двойным экспоненциальным законом распределения Гумбеля. Методом математической инверсии, было получено выражение насчитывающее выборку значений снеговой нагрузки для Донецкого региона.

$$S = 521.48 - 270.413 \cdot \ln(-1.0 \cdot \ln(R + 0.0375)) \quad (3)$$

где R – генератор равномерной случайной величины в пределах [0...0,935].

Необходимые параметры распределения Гумбеля получены путем анализа статистики снеговых максимумов за год в течении 40 лет (11). Анализируя выражение «3» видно что должно выполняться условие $\ln(R + 0.0375) < 0$,

чтобы значение снеговой нагрузки не перешли в область комплексных чисел. При использовании максимального значения $R=0,935$ этого не произойдет. Данное выражение насчитывает снеговую нагрузку в пределах от 200 до 1500 Па, что соответствует характеру нагрузки для рассматриваемого региона.

Моделирование прочностных характеристик материала и геометрических характеристик сечений.

Геометрические характеристики плоских сечений и прочностные характеристики генерируются на основании анализа металлопроката двух металлургических заводов: «Луганский трубный завод» и «ПАО Днепропетровский металлургический завод им. Коминтерна» (5).

Таблица 2

Стохастические характеристики размеров сечений гнutosварных труб (ГОСТ 8645-68), полученные опытным путем

№	Сечение	Кол-во замеров	Толщина стенки (мм)		Высота сечения (мм)		Ширина сечения (мм)	
			Мат. ожид.	Ст. откл.	Мат. ожид.	Ст. откл.	Мат. ожид.	Ст. откл.
1	60×40×3	250	2,96	0,25	58,98	1,48	38,77	2,15
2	120×60×3	250	2,98	0,19	118,07	3,98	58,39	2,79
3	100×100×3	250	2,93	0,26	99,13	5,60	98,34	5,85
4	100×60×3	250	2,89	0,23	97,51	5,63	57,79	1,71

Выборка прочностных свойств сечения и выборки геометрических замеров всех сечений были подвергнуты χ^2 - анализу, на предмет возможности аппроксимации распределения случайных величин «нормальным законом распределения», по критерию Пирсона. Анализ показал, что распределение каждой из случайных величин отличается от нормального не более чем на 5 % (был задан уровень значимости 0,05). Следовательно, можно считать данные случайные величины подчиняющимися нормальному закону распределения.

Моделирование геометрических несовершенств и просядок основания.

Просадки фундаментов и геометрическую неточности конструкции учли путем анализа геодезической съемки южной трибуны главного игрового поля ФК «Олимпик». Съемка геометрии конструкции проходила в два цикла и дала результаты, отображенные в гистограмме (рис. 11). Данные учтены на этапе формирования локальных матриц жесткости расчетной схемы конструкции.

Таблица 3

Значения прочностных характеристик сечения гнутосварных труб (ГОСТ 8645-68) полученные опытным путем

№	Сечение	Сталь	Мат. ожид.		Стандарт		Числ. станд. (μ)	Эксп. знач. (МПа)		Нормативное значение (МПа)	
			$\overline{\sigma}_B$	$\overline{\sigma}_{0,2}$	$\hat{\sigma}_B$	$\hat{\sigma}_{0,2}$		R_{ym}^n	R_{un}^n	R_{yn}	R_{un}
1	60×40×3	Ст3пс	482,58	317,44	22,38	35,15	3,15	206,72	411,50	225	370
2	120×60×3	Ст3пс	443,67	332,21	31,07	22,07	3,15	262,69	345,80	225	370
3	100×100×3	Ст1пс	428,85	323,63	28,53	31,88	3,15	223,21	338,98	-	-
4	100×60×3	Ст3пс	418,54	379,03	25,84	29,46	3,15	286,23	337,14	225	370

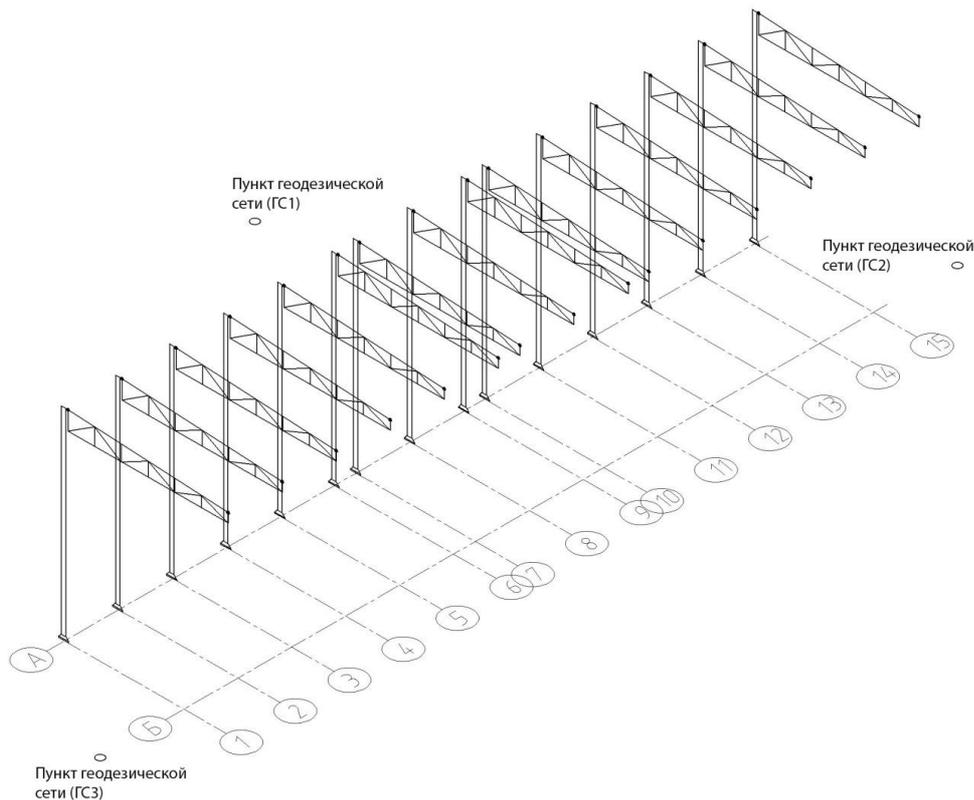


Рис. 9. Схема геодезической сети для мониторинга конструкций трибун стадиона

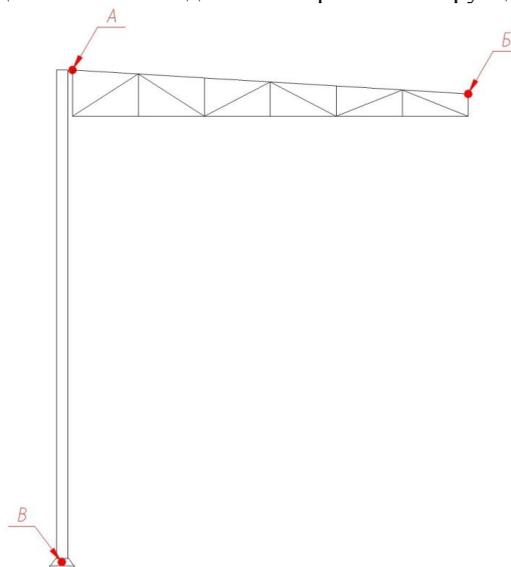


Рис. 10. Схема контрольных точек на конструкциях трибун

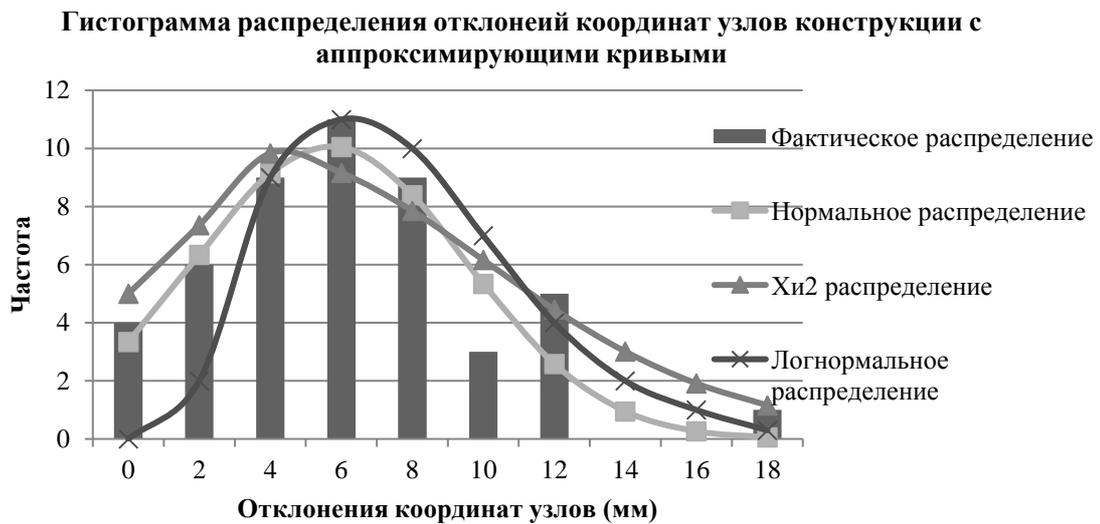


Рис. 11. Гистограмма распределения отклонений координат узлов конструкции с аппроксимирующими кривыми

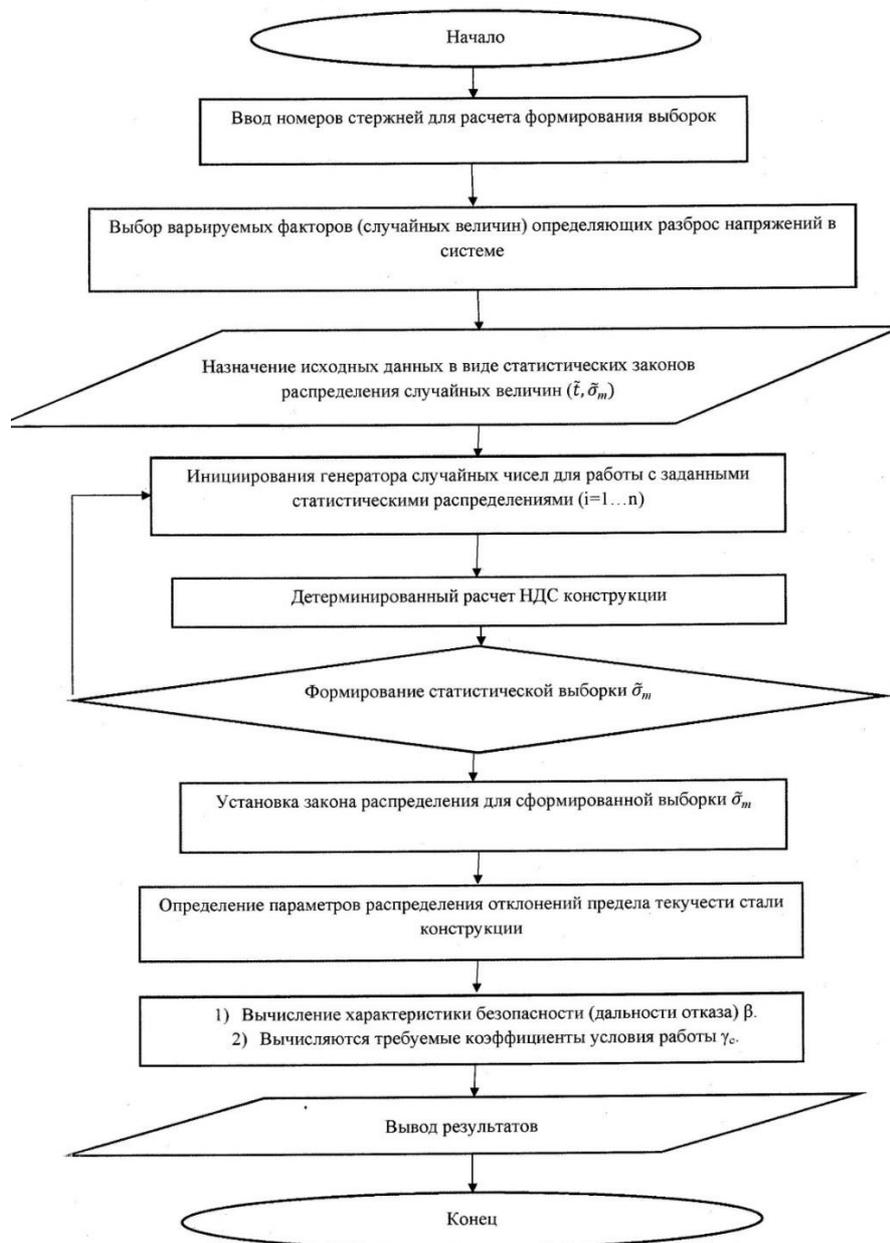


Рис.12. Блок-схема алгоритма определения критериев надежности стационарных рамно-консольных покрытий над трибунами стадионов

Зная законы распределения всех рассматриваемых стохастических величин, используя генератор случайных чисел, формируем выборки в объёме 10000. Далее, используя детерминированный расчет на основе метода конечных элементов, насчитываются выборки напряжений в рассматриваемых восьми элементах.

Полученные случайные величины напряжений и предела текучести анализировались методами мат статистики (ХИ2-анализ, критерий Шапиро-Уилка). Так как полученные выборки напряжений в стержнях и предела текучести аппроксимируются нормальным законом распределения, в качестве вероятностной характеристики вычислялась характеристика безопасности β (дальность отказа). Блок схема расчета представлена на рисунке 12.

Результаты исследования. Полученные значения β сопоставляем с нормативными (14). Требования норм не выполняются ($\beta \geq \beta_i^{ex}$). Вычисляем требуемое значение математического ожидания площади элементов. Принимаем новые сечения и полностью пересчитываем второй блок программы с учетом вычисленных коэффициентов условий работы. Результаты расчета сведены в таблицу 4. Анализируя полученные результаты можно заметить: 1) явно прослеживается симметрия конструкции; 2) насчитанные значения γ_c в значительной мере отличаются от рекомендованных нормами ДБН для конструкций повышенной ответственности (класс последствий “СС3”, категория ответственности “А”)

Таблица 4

Результаты подбора площади сечения элементов конструкции с учетом требований надежности

Итерация № эле- мента	№1			№2			Нормативные значения	
	Сечения	$\beta_{расч}$	γ_c	Сечения	$\beta_{расч}$	γ_c	γ_c (ДБН)	β_i^{ex} (ДБН)
32	□ 100×60×3	4,4255	0,9729	□ 100×60×5	4,9827	0,9734	0,9	4,76
33	□ 100×60×3	4,6404	0,9742	□ 100×60×5	5,1573	0,9748		
60	□ 100×60×3	4,0775	0,9708	□ 100×60×5	4,7634	0,9712		
61	□ 100×60×3	4,2966	0,9722	□ 100×60×5	4,8135	0,9725		
88	□ 100×60×3	4,0775	0,9708	□ 100×60×5	4,7634	0,9712		
89	□ 100×60×3	4,2966	0,9722	□ 100×60×5	4,8135	0,9725		
116	□ 100×60×3	4,4255	0,9729	□ 100×60×5	4,9827	0,9734		
117	□ 100×60×3	4,6404	0,9742	□ 100×60×5	5,1573	0,9749		

Выводы.

1. Методика расчета по предельным состояниям не обеспечивает требуемого уровня надежности уникальных конструкций, каковыми являются стационарные стальные рамно-консольные покрытия над трибунами стадионов. Следовательно, можно сделать вывод о необходимости применения прямых методов теории надежности для подбора сечений элементов конструкции, определения показателей надежности и последующего уточнения значений γ_c .

2. Рекомендуемые нормами общие меры учета ответственности сооружения (учет коэффициента надежности по ответственности γ_n , класс последствий здания и сооружения, категории ответственности конструкций и их элементов) не всегда обеспечивают требуемый уровень надежности β_i^{ex} для сооружений повышенной ответственности. Для отдельных ключевых элементов конструкции, определяющих вероятность ее отказа, наиболее просто это сделать корректировкой значений коэффициента условий работы γ_c , но в существующей нормативной литературе

их значения предлагаются без такого учета степени ответственности сооружения и нуждаются в уточнении.

3. Так как нормативные документы в области строительства не дают четкого алгоритма расчета показателей надежности уникальных (да и каких-либо других) строительных конструкций, для стержневых систем стационарных покрытий над трибунами возможно применения предлагаемой методики как в части прямого вероятностного расчета конструкций, так и в части нормирования коэффициентов условий работы наиболее ответственных элементов конструкций, обеспечивающих требуемый уровень проектной надежности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Надольский В.В., Мартынов Ю.С. Оценка требуемого (целевого) уровня надежности на основании предыдущего опыта нормирования // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Прикладные науки. Строительство: научно-теоретический журнал. 2014. № 8. С. 27–34.

2. Надольский В.В., Тур В.В., Голицки М., Сыкора М. Надежность строительных конструкций в свете требований европейских и российских нормативных документов по проектированию // Вестник Брестского государственного технического университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. №1. С. 164–168.
3. Краснощекоев Ю.В., Заполева М.Ю. Вероятностное проектирование конструкций по заданному уровню надежности // Вестник СибАДИ. 2015. №1 (41). С. 68–73.
4. Мушанов В.Ф., Анненков А.Н., Оржеховский А.Н. Учет вероятностного характера геометрических несовершенств формы пространственных покрытий над трибунами стадионов рамно-консольного типа // Металлические конструкции. Донбасская национальная академия строительства и архитектуры. 2014. Т. 20. №3. С. 169–178.
5. Мушанов В.Ф., Оржеховский А.Н. Экспериментальное исследование прочностных и геометрических характеристик гнutosварных труб прямоугольного сечения украинских производителей // Вестник донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2013. выпуск 2013-3(101). С. 9–12.
6. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций. М.: Изд. АСВ, 2007. 254 с.
7. Пичугин С.Ф. Надежность стальных конструкций производственных зданий: монография. Полтава: Издательство «АСМІ», 2009. 452 с.
8. Ржаницын А.Р. Теория расчёта строительных конструкций на надёжность. М.: Изд-во Стройиздат, 1978. 239 с.
9. Болотин В.В. Методы теории вероятностей и теории надёжности в расчётах сооружений. М.: Изд-во Стройиздат, 1981. 351 с.
10. Шпете Г. Надежность несущих строительных конструкций. Пер. с нем. Андреева О.О. М.: Изд-во Стройиздат, 1998. 288 с.
11. Райзер В.Д. Теория надежности в строительном проектировании. М.: Изд-во АСД, 1998. 304 с.
12. Кінаш Р.І., Бурнаев О.М. Снігове навантаження в Україні: монографія. Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1997. 848 с.
13. ДБН В.2.6-163:2010. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 202 с.
14. ДБН В 1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 49 с.
15. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытания на растяжения. М.: ИПК издательство стандартов, 1986. 40 с.
16. ГОСТ 8645-68. Трубы стальные прямоугольные. Сортамент. Межгосударственный стандарт. М.: ИПК издательство стандартов, 1991. 10 с.
17. ГОСТ Р 54257-2010. Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования. М.: Стандартиформ, 2011. 20 с.
18. Eurocode – Basis of structural design: EN 1990:2002+A1. – Brussels: Management Centre, 2002. 116 с.
19. Michael Havbro Faber. Statistics and Probability Theory // Swiss Federal Institute of Technology ETH, Zürich, Switzerland. 2012. P. 129–142.
20. Krejsa M., Janas P., Krejsa V., Application of the DOProC Method in Solving Reliability Problems. Applied Mechanics and Materials [Электронный ресурс]. 821:717-724, 2016. Vol. 821. P. 717-724, DOI: 10.4028 URL:www.scientific.net/AMM.821.717. (дата обращения: 10.05.2017)
21. Janas P., Krejsa M., Krejsa V., Bris R. Structural reliability assessment using Direct Optimized Probabilistic Calculation with respect to the statistical dependence of input variables. In: Proceedings of 25th European Safety and Reliability Conference (ESREL 2015): Safety and Reliability of Complex Engineered Systems. CRC Press: Taylor & Francis Group, 2015.
22. Donova D., Zdrzilova N. The comparison of the probabilistic calculation of course of temperatures in peripheral construction with actual measured data. Advanced Materials Research [Электронный ресурс]. 2014. Vol. 1041. P. 154–157, DOI: 10.4028 URL: www.scientific.net/AMR.1041.154. (дата обращения: 10.05.2017).

Romensky D.I., Orzhekhovsky A.N.

SELECTION OF CROSS SECTION OF ELEMENTS OF STEEL FRAME-CONSOLE COVERINGS ON TRIBUNES OF STADIONS WITH REGISTRATION OF RELIABILITY REQUIREMENTS

The article presents a technique for selecting the cross-section of core steel elements of frame-cantilever coatings above the stands of stadiums with a capacity of up to 5 thousand people, taking into account the requirements of reliability. An algorithm is proposed for calculating the real coefficients of working conditions for the most important structural elements in the example of the stadium FC "Olimpic" in Donetsk. As stochastic parameters in the calculation of reliability characteristics, the snow load, cross-sectional area of elements, yield strength of material, subsidence of base, erection imperfections and defects. For these values, based on

real experimental data, the most optimal distribution laws and characteristics of the proposed distributions are given.

Key words: *Stationary cover over the stands of stadiums, reliability, metal structures, random value, law of distribution, coefficient of working conditions.*

Роменский Денис Игоревич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры строительной и теоретической механики.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

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

E-mail: rdi777@bk.ru

Оржеховский Анатолий Николаевич, магистр строительства, ассистент кафедры теоретической и прикладной механики.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры.

Адрес: Украина, 86123, Макеевка, ул. Державина, д. 2.

E-mail: aorzhehovskiy@bk.ru

DOI: 10.12737/article_5968b44fbc50f3.67664317

Римшин В.И., член-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.,
Кузина Е.С., магистрант

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
Филькова Н.В., экономист

Фонда капитального ремонта Территориального управления
Северного административного округа города Москвы

МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СТЕН ЖИЛОГО ДОМА В ГОРОДЕ МОСКВЕ ДЛЯ МЕРОПРИЯТИЙ В ХОДЕ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

v.rimshin@vniizhbeton.ru

В статье рассмотрены и проанализированы инженерные методы технического обследования стен и фасадов многоквартирного жилого дома в рамках осуществления программы капитального ремонта зданий. Для этого изучена аппаратура, применяемая при производстве работ, рассчитан физический износ конструкций несущих внутренних и наружных стен, определена однородность и прочность кирпичной кладки и цементно-песчаного раствора путём неразрушающего контроля с использованием прибора ИПС-МГ4.03 методом ударного импульса. Помимо этого, выявлено фактическое состояние конструкций несущих внутренних и наружных стен, фасадов многоэтажного жилого дома, определены их прочностные характеристики, дефекты и нарушения эксплуатационных параметров, даны рекомендации по дальнейшему устранению этих дефектов. В эти мероприятия входят обработка стен фасадов антисептиком в местах намокания, ремонт штукатурки и окраска цоколя, заделка трещин самонапрягаемым раствором, восстановление кирпичной кладки и швов, ремонт штукатурки стен входов в подвал.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, капитальный ремонт, мониторинг, дефекты, повреждения, физический износ.

Введение. В настоящее время идет процесс реализации региональной программы капитального ремонта многоквартирных жилых домов в городе Москве. Обследование здания является обязательным основополагающим этапом при проведении его капитального ремонта. В научных трудах, опубликованных нашими соотечественниками, представлены рекомендации по законодательной и нормативной базе с целью проведения капитального ремонта [1–3]. Объектами обследования являются строительные конструкции стен и элементов фасада, балконов, подвала, инженерных коммуникаций, подъезда, а также чердака и кровли здания [4–10]. В статье рассмотрена методология обследования конструкций стен и фасадов.

Методология. При проведении обследования жилого дома в данной работе применялось следующее оборудование. Для определения геометрических размеров при производстве обмерных работ использованы лазерные дальнометры ADARobot 60 и ADARobot 80. Для фотофиксации использован фотоаппарат Nikon CoolpixS3300 и Canon. Право на проведение работ по обследованию зданий подтверждено свидетельством СРО. Материал технического заключения по обследованию и определению технического состояния строительных конструкций жилого дома выпускается в пяти экземплярах. Настоящее обследование выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ Р 31937-2011 «Зда-

ния и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений», ВСН 57- 88(Р) «Положение по техническому обследованию жилых зданий».

Экспериментальная часть. Обследованное здание представляет собой многоквартирный девятиэтажный четырёхподъездный жилой дом с чердачным пространством и подвалом под всем зданием, построенный в 1967 году по индивидуальному проекту. За время эксплуатации здания, капитальный ремонт не производился. Согласно материалам, выданным бюро технической инвентаризации (БТИ), в 2014 году был выполнен ремонт кровли. Согласно ФЗ №384 от 01.07.2010 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», обследованное здание относится к зданиям и сооружениям нормального уровня ответственности.

Наружные стены лицевого и торцевого фасада, выполнены из полнотелого кирпича М100 с наружной облицовкой из керамических блоков. Толщина наружных стен составляет 510 мм. Внутренние стены здания выполнены из полнотелого кирпича М100. Раствор цементно-песчаный М50. В соответствии с СП 13.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции» таблица №5, расчетное сопротивление сжатию кладки стен следует принять $R_{ср.сж.}=15,4$ кгс/см². Продольные наружные и внутренние стены зда-

ния являются несущими. Деформаций, влияющих на несущую способность и эксплуатационные характеристики стен, не выявлено. При обследовании выявлены следующие дефекты: следы сырости на отдельных участках, преимущественно под балконными плитами, в зоне пояса, козырька над подъездом, в местах примыкания с отмошкой, локальные трещины на поверхности кирпичной кладки наружных стен здания, разрушение, выпадение кирпичной кладки у

парапетной части здания [11–18]. Облицовка фасада керамическим кирпичом, цоколь оштукатурен и окрашен. Местами имеется видимое обесцвечивание кирпича и облицовочного слоя керамического камня, частичное разрушение цоколя. Согласно ВСН 53-86(р) таблица 10 и расчёту в таблице 1 физический износ стен составляет 35 %, а перегородок – 25 %.

Таблица 1

Расчет физического износа здания

№	Наименование элемента здания	Удельные веса укрупнённых конструктивных элементов, %	Удельные веса каждого элемента по табл. 2 приложения ВСН53-86(р), %	Расчётный удельный вес элемента, %	Физический износ элементов здания, %	
					по результатам оценки Φ_k	средневзвешенное значение физического износа
1	Стены и перегородки, в т.ч.	42				
	Стены		85	35,7	35	12,495
	Перегородки		15	6,3	25	1,575

Определение прочности кирпичных несущих стен и цементно-песчаного раствора производилось методом неразрушающего контроля в кирпичных конструкциях по ГОСТ 22690-88 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля» с применением прибора ИПС-МГ4.03. Он предназначен для оперативного неразрушающего контроля прочности и однородности кирпича и раствора методом ударного импульса. Приборы могут применяться для контроля прочности кирпича

и строительной керамики [19–25]. Измерение прочности заключается в нанесении на контролируемом участке изделия серии до пятнадцати ударов, электронный блок по параметрам ударного импульса, поступающим от склерометра, оценивает твердость и упругопластические свойства испытываемого материала, преобразует параметр импульса в прочность и вычисляет соответствующий класс и марку. Результаты определения прочности кирпичных кладок и цементно-песчаного раствора представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты определения прочности конструкций

№ п/п	Наименование элемента конструкции	Расположение в осях	*Средняя прочность кирпича, раствора (15 измерений), МПа
1	Кирпичная кладка цоколя	В/1-2	10,8
2	Кирпичная кладка внутренних стен	А-Б/2	9,8
3	Кирпичная кладка наружной стены	В/1-2	14,5
4	Цементно-песчаный раствор кирпичной кладки наружной стены	Г-Д/4	6,4
5	Цементно-песчаный раствор кирпичной кладки цоколя	Г/1-2	7,9

Согласно результатам инструментального обследования сопротивления компонентов кирпичной кладки наружных стен здания, сжатие можно принять 10 кгс/см².

Для определения марок кирпича и цементно-песчаного раствора был применён неразрушающий метод упругого отскока с использованием склерометра Шмидта модели «ЛВ» [26–29]. Из-

мерения производились в различных точках исследуемой конструкции. Результаты в одной из них представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Определение марки кирпича

№ п/п	Величина отскока	Тарировочное значение прочности раствора, МПа	Среднее значение прочности раствора, МПа	$(X_i - X)^2$	Дисперсия	Среднеквадратическое отклонение	Коэф. вариации	Значение прочности, МПа	Марка кирпича
1	16	13,44	12,78	0,44	0,14	0,37	0,03	12,16	M100
2	15	13,16		0,15					
3	15	13,16		0,15					
4	13	12,61		0,03					
5	12	12,33		0,20					
6	12	12,33		0,20					
7	14	12,89		0,01					
8	13	12,61		0,03					
9	13	12,61		0,03					
9	13	12,61		0,03					

Таблица 4

Определение марки раствора

№ п/п	Величина отскока	Тарировочное значение прочности раствора, МПа	Среднее значение прочности раствора, МПа	$(X_i - X)^2$	Дисперсия	Среднеквадратическое отклонение	Коэф. вариации	Значение прочности, МПа	Марка раствора
1	12	7,73	7,32	0,17	0,17	0,41	0,06	6,64	M50
2	7	6,59		0,53					
3	8	6,82		0,25					
4	11	7,50		0,03					
5	12	7,73		0,17					
6	11	7,50		0,03					
7	11	7,50		0,03					
8	11	7,50		0,03					
9	8	6,82		0,25					
9	11	7,50		0,03					

Выводы. По совокупности выявленных дефектов и согласно ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», стены и фасады в целом находятся в работоспособном техническом состоянии. В связи с чем рекомендуется проведение ремонта с устранением дефектов, выявленных при обследовании [29–31]. В эти мероприятия входят обработка стен фасадов антисептиком в местах намокания, ремонт штукатурки и окраска цоколя, заделка трещин самонапрягаемым раствором, восстановление кирпичной кладки, ремонт штукатурки стен входов в подвал.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анпилов С.М., Гайнулин М.М., Ерышев В.А., Мурашкин В.Г., Мурашкин Г.В., Анпилов М.С., Римшин В.И., Сорочайкин А.Н. Несъемная стеновая опалубка. Патент на полезную модель RU 147740 08.07.2014.
2. Анпилов С.М., Ерышев В.А., Гайнулин М.М., Мурашкин В.Г., Мурашкин Г.В., Анпилов М.С., Римшин В.И., Сорочайкин А.Н. Сборный строительный элемент. Патент на полезную модель RU 147452 08.07.2014.
3. Ерофеев В.Т., Травуш В.И., Карпенко Н.И., Баженов Ю.М., Жидкин В.Ф., Родин А.И., Римшин В.И., Смирнов В.Ф., Богатов А.Д., Каз-

начеев С.В., Родина М.А. «Биоцидный Портландцемент» Патент на изобретение RUS2491239 27.02.2012.

4. Ерофеев В.Т., Римшин В.И., Баженов Ю.М., Травуш В.И., Карпенко Н.И., Магдеев У.Х., Жидкин В.Ф., Бурнайкин Н.Ф., Родин А.И., Смирнов В.Ф., Богатов А.Д., Казначеев С.В. Биоцидный Портландцемент. Патент на изобретение RUS2491240 29.02.2012.

5. Ерофеев В.Т., Римшин В.И., Баженов Ю.М., Магдеев У.Х., Жидкин В.Ф., Бурнайкин Н.Ф., Родин А.И., Богатов А.Д., Казначеев С.В., Родина М.А. Портландцемент. Патент на изобретение RUS2496729 29.02.2012.

6. Ерофеев В.Т., Баженов Ю.М., Магдеев У.Х., Жидкин В.Ф., Родин А.И., Римшин В.И., Богатов А.Д., Бурнайкин Н.Ф., Казначеев С.В., Родина М.А. Портландцемент. Патент на изобретение RUS 2496728 27.02.2012.

7. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Диссипативная теория силового сопротивления железобетона. М., 2015.

8. Бондаренко В.М. Римшин В.И. Усиление железобетонных конструкций при коррозионных повреждениях. Учебное пособие, М., 2009.

9. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций. М., 2014. (4-е издание, исправленное)

10. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю. Контроль и надзор в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве. Минеральные Воды, 2016.

11. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю. Геодезические работы в строительстве. Минеральные Воды, 2016. Сер. Высшее профессиональное образование.

12. Курбатов В.Л., Римшин В.И. под ред. Римшина В.И. Практическое пособие инженера - строителя, М., 2012.

13. Кришан А.Л., Астафьева М.А., Наркевич М.Ю., Римшин В.И. Определение деформационных характеристик бетона // Естественные и технические науки. 2014. № 9-10 (77). С. 367–369.

14. Кришан А.Л., Астафьева М.А., Римшин В.И. Предельные относительные деформации центрально-сжатых железобетонных элементов // Естественные и технические науки. 2014. № 9-10 (77). С. 370–372.

15. Казачек В. Г. и др. Обследование и испытание зданий и сооружений. Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Промышленное и гражданское строительство" направления подготовки "Строительство" под ред. В. И. Римшина. Москва, 2012. (Изд. 4-е, перераб. и доп.)

16. Нотенко С.Н. и др. под ред. Римшина В.И., Стражникова А.М. Техническая эксплуатация жилых зданий. Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по строительным специальностям. М., 2012. Сер. Для высших учебных заведений (Изд. 3-е, перераб. и доп.)

17. Римшин В.И. Повреждения и методы расчета усиления железобетонных конструкций. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, М., 2001.

18. Римшин В.И., Кустикова Ю.О. Механика деформирования и разрушения усиленных железобетонных конструкций // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. 2007. № 3-15. С. 53–56.

19. Римшин В.И., Шубин Л.И., Савко А.В. Ресурс силового сопротивления железобетонных конструкций инженерных сооружений // Academia. Архитектура и строительство. 2009. №5. С. 483–491.

20. Рощина С.И., Римшин В.И. Расчет деформаций изгибаемых армированных деревянных элементов с учетом ползучести // Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. №1(34). С. 121–124.

21. Римшин В.И., Кустикова Ю.О. Феноменологические исследования величины сцепления базальтопластиковой арматуры с бетоном // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2011. №1. С. 27–31.

22. Теличенко В.И., Римшин В.И. Критические технологии в строительстве // Вестник Отделения строительных наук Российской академии архитектуры и строительных наук. 1998. №4. С. 16–18.

23. Antoshkin V.D., Erofeev V.T., Travush V.I., Rimshin V.I., Kurbatov V.L. The problem optimization triangular geometric line field // Modern Applied Science. 2015. Т. 9. № 3. С. 46–50.

24. Bazhenov Y.M., Erofeev V.T., Rimshin V.I., Markov S.V., Kurbatov V.L. Changes in the topology of a concrete porous space in interactions with the external medium // Engineering Solid Mechanics № 4. 2016. С. 219–225

25. Erofeev V.T., Zavalishin E.V., Rimshin V.I., Kurbatov V.L., Mosakov B.S. Frame composites based on soluble glass // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Т.7. № 3. С. 2506–2517.

26. Erofeev V.T., Bogatov A.D., Bogatova S.N., Smirnov V.F., Rimshin V.I., Kurbatov V.L. Bioreistant building composites on the basis of glass wastes // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Т. 12. № 1. С. 661–669.

27. Erofeev V., Karpushin S., Rodin A., Tretiakov I., Kalashnikov V., Moroz M., Smirnov V., Smirnova O., Rimshin V., Matvievskiy A. Physical and mechanical properties of the cement stone based on biocidal portland cement with active mineral additive // Solid State Phenomena. 2016. T. 871. C. 28–32.

28. Krishan A.L., Troshkina E.A., Rimshin V.I., Rahmanov V.A., Kurbatov V.L. Load-bearing capacity of short concrete-filled steel tube columns of circular cross section // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. T. 7. № 3. C. 2518–2529.

29. Korotaev S.A., Kalashnikov V.I., Rimshin V.I., Erofeeva I.V., Kurbatov V.L. The impact of mineral aggregates on the thermal conductivity of cement composites // Ecology, Environment and Conservation. 2016. T. 22. № 3. C. 1159–1164.

30. Krishan A., Rimshin V., Markov S., Erofeev V., Kurbatov V. The energy integrity resistance to the destruction of the long-term strength concrete // Procedia Engineering 1. 2015. C. 211–217.

31. Rimshin V.I., Larionov E.A., Erofeev V.T., Kurbatov V.L. Vibrocreep of concrete with a nonuniform stress state // Life Science Journal. 2014. T. 11. № 11. C. 278–280.

Rimshin V.I., Kuzina E.S., Filkova N.V.

THE TECHNICAL SURVEY METHODS OF THE RESIDENTIAL BRICK HOUSE WALLS IN MOSCOW DURING THE CAPITAL REPAIR

It is considered and analyzed engineering methods for maintenance of walls and facades of the apartment building during the capital repairs in the article. For this purpose, the apparatus used for the manufacture of work is considered, the physical wear is calculated, and also it is determined the homogeneity and strength of brickwork and cement-sand mortar by non-destructive testing using the device IPS-MG4.03 by impact pulse method. In addition, the actual condition of buildings, exterior buildings, exterior structures, facades of a multi-storey residential building, permits and defects are revealed. These include the treatment of facade walls with an antiseptic in places of wetting, repair of plaster and painting of the cap, sealing of cracks with self-straining mortar, restoration of brickwork, repair plaster walls of entrances to the basement.

Key words: *nondestructive testing, overhaul, monitoring, defects, damages, physical wear.*

Римшин Владимир Иванович, член-корреспондент РААСН, доктор технических наук, профессор.
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Адрес: Россия 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26.
E-mail: v.rimshin@vniizhbeton.ru

Кузина Екатерина Сергеевна, магистрант.
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Адрес: Россия 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26.
E-mail: kkuzina@mail.ru

Филькова Надежда Владимировна, экономист.
Фонд капитального ремонта Территориального управления CAO г. Москвы.
E-mail: filkovanv@mail.ru

Гинзбург А.В., д-р техн. наук, проф.,
Кожевников М.М., аспирант

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

m.m.kozhevnikov@mail.ru

Организация строительства мостовых сооружений является сложным и многоаспектным процессом и требует ежедневного контроля качества выполняемых работ. Сложившаяся на практике ситуация свидетельствует о недостаточной степени синхронизации участников строительства при производстве работ и управлении ими, что выливается на практике в увеличение срока строительства. В статье выявлены особенности в области организации строительства мостовых сооружений, рассмотрены обязанности службы строительного контроля, а также установлены проблемы, которые можно избежать в процессе строительства при правильной организации контроля. В работе предложен подход, основанный на использовании информационного моделирования в работе строительного контроля, путем построения виртуальной модели объекта. Обосновано ведущее участие строительного контроля в процессе организации строительства и сформирована схема наполнения данными информационной модели мостового сооружения, а также проведен анализ преимуществ предлагаемого подхода в сравнении с сложившимся процессом взаимодействия участников строительства и организации строительного производства.

Ключевые слова: организация строительства, информационная модель, контроль, мостовое сооружение, качество.

Введение. Для прогрессивного развития страны необходимо постоянное увеличение транспортной сети. В рамках устройства дорог, пролегающих через водоемы, перевалы, ущелья, для поддержания непрерывности пути и безопасности движения строят транспортные сооружения, а именно путепроводы, мосты, эстакады, тоннели и другие. Одними из самых сложных и распространенных сооружений являются мосты.

Мостостроение, как одна из ведущих отраслей транспортного строительства, в последние десятилетия достигло значительных успехов. Многие технические и конструктивные решения не уступают, а иногда превосходят мировые образцы. Нашей стране принадлежит бесспорный приоритет по прогрессивным конструкциям фундаментов глубокого заложения, безростверковых мостовых опор из железобетонных оболочек, строительство на вечномёрзлых грунтах высокоэкономичных фундаментов и опор мостов и др. [1, 2].

Реализация современных проектов в области мостового строительства требует больших финансовых и ресурсных вложений. Организация строительства мостовых сооружений в большинстве случаев обладает сложными взаимосвязями разных видов работ, сжатыми сроками, разнообразными природными условиями, удаленностью от баз снабжения, отсутствием квалифицированного персонала и строительной техники. Строительные работы отличаются неравномерным распределением объемов строительных работ по

длине, а также зависимостью технологических процессов от рельефа и гидрологии, линейный характер которых затрудняет организацию и руководство ими, а также осложняет ремонт и обслуживание [3].

Опыт возведения мостовых сооружений свидетельствует о недостаточно рациональном решении вопросов использования кадровых ресурсов, техники и их распределения по объектам строительства. Для качественной организации работ по возведению мостовых сооружений необходимо внедрять инновационные подходы к планированию, организации, контролю и управлению на всех этапах процесса строительства, а также ускорение на основе рациональной концентрации трудовых и материальных ресурсов и эффективного их использования.

Основная часть. Процесс строительства мостовых сооружений требует непрерывного контроля качества производимых на объекте строительных работ, решения большого количества текущих проблем, в особенности координации действий всех участников процесса (заказчика, проектировщиков, подрядчиков, службы строительного контроля, согласующих инстанций) [4, 5].

Согласно действующему законодательству (ст. 53 ГК РФ) в процессе строительства, реконструкции и ремонта объектов капитального строительства для оценки соответствия производимых работ требованиям проектной документации, технических регламентов, технологической

документации, результатам инженерных изысканий, положениям градостроительного плана земельного участка проводится строительный контроль.

В соответствии с постановлением Правительства РФ № 468, под строительным контролем подразумевается деятельность по контролю за работами при строительстве, оказывающих непосредственное влияние на безопасность объекта, и

контроль за которыми не может быть осуществлен после выполнения других работ. В деятельность службы строительного контроля при организации строительства мостовых сооружений входит большой объем работ (рис. 1). Результаты проведенной оценки оформляются в отчеты и предоставляются заказчику строительства, однако единой информацией об объекте обладают только инженеры резиденты.



Рис. 1. Структурная схема контроля заказчика строительства

Благодаря слаженной работе специалистов службы строительного контроля при возведении ответственных мостовых сооружений можно избежать следующих проблем:

- дефекты или частичное разрушение конструктивных элементов сооружения, вызванные несоответствием произведенных работ требованиям технологической и нормативной документации, а также требованиям проекта [6];

- необоснованный рост затрат вследствие некорректно составленных подрядной организацией сметных расчетов;

- некорректное оформление исполнительной и технической документации, затрудняющее поиск нарушений в технологии строительства и целенаправленных отступлений от проекта и нормативных документов со стороны производителей работ, что неизбежно приводит к затруднениям для служб, осуществляющих эксплуатацию;

- нарушение качественных характеристик, осложнение экологической ситуации в результате применения дешевых строительных материалов и изделий;

- уменьшение рентабельности, вызванное превышением сроков проведения строительно-монтажных работ.

Более половины всех дефектов, выявляемых при анализе состояния мостовых сооружений, возникают по причине нарушения технологии производства, возведения и монтажа. На подрядной организации и строительном контроле лежит ответственность за анализ проектной документации, ведь если в проекте имеются ошибки, или же заложены материалы низкого качества, то построить высококачественную конструкцию просто невозможно [7, 8]. Поэтому, перед тем как начать строительство, необходимо детально изучить проект и выявить в нем имеющиеся недостатки, после чего согласовать с проектной организацией соответствующие изменения [9]. Такой же подход должен быть и в процессе строительства. В связи с сложностями, возникающими в

процессе строительства, возможны дополнительные согласования, не влияющие на качество строительства, однако увеличивающие его срок за счет установленной цепочки документооборота. Стоит учитывать также тот факт, что при рассмотрении всего жизненного цикла сооружения продолжительность этапа строительства составляет всего 1 % от срока эксплуатации, на проектирование объекта затрачивается 3 % времени строительства [10]. Задача, неверно поставленная на этапе проектирования, ценю в один рубль превращается в 250 рублей убытков на этапах строительства и эксплуатации [11].

Для устранения данной проблемы предлагается подход, основанный на использовании информационного моделирования в процессе строительства мостовых сооружений. В России до недавнего времени информационное моделирование обсуждалось в довольно узком кругу специалистов, где обсуждалась сама возможность реализации в стране этих принципов, однако сейчас данная технология набирает интерес [12].

На наш взгляд, применение информационного моделирования дает возможность улучшения процессов проектирования и строительства путем использования единой модели объекта строительства, что в свою очередь позволит производить обмен информацией об объекте всеми участниками на протяжении всего жизненного цикла [13]. В качестве информационной модели

мостового сооружения выступает скоординированная и взаимосвязанная, поддающаяся расчетам и анализу, имеющая геометрическую привязку, подробные данные, собранные участниками строительства во время производства работ и контроля, необходимые обновления информации о строящемся объекте [14–16].

Служба строительного контроля является главным звеном во внедрении информационной модели, поэтому именно она производит наполнение модели данными и информацией. Предлагаемый нами подход устанавливает конкретный перечень вносимой информации, влияющей на качество, сроки и оперативное взаимодействие участников строительства. Основные компоненты информационной модели мостового сооружения и результаты от ее функционирования представлены на рис. 2.

Применение информационной модели мостового сооружения строительным контролем позволит избежать сведение воедино данных о сооружении в простой и доступной для понимания форме, что в последствии значительно ускорит процесс мониторинга строительства.

На данный момент формой отчетной документации по результатам проверки службой строительного контроля являются отчеты в формате PDF, анализ которых является достаточно сложной и длительной задачей.

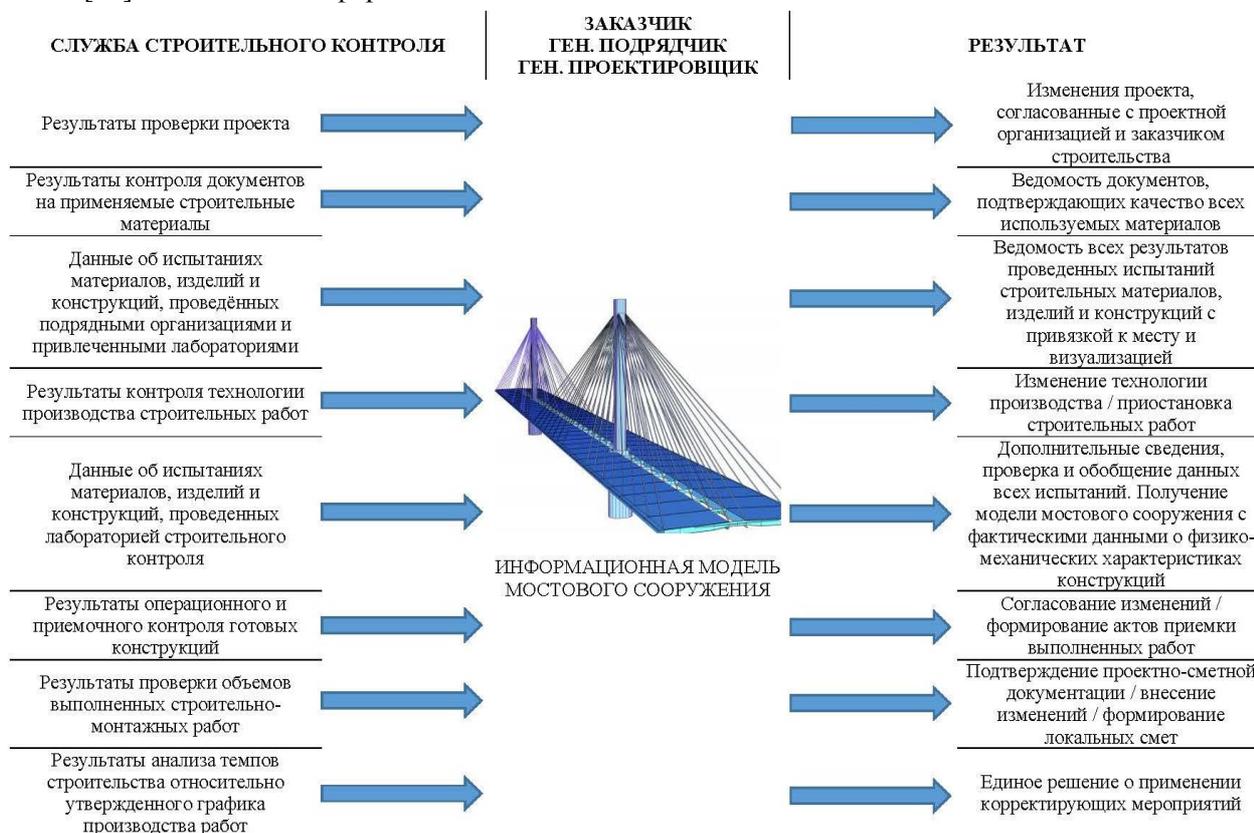


Рис. 2. Информационная модель мостового сооружения

При внедрении информационного моделирования участники строительства могут получить информацию, по каждому компоненту в пределах визуальной модели мостового сооружения, где будут находиться актуальные данные на текущий момент, отображающие реальное состояние мостового сооружения.

Выводы. Внедрение технологии информационного моделирования в работу службы строительного контроля при организации строительства мостовых сооружений позволит:

- организовать огромное количество данных по результатам лабораторных испытаний материалов, изделий и конструкций;
- отслеживать и планировать каждый этап работы на основании данных о предыдущем;
- повысить точность подсчета объема работ;
- улучшить коммуникации между заказчиком, проектировщиками, строителями и резидентами строительного контроля;
- сократить сроки согласования изменений;
- гарантировать, что строительство продвигается в строгом соответствии с календарным планом;
- обеспечить доступ к массиву данных при техническом обслуживании и эксплуатации.

Подводя итог вышеизложенному, следует отметить, что внедрение информационного моделирования в деятельность строительного контроля при строительстве мостовых сооружений имеет бесспорные преимущества по сравнению со сложившейся организацией строительного производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щусев П.В. Мосты и их архитектура. М.: Гос. изд. Литературы по строительству и архитектуре, 1967. 360 с.
2. Knippers J., Speck T. Design and construction principles in nature and architecture // *Bioinspir Biomim.* 2012. № 7. Pp. 1–10.
3. Соколов Г.К. Технологии строительного производства. М.: Изд. «Академия», 2008. 544 с.
4. Landolf Rhode-Barbarigos, Nizar Bel Hadj Ali, Rene Motro, Ian F.C. Smith Designing tensegrity modules for pedestrian bridges // *Engineering Structures.* 2010. №4. Pp. 1158–1167.
5. Бадагуев Б.Т. Организация строительного производства. Производственная и техническая документация. М.: Изд-во "Альфа-Пресс", 2013. 455 с.
6. Батиненков В.Т., Чернобровкин Г.Я., Кирнев А.Д. Технология и организация строительства. Управление качеством в вопросах и ответах. Ростов н/Д: Изд-во «Феникс», 2007. 400 с.
7. Васадзе С.Т., Трескина Г.Е. Методы подтверждения соответствия показателей качества и безопасности строительных материалов / Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сб. материалов Междунар. науч. конф. (Москва 12-13 нояб. 2014 г.): МИСИ МГСУ, 2015. С. 277–280.
8. Болотова А.С., Кожевникова С.Т., Свиридов В.Н., Кожевников М.М. Оценка и обследование технического состояния монолитных железобетонных конструкций транспортных сооружений // *Научное обозрение.* 2016. № 8. С. 33–37.
9. Кирюхин С.А., Кожевников М.М., Свиридов В.Н. Система менеджмента качества организации или проекта в строительстве и роль руководства в определении политики и принятии решений / Современный российский менеджмент: состояние, проблемы, развитие: сб. статей XXIV международной научно-практической конф. (Пенза 30-31 мая 2016 г.): Изд-во АННМО «Приволжский Дом знаний», 2016. С. 19-23.
10. Маилян Л.Р. Справочник современного технолога строительного производства. Ростов н/Д: Изд-во «БХВ-Петербург», 2008. 320 с.
11. Теличенко В.И., Лапидус А.А., Морозенко А.А. Информационное моделирование технологий и бизнес-процессов в строительстве. М.: Изд-во «Ассоциация строительных вузов», 2008. 144 с.
12. Жаманкарин М.М., Кабдушев А.С. Основные направления систем информационной поддержки руководителя предприятия // *Молодой ученый.* 2015. №8. С. 139–141.
13. McGraw Hill Construction Report on BIM and Large Projects [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://www.smacna.org/docs/default-source/building-information-modeling/bim-links-and-resources/measuring-the-impact-of-bim-on-complex-buildings-2015-printable.pdf?sfvrsn=2> (дата обращения 10.05.2017).
14. Синенко С.А. Информационная технология проектирования организации строительного производства. М.: Изд-во НТО "Системотехника и информатика", 1992. 286 с.
15. Прохорский Г.В. Информационные технологии в архитектуре и строительстве. М.: Изд-во «КноРус», 2012. 264 с.
16. Гинзбург В.М. Проектирование информационных систем в строительстве. Информационное обеспечение. М.: Изд-во «Ассоциация строительных вузов», 2008. 368 с.

Ginzburg A.V., Kozhevnikov M.M.**IMPROVEMENT OF ORGANIZATION OF CONSTRUCTION OF BRIDGE STRUCTURES BASED ON INFORMATION MODELING**

Organization of construction of bridges is a complex and multifaceted process and requires daily quality control of work performed. The existing situation indicates an insufficient level of synchronization participants in the construction of the production work and management, resulting in practice in an increase of the construction period. The article reveals the peculiarities and problems in the field of construction of bridges reviewed the duties of service building control and also have problems that can be avoided in the construction process with proper control. In the proposed approach based on the use of information modeling in the work of building control by constructing a virtual model of the object. Justified leading part of construction control in the process of the construction and formed the scheme of data loading the information model of the bridge structures as well as the analysis of the advantages of the proposed approach in comparison with the established process of interaction between participants of construction and organization of building production.

Key words: *organization of construction, information model, control, bridge construction, quality.*

Гинзбург Александр Витальевич, доктор технических наук, заведующий кафедрой информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

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

E-mail: ginav@mgsu.ru

Кожевников Михаил Михайлович, аспирант, ассистент кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

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

E-mail: m.m.kozhevnikov@mail.ru

*Малахов А.В., аспирант
Юго-Западный государственный университет
Шутин Д.В., канд. техн. наук
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева*

ВЫПОЛНЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КЛАДКИ ИЗ МЕЛКОШТУЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАБОТЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

4ega@inbox.ru

Применение автоматизации и робототехники является экономически обоснованными в большинстве отраслей промышленности, включая строительство, остающееся слабо автоматизированным. Одним из процессов, перспективных с данной точки зрения, является возведение объектов из мелкоштучных материалов. Процесс предлагается автоматизировать с использованием мобильных робототехнических комплексов. Однако, для этого необходимо детальное рассмотрение технологических аспектов монтажа таких видов конструкций, как примыкания стен, углы, проемы, перекрытия. Данные элементы представляют определенную сложность для робототехнических систем, влияют как на работу комплекса, так и на ход строительства в целом. Статья показывает подходы к выполнению этих конструкций с учетом использования робототехнических комплексов.

***Ключевые слова:** робототехника, автоматизация, мелкоштучные материалы, технология строительного дела.*

В то время, как автоматизация технологических процессов является неотъемлемой частью многих хозяйственных отраслей [1], использование подобных технологий в строительном деле по-прежнему незначительно. Вместе с тем, применение автоматизированных и робототехнических комплексов в строительстве видится перспективным направлением развития отрасли [2]. Однако, глубокая автоматизация строительных процессов затруднена, а в ряде случаев вовсе невозможна ввиду технологических особенностей выполнения работ.

Целесообразность применения средств автоматизации при возведении объектов из блочных материалов обоснована в [3]. Вместе с тем, рассмотренные в [4] технологические аспекты применения мобильных робототехнических комплексов позволяют выделить несколько групп факторов, непосредственно влияющих как на эффективность применения подобных программно-аппаратных средств, так и на организацию строительного производства. К этим группам относятся:

- выполнение углов и примыканий стен.
- выполнение оконных и дверных проемов.
- монтаж перекрытия на конструкции из мелкоштучных материалов.

Углы и примыкания стен – элементы, монтаж которых, рассматриваемыми комплексами является более сложным, чем исполнение линейных конструкций. В ходе устройства примыканий стен или перегородок требуется также вы-

полнение штраб и гнезд с точностью, достаточной для сопряжения конструкций. Еще одним часто используемым приемом при выполнении кладки толщиной более 0.5 кирпича, является использование дробных частей блока при выполнении углов [5]. Необходимость же использования дробных частей блоков ведет к усложнению конструкции автоматизированных средств, что повышает их стоимость и снижает потенциальную эффективность применения [6]. В то же время, номенклатура существующих архитектурно-конструктивных решений достаточно широка и позволяет использовать варианты, приемлемые для реализации, с учетом функциональных особенностей автоматизированных комплексов [7].

На рис. 1 представлены варианты примыкания внутренних стен и перегородок к наружным стенам, а также варианты выполнения углов, которые могут быть исполнены в автоматическом режиме при кладке из мелкоштучных материалов. Особенностью представленных решений является отсутствие дробных частей материала. Это важно для упрощения конструкции робототехнического комплекса, поскольку позволяет ему работать с полностью однотипными элементами без необходимости осуществлять дробление блоков по ходу работы или хранить запас подобных элементов, заготовленных заранее.

Оконные и дверные проемы являются для автоматизированных комплексов еще более трудной задачей в сравнении с выполнением углов и примыканий стен, так как представляют собой существенные неоднородности в контексте

общего массива кладки, требуют особых алгоритмов работы автоматизированного комплекса и специального подхода к технологии их обустройства [8, 9].

Предлагаемый авторами настоящей статьи вариант решения мобильного автоматизированного комплекса имеет ряд преимуществ перед стационарными устройствами и устройствами типа 3D-принтеров [10, 11] при выполнении проемов. Преимущества обеспечиваются большей мобильностью комплекса, отсутствием ограничений по траектории его движения в пределах возводимого объекта.

Стоит отметить, что указанные группы архитектурно-конструктивных элементов имеют крайне большое количество спецификаций и вариантов исполнения. Зачастую, при возведении зданий и сооружений используются не типовые решения, а индивидуальные. Поэтому при решении задачи автоматизации процесса выполнения кладки из мелкоштучных материалов необходимо создание инновационного программного обеспечения, позволяющего отказаться от сложной механической концепции комплекса, но в тоже время, обеспечивающего выполнение поставленной задачи на основе детально проработанного кладочного плана.

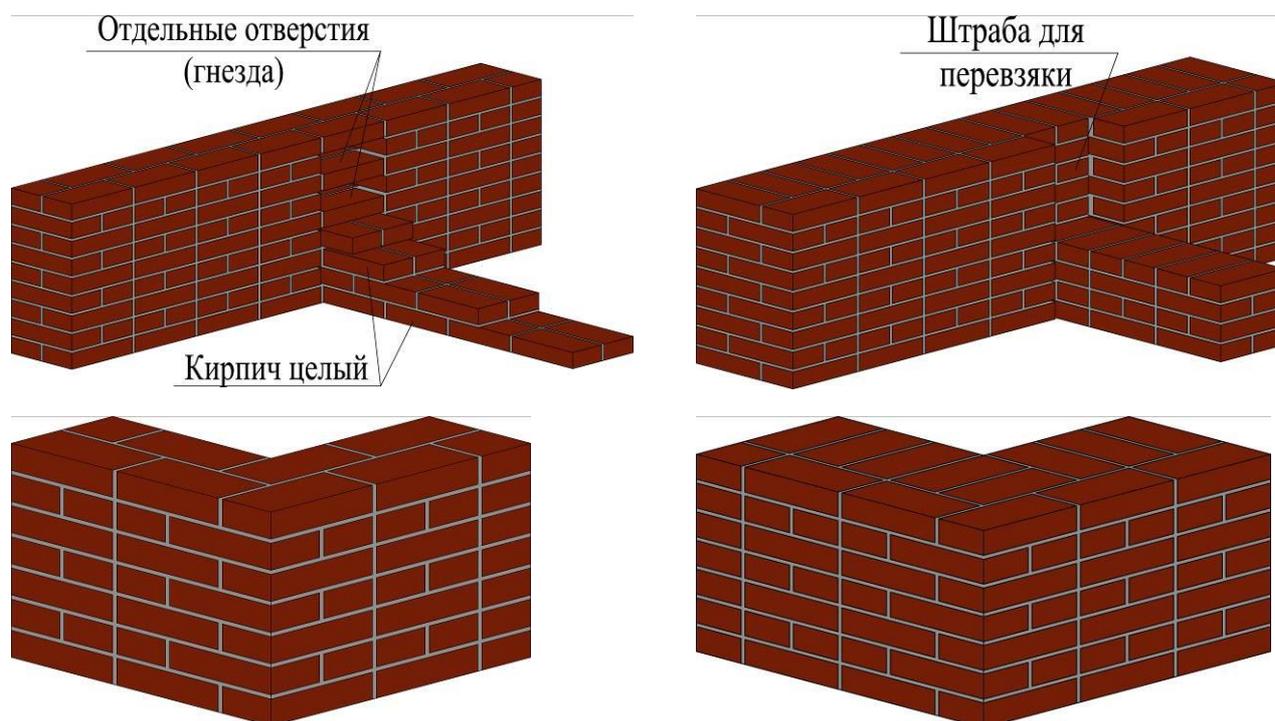


Рис. 1. Варианты примыкания внутренних стен и перегородок к наружным стенам, углов кладки, выполняемых робототехническим комплексом при строительстве из блочных материалов

Монтируемое на объекте перекрытие оказывает опосредованное влияние на процесс возведение кладки. Поскольку рассматриваемый автоматизированный комплекс мобилен, то единственным ограничивающим фактором при работе комплекса является площадь и конфигурация перекрытия, которые влияют на траекторию его перемещения, что в свою очередь приводит к изменению организации строительной площадке и всего процесса возведения конструкций. Также стоит отметить, что вид перекрытия (сборное или монолитное) определяет режим работы устройства. При монтаже сборного перекрытия выполнение кладки комплексом начинается сразу после укладки элементов в проектное положение. При заливке монолитного перекрытия необходимо время для набора необходимой прочности

во избежание деформаций и запредельных напряжений в конструкциях. Данные аспекты регулируются при составлении календарных графиков и технологических карт на строительные процессы [12, 13].

Таким образом, помимо непосредственно разработки конструктивно-архитектурных и планировочных решений, выполняемых на стадии проекта, необходимо оценивать производство процессов, для которых требуется ручной труд, а именно: армирование конструкций, монтаж закладных деталей, переемычек, устройство слоя утеплителя и т.д. Указанные виды работ должны производиться параллельно с работой комплекса, что должно быть учтено при составлении проекта производства работ и проекта организации строительства, т.е. должен быть применен комплексный подход к строительно-монтажным работам

при выполнении кладки из мелкоштучных материалов в автоматическом режиме [14, 15].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Промышленная роботизация в России [Электронный ресурс]. URL: [http:// www.robotgeek.ru/intervyu/promyshlennaya-robotizatsiya-v-rossii](http://www.robotgeek.ru/intervyu/promyshlennaya-robotizatsiya-v-rossii) (дата обращения 17.05.2017).

2. Целищев О.В., Мунасыпов Р.А. Автоматизация процесса кирпичной кладки // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 1. С. 56–61.

3. Малахов А.В., Шутин Д.В. К обоснованию эффективности применения роботизированных устройств для выполнения кладки из мелкоштучных материалов с учетом технологических и экономических факторов / Интеграции, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сборник материалов международной научной конференции // МГСУ (Москва, 16-17 ноября 2016); М.: Изд-во МГСУ, 2017. С. 270–274.

4. Федорова Н.В., Малахов А.В., Шутин Д.В. Технологические аспекты применения роботизированных автоматических комплексов для возведения объектов из мелкоштучных материалов // Технология текстильной промышленности. 2017. №1. С. 226–232.

5. Вахненко П.Ф. Каменные и армокаменные конструкции. К.: Изд-во Будивельник, 1978. 152 с.

6. Робот Адриан может построить дом за два дня [Электронный ресурс]. URL: [http:// www.robotgeek.ru/promyshlennye-roboty/robot-adrian-mozhet-postroit-dom-za-dva-dnya](http://www.robotgeek.ru/promyshlennye-roboty/robot-adrian-mozhet-postroit-dom-za-dva-dnya) (дата обращения 20.05.2017).

7. Булгаков А.Г., Бертрам Торстен, Горчаков В.В., Касаткин А.В. Разработка мобильного робота для технологических процессов в строительстве // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: технические науки. 2011. №6. С. 20–25.

8. Пат. США, US2009038258 (A1). Automated Brick Laying System for Constructing a Building From a Plurality of Bricks / Pivac M.J., Wood M.B. 2009. 19 с.

9. Пат. США, US2015082740 (A1). Brick Laying System / Lawrence P.S., Nathan P., Charles C.T. 2015. 49 с.

10. Оборудование для автоматизированной кладки кирпичных стен МКСК [Электронный ресурс]. URL: [http:// a-v-a.ru / index. php / real-projects / story / kamen](http://a-v-a.ru/index.php/real-projects/story/kamen) (дата обращения 22.05.2017).

11. Создан самый большой в мире 3d-принтер для строительства домов [Электронный ресурс]. URL: <https://hi-news.ru/technology/sozdansamyj-bolshoj-v-mire-3d-printer-dlya-stroitelstva-domov.html> (дата обращения 22.05.2017).

12. Теличенко В.И. Технология возведения зданий и сооружений. Учеб. для строит. вузов. М.: Высш. шк., 2004. 446 с.

13. Теличенко В.И. Технология строительных процессов. Учеб. для строит. вузов. М.: Высш. шк., 2005. 392 с.

14. Добронравов С.С. Строительные машины и основы автоматизации: Учеб. для строит. вузов. М.: Высш.шк., 2001. 575 с.

15. Емельянов С.Г. Роботизация и автоматизация строительных процессов. Курск: ЮЗГУ, 2014. 323 с.

Malakhov A.V., Shutin D.V.

IMPLEMENTATION OF SOME ARCHITECTURE-CONSTRUCTION SOLUTIONS FOR CONSTRUCTION OF SMALL-PIECES MATERIALS USING ROBOTIC COMPLEXES

The use of automation and robotics is economically feasible in most industries, including construction, which remains poorly automated. One of the processes that are promising from this point of view is construction using small-piece materials. The process is proposed to be automated using mobile robotic complexes. However, this requires a detailed consideration of the technological aspects of installation of wall junctions, corners, openings and overlaps. These elements are rather difficult for mobile robotic systems, affect both the operation of the complex and the whole construction process. The article shows the approaches to the implementation of these elements when mobile robotic bricklaying systems are used.

Key words: robotics, automation, small-piece materials, masonry robots, construction technology.

Малахов Александр Валерьевич, аспирант кафедры промышленное и гражданское строительство Юго-Западный государственный университет
Адрес: Россия, 305040, Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94.
E-mail: 4ega@inbox.ru

Шутин Денис Владимирович, кандидат технических наук, директор центра трансфера и коммерциализации технологий
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева
Адрес: Россия, 302020, Орел, Наугорское шоссе, д. 29.
E-mail: rover.ru@gmail.com

Калачук Т.Г., канд. техн. наук, доц.,
Празина Е.А., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

УЛУЧШЕНИЕ МАХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСНОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ СВАЙ-ИНЪЕКТОРОВ

gkadastr@mail.ru

В нашей стране наметилась тенденция по поиску современных инновационных технологий строительства, направленных на снижение затрат на устройство оснований и фундаментов, снижение осадок оснований и увеличение их несущей способности. В статье изложены результаты исследования работы винтовой свай-инъектора.

Ключевые слова: грунт, осадка, деформация, свая-инъектор, несущая способность.

Любое здание или сооружение возводится на грунтовом основании. Его устойчивость, прочность, надежность и нормальная эксплуатация определяется не только конструктивными решениями, но и свойствами грунтов. В условиях роста объема капитального строительства, применения более сложных конструкций зданий, увеличения нагрузок на основание весьма актуальны вопросы разработки надежных рекомендаций по проектированию оснований и фундаментов

В последние годы наблюдается неуклонное увеличение строительства в сложных инженерно-геологических условиях. Все чаще используются для строительства площадки, сложенные слабыми грунтами: илами, рыхлыми песками, заторфованными отложениями, лессовыми просадочными грунтами. Указанные грунты в природном состоянии имеют невысокую несущую способность. В этих условиях прибегают к устройству фундаментов из свай традиционных конструкций и глубокого заложения. Применение вышеназванных конструкций не всегда может обеспечить допустимые значения осадок и несущей способности. Кроме того, это приводит к увеличению затрат на возведение фундаментов в сложных грунтовых условиях.

Современное состояние науки, конструкторской и технологической базы дают широкий выбор средств строительства сооружений в сложных условиях. В их число входят многочисленные способы направленного воздействия на строительные свойства оснований, позволяющих увеличить несущую способность основания. Часто за счет этих мероприятий удается отказаться от применения сложных и дорогостоящих конструкций фундаментов. В мировой практике существуют традиционные и новые технологии и способы усиления оснований. Особенно интенсивно развиваются новые технологии в Германии, Англии, Франции, Италии, Швеции, Финляндии. Причем ведущие фирмы специализируются не

только на работах по усилению оснований и фундаментов, но и создают новые технологии, предлагают разработанное оборудование.

В нашей стране также наметилась тенденция по поиску современных инновационных технологий строительства, направленных на снижение затрат на устройство оснований и фундаментов, снижение осадок оснований и увеличение их несущей способности. Особенно важно это при значительных толщах слабых (структурно-неустойчивых) грунтов. Примером такого подхода к решению подобных задач является: армирование основания вертикальными элементами (Попов А.О., ПГС №11/2014 стр.27), которое ограничивает деформации как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях; уплотнение и армирование слабых грунтов методом «геокомпозит» (Осипов В.И., Филимонов С.Д. ОФМГ №5/2002 с. 15-21) Совмещение способов увеличения опорной площади свай с применением геотехнологий, позволяющих улучшить механические характеристики основания, еще одно из возможных направлений сокращения стоимости возведения оснований и фундаментов.

Учеными БГТУ им. В.Г. Шухова Ивахнюком В.А., Кочерженко В.В., Чернышом А.С., и др. разработаны, исследованы и запатентованы эффективные конструкции свай. Такими учеными как Карякин В.Ф., Власов Н.Г., Сергеев С.В., Фатеев Н.Т. и др. разработаны способы и методы закрепления грунтов, которые уже широко используются в практике строительства. Освоение и внедрение универсальных новых типов свай, решающих несколько проблем без использования дополнительного оборудования, в практику строительства затруднено ввиду недостаточности экспериментально-технических исследований и недостаточной разработанности методов их расчета и проектирования. В связи с этим актуальным вопросом является разработка новых типов конструкций фундаментов, которые универсально

решали бы несколько проблем. Например, увеличение несущей способности при создании сопутствующих противофильтрационных завес. На кафедре городского кадастра и инженерных изысканий БГТУ им. В.Г. Шухова учеными Карякиным В.Ф., Ашихминым П.С., Калачук Т.Г. разработаны конструкции свай, совмещающие в себе еще и функцию иньектора: сваи иньекторы. На наш взгляд, рациональным решением является совмещение способов увеличения опорной площади свай и применение твердеющих растворов для укрепления грунтов. Отличительной особенностью этих разработок является кардинальное изменение в напряженно-деформированном состоянии армированного основания. Изменяются условия деформирования. Передача нагрузки на закрепленное основание позволяет использовать несущую способность грунтового основания в полном объеме

Разработанные сваи-иньекторы позволяют закачивать твердеющий раствор через тело сваи, формируя вокруг конструкции массив армированного грунта прочно адгезионно связанного с телом сваи.

Винтовая свая для рыхлых грунтов (патент на полезную модель №128210 от 25.05.13) относится к области строительства, преимущественно к применения висячих свай, и может быть использована при устройстве свайных фундаментов в рыхлых грунтах большой мощности (рис. 1).

Для исследования работы сваи были проведены натурные полевые исследования на сжимаемость толщи грунта, закрепленного цементом с использованием винтовой сваи. Целевым назначением исследования являлось определение модуля грунта. По данным инженерно-геологических изысканий строительная площадка имеет строение, представленное на рис.2.

Мел ИГЭ-5 в природном залегании имеет значение модуля деформации – 10 МПа. При бурении скважин на глубину до 15 м, проходке шурфов и проведении статического зондирования грунтов было установлено, что иньекционный цементный раствор при закачивании его под давлением через сваю распространяется не только в меловом грунте, но в насыпных и песчаных грунтах, т.е., там, где имеются слабые зоны. Отмечено интенсивное распространение иньекционного раствора в его кровле. С глубиной количество иньекционных прожилков уменьшается. По данным статического зондирования установлено, что модуль деформации закрепленного грунта составляет более 20 МПа.

Выравнивание прочностных и деформационных характеристик усиленных цементацией грунтов основания с помощью свай-иньекторов в значительной степени снижает предпосылки для

развития неравномерных осадок в последующей эксплуатации здания. Создаваемый в процессе работ жестко-армированный каркас воспринимает нагрузки от здания в зоне его активного воздействия на основание и равномерно перераспределяет нагрузки по всей площади основания. Происходит улучшение механических характеристик вмещающего грунтового массива

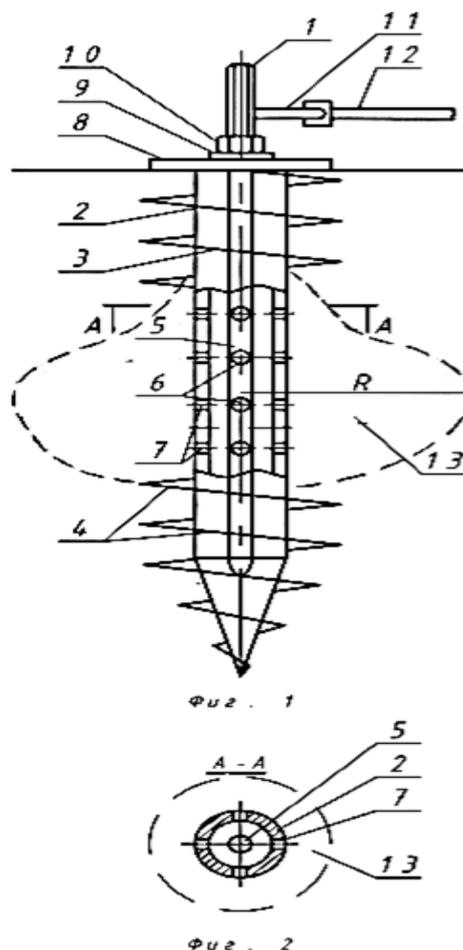


Рис. 1. Конструкция винтовой сваи
Приняты следующие обозначения: 1 – хвостовик под патрон бурового вращателя; 2 – полая (цилиндрическая) центральная труба; 3 – верхний конусный шнек по трубе; 4 – нижний конусный шнек; 5 – внутренняя трубка; 6 – отверстия для выхода твердеющего раствора во внутренней трубке; 7 – отверстие во внешней трубе; 8 – пакер над шнеком; 9 – шайба; 10 – гайка прижимная; 11 – патрубок-штуцер для шланга насоса; 12 – нагнетательный шланг; 13 – массив грунта; R – радиус закрепления грунта

На основании проведенных исследований следует вывод, что возведение зданий и сооружений на площадках со сложными инженерно-геологическими условиями возможно проводить, уменьшив затраты на строительство фундаментов. Однако, при проектировании необходимо провести тщательное исследование физико-меха-

нических характеристик грунтов и гидрогеологических условий в период строительства и эксплуатации.

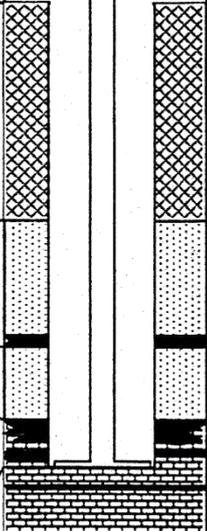
№ ИГЭ	Глуб. подошвы ИГЭ, м	Мощность ИГЭ, м	Абс. отметка, м	Шурф №1 149.5	Описание грунтов	Геологический возраст.
1-2	2,8	2,8	146,7		Насыпной грунт: смесь песчаного грунта и строительного мусора	t_{IV}
3	4,5	1,7	145,0		Песок желтовато-коричневый средней крупности и плотности у подошвы с глинистым и инъекционным прослоем (15см)	ad_{III}
4	5,5	1,0	144,0		Песок светло-серый средней крупности плотный	
5	7,0	1,5	142,5		Мел белый выветрелый глиноподобный. В кровле мела прослой инъекционный до 30см, а на глубине 6,0м мощностью до 8см	K_2t

Рис. 2. Инженерно-геологический разрез

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черныш А.С., Калачук Т.Г., Ашихмин П.С. Исследование работы сваи-инъектора в армированном геомассиве // Известия ОрелГТУ. Серия: Строительство и транспорт. 2008. №4-20. С. 49–53.

2. Попов В.А. Несущая способность и осадки грунтовых оснований, армированных вертикальными элементами // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №11. С. 27–29.

3. Калачук Т.Г., Юрьев А.Г., Карякин В.Ф., Меркулов С.И. Повышение несущей способности опорных конструкций в дисперсных грунтах // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №11. С. 73–75.

4. Сергеев С.В., Карякин В.Ф., Калачук Т.Г., Пири С.Д. Обоснование схемы армирования слабых оснований направленным гидроразрывом // Материалы международного симпозиума, ОАО «ВАОГЕМ», Белгород, 2015. С. 231–235.

5. Калачук Т.Г. Химическое закрепление лессовых грунтов силикатизацией // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. 2015. № 4-2. С. 143–147.

6. Осипов В.И., Филимонов С.Д. Уплотнение и армирование слабых грунтов методом «геокомпозит» // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2002. №5. С.15-21.

7. Калачук Т.Г., Шин Е.Р. О видах деформации лессовых просадочных грунтов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №5. С. 11–15.

8. Ржаницин Б.А. Химическое упрочнение грунтов в строительстве. М.: Стройиздат, 1986, 179 с.

9. Черныш А.С., Карякин В.Ф., Ашихмин П.С. Исследование эффективности применения висячих свай в сложных инженерно-геологических условиях. // Сборник научных трудов конференции «Научные исследования, автоматика и динамика машин, инновационные и средозащитные технологии в техносфере»: Курск, 17-20 декабря 2007г. / Курский институт социального образования (филиал) РГСУ. Курск, 2007. С. 15–18.

10. Черныш А.С., Золотарев К.В. Влияние формы свай с развитой боковой поверхностью на несущую способность // Сборник материалов III Международной научно-технической интернет-конференции «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства», Харьков, 15.04-15.05.2012 г. / Харьковская национальная академия городского хозяйства. Харьков, 2012. С. 98–102.

11. Черныш А.С., Золотарев К.В. О несущей способности свай с развитой боковой поверхностью // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. №6. С. 91–95.

Kalachuk T.G., Prazina E.A.

IMPROVING THE FOUNDATION'S MECHANICAL PERFORMANCE BY MEANS OF USING INJECTION PILES

In our country there has emerged a trend of searching up-to-date innovative building technologies, aimed at reducing costs for foundation engineering, reducing the foundations' subsidence and improving their load-bearing capacity. The article presents the findings of research of a screw injection pile.

Key words: *ground, subsidence, deformation, injection pile, load-bearing capacity.*

Калачук Татьяна Григорьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова

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

E-mail: tatyana.calachuk@yandex.ru

Празина Екатерина Алексеевна, студент.

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

E-mail: eprazina@mail.ru

Малявина Е.Г., канд. тех. наук, проф.,
Фролова А.А., аспирант

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕПЛОЗАЩИТЫ ОФИСНОГО ЗДАНИЯ

email@list.ru

На энергопотребление здания большое влияние оказывают тепловыделения в нем. При отоплении теплопоступления играют положительную роль. В течение рабочего дня они компенсируют часть или все теплопотери. Расчет нестационарного теплового режима помещений позволяет проследить за изменением потребности помещения в теплоте и холоде для поддержания температуры помещения в течение рабочего дня в заданных пределах. Анализ показал, что в зданиях со значительными внутренними тепловыделениями в одни и те же сутки в рабочее время может требоваться охлаждение, а в нерабочее отопление. Для экономической оценки вариантов утепления здания выбраны совокупные дисконтированные затраты (СДЗ). Значения СДЗ приняты на горизонте 10 лет. Были исследованы зависимости СДЗ от ряда факторов. Результатом исследования явилось определение области сочетаний геометрических параметров утепляемых зданий и стоимостных характеристик отдельных составляющих капитальных и эксплуатационных затрат, в которых целесообразно различное утепление офисных зданий.

Ключевые слова. Стоимость утеплителя, стоимость систем поддержания микроклимата, стоимость присоединения к энергосетям, стоимость энергоносителей, теплозащита.

Введение. Большой интерес к требуемому уровню теплозащиты зданий проявляется во всем мире [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], особенно потому, что с одной стороны от теплозащиты зависит энергопотребление на отопление и охлаждение зданий, а с другой нормативные документы большинства стран мира требуют окупаемости усиленного утепления зданий.

В нашей стране традиционно [9, 10] экономический анализ результатов различного утепления здания выполняется сравнением затрат на теплозащиту и тепловую энергию, необходимую для отопления различно утепленных зданий. На недостаточность такого подхода указывается в [11]. В предлагаемой работе экономический анализ выполнялся сравнением совокупных дисконтированных затрат (СДЗ), руб., на круглогодичное поддержание заданного микроклимата помещений при различных вариантах теплозащиты здания. Экономическая оценка теплозащиты зданий опирается на выявленные в [12] мощности

систем отопления и охлаждения помещений и годовое энергопотребление этими системами. Представленное экономическое сравнение трех вариантов теплозащиты выполнено с точки зрения финансирующего строительство здания инвестора, принимающего во внимание имеющиеся на рынке диапазоны цен утепления зданий, оборудования и систем, обслуживающих круглогодичное поддержание микроклимата офисных помещений.

Исходные данные для расчетов. Размеры здания отличались друг от друга длиной и этажностью. Ширина здания принята во всех случаях одинаковой и равной 20,2 м по наружному обмеру. Все торцевые стены - глухие (без окон). Рассматривались здания в 3-х (варианты здания 1–3) и 12-ти (варианты здания 4–6) этажей. Доля остекления продольных стен представлена в двух вариантах: 0,25; 0,55. Окна достаточно плотные, чтобы не учитывать инфильтрацию. Некоторые характеристики здания приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные геометрические показатели здания

Наименование величины	Вариант здания					
	1	2	3	4	5	6
Длина здания, м	20,4	40,8	61,2	20,4	40,8	61,2
Общая площадь здания, м ²	1 236	2 472	3709	4 945	9 890	14835
Площадь наружных ограждений, м ²	1 362	2 252	3 141	4 212	6 533	8 855
Объем здания, м ³	4 821	9 643	14 464	19 285	38 571	57856
Коэффициент компактности	0,368	0,319	0,303	0,240	0,191	0,174

В зданиях находятся офисные помещения одинаковых размеров $6,8 \times 10,1 \times 3,9$ (h) м. Причем рассматривались помещения четырех видов: рядовые промежуточных этажей, рядовые верхнего этажа, угловые на промежуточных этажах, угловые на верхнем этаже. Помещения имеют большую глубину (10,1 м), что приводит к значительному разбросу тепловыделений, приходящихся на единицу площади наружных ограждающих конструкций. Например, в рядовых помещениях среднего этажа наружные ограждения имеют суммарную площадь 26,5 м, а в угловых верхнего – 134,6 м.

Было рассмотрено три варианта теплозащиты здания, отличающихся друг от друга сопротивлением теплопередаче наружной стены и покрытия. Для варианта 1 сопротивление теплопередаче наружной стены и покрытия приближаются к нормируемым формулой (5.4) СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» по санитарно-гигиеническим условиям. Вариант 3 теплозащиты соответствует нормам исходя из энергосбережения по табл. 3 того же СП. Для варианта 2 сопротивления теплопередаче наружных стен и покрытий рассчитаны по формуле (5.1) того же СП с применением понижающего коэффициента 0,63 для стен и 0,8 для покрытия по отношению к варианту 3. Величины сопротивлений теплопередаче, $\text{m}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$, для наружных ограждающих конструкций, соответствующие вариантам 1, 2 и 3 по нормативам г. Москвы следующие: – для стен: 1,254; 1,754; 2,629; – для покрытий: 1,3709; 2,871; 3,621. Сопротивление теплопередаче окон во всех вариантах принято равным $0,54 \text{ m}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$.

Теплопоступления в офисные помещения выбраны на трех уровнях: $30 \text{ Вт} / \text{m}^2$, $50 \text{ Вт} / \text{m}^2$ и $70 \text{ Вт} / \text{m}^2$. Причем в эту величину входит и проникающая через окна солнечная радиация.

Считается, что центральная система кондиционирования подает приточный воздух с расходом по минимальной норме наружного при температуре, равной требуемой для воздуха помещения. Все теплоизбытки снимаются вентиляторными теплообменниками (фанкойлами). Применение охлаждения помещений за счет недогрева приточного воздуха в офисных зданиях исключается. Во-первых, это многокомнатные здания, в помещениях которых в одно и то же время могут наблюдаться различные теплоизбытки, и, во-вторых, тепловыделения офисных помещений слишком велики для того, чтобы при принятом по минимальным нормам расходе наружного воздуха можно было его подавать в помещения общепринятыми воздухораспределителями. Применение специальных рассеивателей, которые будут эффективны в короткую часть года, не рентабельно.

Принято, что конденсаторы холодильной машины охлаждаются 40 %-ным раствором этиленгликоля, циркулирующего через установленную во дворе здания или на его кровле сухую градирню (драйкулер). В отдельные периоды года охлаждение осуществляется путем машинного или свободного охлаждения. Причем, свободное охлаждение понимается как применение в фанкойлах воды, охлажденной в драйкулере.

Обращается внимание на то, что в расчет принималась только потребность зданий в теплоте и холоде на поддержание заданного теплового микроклимата помещений. Никакие потери из-за неэффективности работы и дополнительные затраты энергии на приготовление требуемых теплоносителей систем отопления и охлаждения не рассматривались. При расчетах принималось, что свободное охлаждение применяется при температуре наружного воздуха не выше $+5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Методика исследования. При расчете СДЗ норма дисконта в работе принята равной ставке рефинансирования Центробанка РФ $p=10 \%$. СДЗ приняты на горизонте $T=10$ лет, так как срок службы холодильного оборудования равен приблизительно этому промежутку времени. Кроме того, если окупаемость вложенных средств не укладывается в 10 лет, то вариант нельзя считать выгодным.

Единовременные капитальные затраты, руб., для каждого варианта утепления здания учтены в виде стоимости дополнительного (по сравнению с вариантом 1) утепления наружных ограждений, руб.; стоимости системы отопления, руб., и свободного, руб., и машинного, руб., охлаждения помещений, а так же стоимости присоединения систем отопления и охлаждения к теплосети, руб., и электросети, руб., города Москвы. В формулу расчета СДЗ капитальные затраты входят в виде обезличенной денежной массы, не акцентирующей внимание на том, какая составляющая затрат: на утепление здания, на системы, поддерживающие заданный микроклимат в помещениях здания, на присоединение к сетям энергообеспечивающих организаций, является доминирующей. Однако следует заранее выяснить связь между ними. Анализ энергозатрат показал, что чем выше утепление здания, тем меньше системы отопления и стоимость присоединения к теплосетям. А вот про стоимость систем охлаждения такого сказать нельзя. Наоборот, с усилением теплозащиты необходимы более мощные системы охлаждения. Поэтому, каждая составляющая капитальных затрат отнесена к единице мощности системы, которая ранее [12] выявлена в процессе расчета энергозатрат на отопление и охлаждение каждого помещения здания в течение года.

Эксплуатационные затраты, руб./год, на поддержание микроклимата здания складываются из стоимости годовых затрат теплоты, руб./год, и электроэнергии, руб./год, потребленной циркуляционными насосами отопления и компрессором, и насосными группами системы охлаждения, а также амортизационных отчислений на эксплуатацию оборудования, руб./год.

Амортизационные отчисления, определялись [13] исходя из капитальных затрат и числа лет, в течение которых возвращаются капитальные расходы, принятых равными 10 годам.

Понятно, что потенциально стоимость дополнительного утепления увеличивается от варианта 1 к варианту 3, а стоимости оборудования и условий присоединения к энергосетям при этом уменьшаются. Однако цены на каждую составляющую капитальных и эксплуатационных затрат приняты в некоторых диапазонах, которые диктуются практикой строительства, что делает задачу не столь однозначной. Дополнительные затраты на утепление зданий определяются по сравнению с вариантом утепления 1. При этом был принят наиболее ходовой утеплитель с теплопроводностью $0,045 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$. С учетом элементов крепежа, пронизывающего слой утеплителя, в расчете учитывалась эквивалентная теплопроводность $0,052 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$. В различных по расположению помещениях требуются следующие дополнительные объемы, м^3 , минераловатных плит: в здании с остекленностью 0,25 – для помещения рядового промежуточного этажа 0,551/1,532; рядового верхнего этажа 6,320/10,186; углового промежуточного этажа 1,654/4,565; углового верхнего этажа 7,423/13,219; в здании с остекленностью 0,55 – для помещения рядового промежуточного этажа 0,333/0,926; рядового верхнего этажа 6,102/9,580; углового промежуточного этажа 1,436/3,959; углового верхнего этажа 7,205/12,613 (над чертой показан объем утеплителя, м^3 , для варианта утепления здания 2, под чертой – для варианта 3).

Связь стоимости утепления здания с теплопроводностью утеплителя в дальнейшем не учитывалась, так как она многофакторна. Кроме того, так как рассмотрен диапазон стоимости утепления, не учитывалась связь толщины утеплителя с необходимостью усиления его крепления на фасаде здания, вызывающего удорожание утепления. При использовании результатов экономического сравнения, есть возможность выбора значения стоимости, соответствующей конкретному случаю.

Стоимость утепления здания рассматривалась в диапазоне от 9 000 руб./ м^3 до 22 000 руб./ м^3 . В эту цену входят стоимости самого утеплителя, крепежных элементов и монтажа.

Стоимость оборудования системы отопления принималась исходя из анализа реальных проектных смет ряда гражданских зданий [14]. Стоимость системы включает в себя стоимость всех ее элементов: отопительных приборов, запорной и регулирующей арматуры, труб, циркуляционных насосов, сетчатого фильтра, теплообменника, автоматики. Она отнесена к тепловой мощности системы отопления и принята в диапазоне от 15 000 руб./кВт до 100 000 руб./кВт.

Стоимость холодильного оборудования также принята по сметам [15]. Она включает в себя стоимость фанкойлов, труб, запорно-регулирующей арматуры, насосной группы циркуляции воды по трубам и фанкойлам через испаритель холодильной машины при машинном охлаждении и через теплообменник при свободном, насосной группы циркуляции этиленгликоля через драйкулер и конденсатор холодильной машины при машинном охлаждении и через теплообменник – при свободном, холодильной машины, драйкулера, теплообменника, средств автоматики.

Стоимость системы охлаждения также отнесена к холодильной мощности системы охлаждения. Диапазоном принятых к рассмотрению стоимостей охватываются стоимости от 40 000 руб./кВт до 80 000 руб./кВт. То, что верхняя граница стоимости холодильного оборудования ниже верхней границы стоимости системы отопления, объясняется тем, что в офисных зданиях с принятыми теплоизбытками холодильная мощность системы охлаждения больше тепловой мощности системы отопления.

В расчете принята стоимость присоединения объекта к сетям теплоснабжения и электроснабжения. Учтена электроэнергия, идущая на работу циркуляционных насосов отопления, насосов системы охлаждения и компрессора холодильной машины. В Москве стоимость присоединения к теплосети принята от 550 руб./кВт до 50 000 руб./кВт; к электрическим сетям от 550 руб./кВт до 100 000 руб./кВт. Этот разброс цен объясняется объявленной соответствующими энергоснабжающими организациями минимальными стоимостями и дополнительными затратами на оборудование присоединения в зависимости от удаленности от источника и сложности прокладки сети от него до объекта.

Стоимость тепловой энергии принята от 1,81 руб./ $(\text{кВт}\cdot\text{ч})$ до 3,5 руб./ $(\text{кВт}\cdot\text{ч})$, а электрической энергии от 3,61 руб./ $(\text{кВт}\cdot\text{ч})$ до 5,68 руб./ $(\text{кВт}\cdot\text{ч})$. Цены на электрическую энергию приняты по различным условиям напряженности (низкое, высокое) и тарифа (одноставочного, трехставочного) по данным ОАО «Мосэнергосбыт».

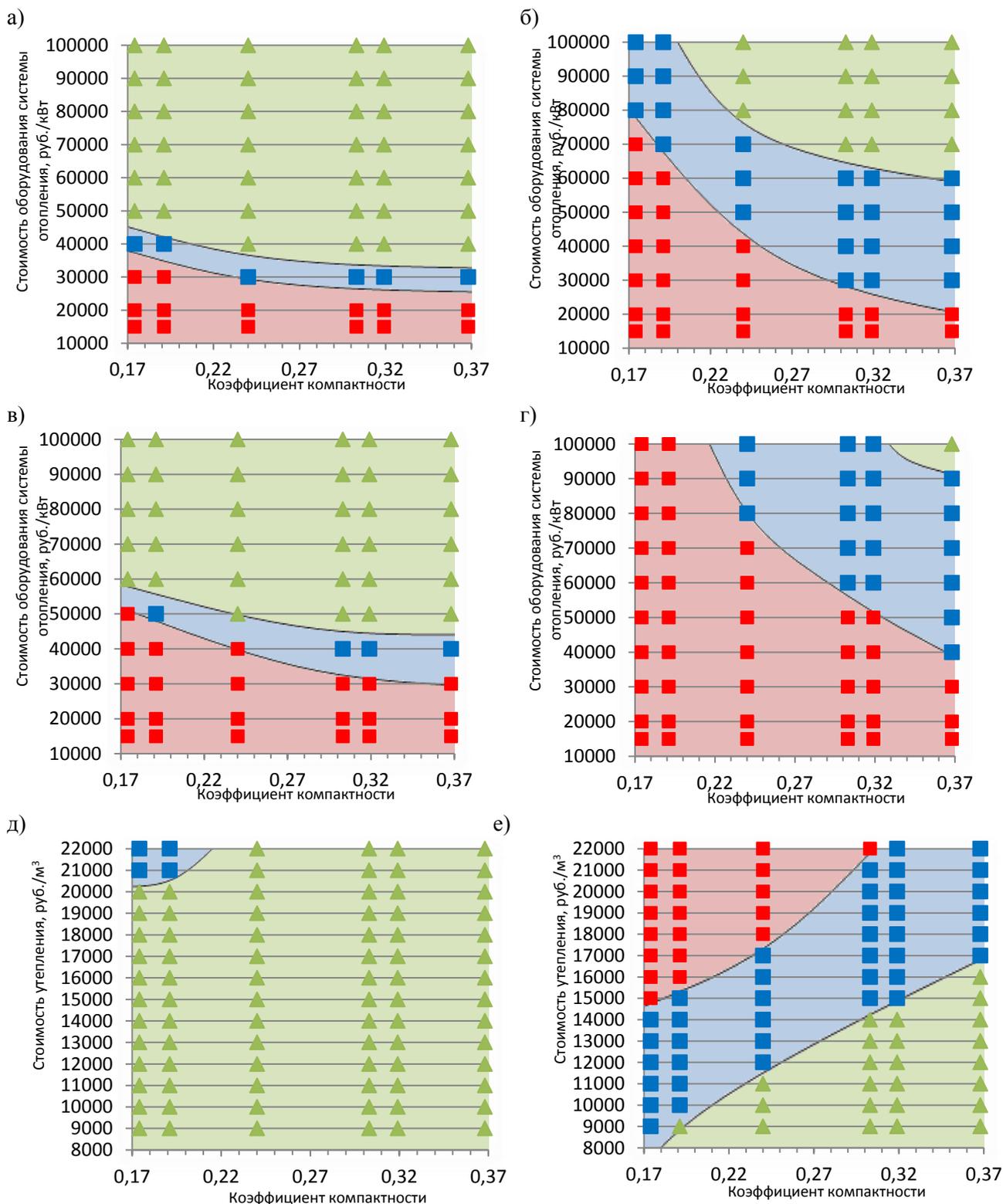


Рис. 1. Экономически целесообразные варианты утепления зданий (красное – вариант 1, синее – вариант 2, зеленое – вариант 3) при изменении: а, б, в, г стоимости оборудования отопления и охлаждения здания при максимальных стоимостях на все остальное, д, е – при изменении стоимости утепления здания при средних стоимостях на все остальное. Здания с остекленностью фасада: а, в, д – 0,25, б, г, е – 0,55; при внутренних теплопоступлениях а, б, д, е – 30 Вт/м²; в, г – 70 Вт/м²

Результаты расчетов. Понятно, что чем выше капитальные или эксплуатационные за-

траты на обслуживание здания, тем больше значение СДЗ. Но так как все компоненты этих за-

трат меняются в разных пределах и влияют на капитальные или эксплуатационные затраты через мощность и годовые затраты энергии, то при одних и тех же значениях цены за один и тот же ресурс, влияние изменения цены каждого ресурса по-разному отражается на окончательном значении СДЗ для здания. СДЗ были рассчитаны на основе данных о мощностях систем отопления и охлаждения зданий и годовом потреблении энергии этими системами, которые приведены в [9].

Для выявления влияния на СДЗ отдельных составляющих стоимостей, входящих в капитальные и эксплуатационные затраты, выбран параметр, в зависимости от которого при определенной остекленности фасада здания обозначаются поля сочетаний отдельной составляющей стоимости и СДЗ при определенных значениях остальных затрат. Этим параметром является коэффициент компактности здания. На рис. 1 а–е ниже приведены примеры таких полей.

Как видно из приведенных графиков для зданий, в которых обслуживающие его системы работают круглый год, увеличение остекленности фасада от 0,25 до 0,55 приводит к увеличению поля выгодного применения утепления здания по варианту 1 (красное поле) – то есть по санитарно-гигиеническим требованиям. Причем, это происходит и при максимальных, и при средних, и при минимальных (не показано) из рассматриваемых диапазонов цен на все. Понятно, что поле выгодного утепления по варианту 3 (зеленое поле), соответствующему табл. 3 СП 50.13330.2012, относится к зданиям с большими значениями коэффициента компактности, т.е. в том числе и малоэтажные здания. Чем дороже утепление здания, тем более выгодно утеплять его по варианту 1, чем дороже стоимость обслуживающих здание систем, тем выгоднее утеплять здание по варианту 3.

Расчеты также показали, что увеличение стоимости на присоединение систем к теплосети и электросети приводит к выгоде утепления по варианту 3, но при минимальных и средних ценах на все остальное имеются большие поля выгодного утепления по вариантам 2 и 1. Возрастание стоимости теплоты и электроэнергии также приводит к выгоде усиления утепления, но при не самых высоких стоимостях всего остального целесообразно утепление по вариантам 2 и 1.

Увеличение теплопоступлений в помещении приводит к выгоде утепления по варианту 1. Это происходит потому, что при отоплении тепловыделения замещают часть отопительной нагрузки, а при охлаждении здания теплоизбытки легче

уходят через менее утепленные стены и большие окна, что отмечалось и в [16].

Выводы. Из вышесказанного ясно, что для зданий, в которых круглогодично поддерживаются требуемые параметры микроклимата, выяснять экономически целесообразный вариант теплозащиты только по сравнению затрат на утепление здания и на его отопление, по меньшей мере, некорректно. Следует учитывать все составляющие капитальных и эксплуатационных затрат.

Анализ совокупных дисконтированных затрат на поддержание заданного микроклимата в офисных помещениях с теплопоступлениями на уровне 30, 50, 70 Вт/м² показал, что увеличение теплопоступлений в помещениях работает на снижение теплозащиты, во-первых, потому, что в отопительный период внутренние теплопоступления покрывают часть теплопотерь, и в большую часть года требуется дорогостоящее охлаждение, во-вторых, так как охлаждение необходимо при температуре наружного воздуха ниже температуры внутреннего, то усиленная теплозащита работает на увеличение холодильной нагрузки. По этой причине в зданиях с большей остекленностью окна помогают «сбрасывать» часть тепловой нагрузки на охлаждение.

При стоимостях, отдельных составляющих капитальных и эксплуатационных затрат, приближающихся к верхней границе рассмотренных интервалов цен, большое число офисных зданий по экономическим соображениям следует утеплять по санитарно-гигиеническим нормам, так как соотношение цен на оборудование и энергоносители в РФ таково, что относительно дешевые энергоносители не могут окупить дорогих утепления, оборудования и присоединения к энергообеспечивающим сетям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Tianzhen Hong, Le Yang, David Hill, et al. Data and analytics to inform energy retrofit of high performance buildings, Applied Energy 126(2014) 90–106.
2. Orr H., Wang J., Fetsch D., Dumont R. Technical note: Airtightness of older-generation energy-efficient houses in Saskatoon // Journal of Building Physics. 2013. Vol. 36. Pp. 294–307.
3. D’Orazio M., Perna C. Di., Giuseppe E. Di., Morodo M... Thermal performance of an insulated roof with reflective insulation: Field tests under hot climatic conditions // Journal of Building Physics. 2013. Vol. 36. Pp. 229–246.
4. Asadi S, Hassan M. M., Beheshti A. Performance evaluation of an attic radiant barrier system using threedimensional transient finite element method // Journal of Building Physics. 2013. Vol. 36. Pp. 247–264.

5. Cheng Y., Nin J., Gao N. Thermal comfort models: A review and numerical investigation // *Building and Environment*. 2012. Vol. 47. P. 13–22.
6. Alajmi A. Energy audit of an educational building in a hot summer climate // *Energy and Buildings*. 2012. Vol. 47. P. 122–130.
7. Денисова Ю.В. Выбор эффективного утеплителя в конструкции навесных вентилируемых фасадов // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2013. №4. С. 26–30.
8. Семенов А.С. Организация капитального ремонта зданий на основе системного подхода // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2016. №8. С. 64–66.
9. Петров П.В., Шерстобитов М.С., Резанов Е.М., Ведрученко В.Р. Методика эффективного расчёта утепления наружных ограждающих конструкций стен зданий при проведении капитального ремонта // *Омский научный вестник*. 2016. №6(150). С. 109–113.
10. Псаров С.А., Шумилин Е.В., Зарецкая М.А. Окупаемость энергосберегающих мероприятий в теплопотребляющих системах зданий // *Ученые заметки ТОГУ*. 2013. №4. С. 1628–1633.
11. Косухин М.М., Шарпапов О.Н., Богачева М.А., Косухин А.М. Вопросы энергосбережения в условиях устойчивого функционирования, модернизации и развития жилищного фонда // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2016. №10. С. 51–61.
12. Малявина Е. Г., Фролова А. А. Анализ годового энергопотребления на отопление и охлаждение офисного здания // *АВОК*. 2017. №1. С. 18–23.
13. Самарин О.Д. Вопросы экономики в обеспечении микроклимата зданий. Изд-во АСВ. М., 2011. 128 с.
14. Фролова А.А., Савина А.В., Астанина О.В., Барбарова А.Н. Определение усредненных стоимостных показателей системы отопления. // *Успехи современной науки и образования*. 2016. №12. Том 5. С. 62–64.
15. Малявина Е. Г., Фролова А. А. Экономическое сравнение вариантов перехода на свободное охлаждение кондиционируемых помещений // *Известия вузов. Строительство*. 2013. №4. С. 78–83.
16. Табунщиков Ю.А. О противоречивости требований к теплозащите зданий в летних и зимних условиях // *АВОК*. 2013. №3. С. 48–50.

Malyavina E.G., Frolova A.A.

ENERGY AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THERMAL PROTECTION OF AN OFFICE BUILDING

On the building's energy consumption is greatly influenced by heat dissipation in it. When heating teplopostupleniya play a positive role. During the working day, they compensate for some or all of the heat loss. Calculation of non-stationary thermal regime of the premises allows us to trace the changing needs of the room in the heat and cold to maintain the temperature of the room during the working day within the specified limits. The analysis showed that in buildings with significant internal heat in the same day during business hours may require cooling and the outside heating. Cumulated Discount Expenses (CDE) have been chosen to provide economic estimation of the building heating. Values of CDE adopted on the horizon 10 years. Were investigated according to CDE from a number of factors. The result of the study was to determine the scope of combinations of geometrical parameters of buildings insulated and cost characteristics of individual components of capital and operating costs, which can be various insulation of office buildings.

Key words: heating agent price, price of the micro-climate provision systems, price for connection to power lines, power medium price, thermal protection.

Малявина Елена Георгиевна, профессор, кандидат технических наук, профессор кафедры теплогазоснабжения. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Адрес: Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.
E-mail: emal@list.ru

Фролова Анастасия Анатольевна, аспирантка кафедры теплогазоснабжения. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Адрес: Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.
E-mail: privalova-a@mail.ru

DOI: 10.12737/article_5968b4505c4335.57566134

Прохоров С.В., канд. техн. наук, доц.

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

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ

Ос204@bk.ru

Строительная отрасль на современном этапе переживает не легкие времена. Стоимость эксплуатации машин и механизмов при производстве строительно-монтажных работ занимают весомую часть в совокупной стоимости на возведение объекта. В представленной статье решается задача снижения затрат на техническую эксплуатацию парков техники и повышения уровня энергосбережения строительства в целом. Для достижения этой цели планируется применение современных методов производства работ, высокотехнологичной и энергосберегающей техники и технологии, а также использование оптимального комплекта механизации. В качестве критериев оптимизации выступает себестоимость эксплуатации и производительность комплекта. В ходе решения поставленной задачи были сформулированы выводы, показывающие, что энергоаудит механизации работ с сопоставлением производительности, себестоимости и затрат энергоресурсов позволяет более полно подходить к формированию парков машин, улучшить экологическую составляющую и повысить качество строительно-монтажных работ.

Ключевые слова: машинные парки, энергоэффективность, производительность, приведенные затраты, себестоимость.

Введение. Решение вопросов ресурсосбережения является одним из важнейших направлений современной экономики и промышленности. В большинстве случаев энергосбережение в строительстве рассматривается, как правило, на стадии проектирования зданий, их модернизации или реконструкции. Вместе с тем при производстве строительно-монтажных работ, направленных на возведение объекта, при хозяйственно-бытовом обеспечении строителей, участвующих в процессе, затрачивается не малое количество электроэнергии, тепла, топлива и других энергоресурсов. Достаточно весомую часть этих затрат занимают затраты на эксплуатацию строительных машин и механизмов.

При выборе комплектов механизации для производства строительно-монтажных работ к машинам, как правило, предъявляются следующие требования:

1. Высокая производительность и надежность;
2. Доступность машин в самые сжатые сроки и в нужном количестве;
3. Минимальная, обоснованная себестоимость машино-часа.

Производительность техники зависит от различных критериев и производственных условий. Вопросам повышения производительности и обеспечению работоспособности строительных машин и их систем посвящено достаточно много работ [1, 2]. В целом строительные организации

понимают, что без применения современной высокопроизводительной техники нельзя добиться конкурентного преимущества на строительном рынке. Вместе с тем обновление парка и его модернизация происходит не равномерно. В крупных регионах страны применяется высокопроизводительная техника зарубежного и отечественного производства, со сроком службы не превышающим 5–10 лет. В организациях регионального уровня осуществляется эксплуатация разновозрастных машинных парков техники зачастую со сверхнормативным сроком эксплуатации, которая требует к себе повышенного внимания [3, 4].

Необходима разработка комплексной методики, позволяющей не только повышать производительность, но и сокращать прямые издержки при эксплуатации парков строительной техники, а также повышать их энергоэффективность.

Основная часть. В качестве критериев оптимизации служат себестоимость эксплуатации и производительность комплекта.

$$c = \sum_{i=1}^n c_i \quad (1)$$

$$П = \sum_{i=1}^n П_i \quad (2)$$

Определяется усредненная производительность машины:

$$\overline{П}_i = \frac{\sum_{j=1}^n П_{ij} * K_{ti} * K_{vi} * K_{ri}}{n} \quad (3)$$

где Π_{ij} – производительность i -й машине на j -м объекте; k_{ti} – коэффициент, учитывающий влияние температуры на удорожание работ; k_{vi} – коэффициент, учитывающий влияние возраста техники на стоимость эксплуатации; k_{ri} – коэффициент, учитывающий влияние условий эксплуатации и структуры работ.

Одним из путей снижения себестоимости работ является повышение производительности техники за счет сокращения количества технологических операций. В области строительной и дорожной техники основным трендом повышения производительности является применение 2D и 3D-систем автоматического управления и позиционирования. В 2008 г. компания Topcon представила на рынок систему нивелирования под названием 3DMC2 для бульдозеров и грейдеров, существенно увеличивающую возможную скорость движения машины без потери точности позиционирования отвала. В зависимости от комплектации это достигается за счет комплексирования лазерных или GNSS-измерений с инерциальным блоком на основе гироскопов и акселерометров. Спустя несколько лет сначала компания Leica, а затем и Trimble также расширили свои системы инерциальным блоком [5].

Помимо этого, за счет дополнительных средств наблюдения за положением рабочего органа и качеством получаемой поверхности в режиме реального времени возможно регулирование производительности в зависимости от условий окружающей среды. В частности, машины Caterpillar бульдозер Cat D6K2 с 3D системой Trimble dual GPS и автогрейдер Cat 140M AWD с роботизированным тахеометром умеют автоматически поднимать нож для его разгрузки на основе анализа коэффициента проскальзывания гусениц и осуществлять планировку. Это не только позволяет максимально использовать технику, но и предотвращает её преждевременный износ и сокращает количество выбросов в атмосферу.

Применение современных систем автоматизации производства работ, в частности земляных, позволяет снизить количество технологических операций, что приводит к повышению производительности, сокращению времени работы машины, а значит, повышает ресурс до ремонта и ТО, что особенно важно при эксплуатации машинных парков со сверх нормативным сроком службы [6].

Программные средства компании VirtualSite Solutions позволяют в режиме реального времени отслеживать за техническое состояние, производительность и быстро определять недостаточно загруженные машины [7]. Интеграция этих продуктов с системами 2D и 3D позиционирования

позволяет более тщательно отслеживать эффективность использования машин и производить их техническое обслуживание. Среди российских производителей можно отметить систему СКАУТ, которая работает на базе спутниковых GPS и ГЛОНАСС технологий.

Входе расчетов определяется среднеквадратичное отклонение по производительности и по себестоимости, а также сравнение результатов от внедрения плановых мероприятий по совершенствованию организационных и технологических процессов со сложившимися в организации.

$$s_{\Pi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Pi - \bar{\Pi}_i)^2}{n}} \quad (4)$$

$$s_C = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C - \bar{C}_i)^2}{n}} \quad (5)$$

Определяем коэффициент вариаций:

$$K_v = \frac{\sum_{i=1}^n (\Pi - \bar{\Pi}_i)^2}{\bar{\Pi}_i^2 * (n-1)} \quad (6)$$

Если он не превышает заданного значения 0,1–0,2 машины попадают в расчет.

Следующим этапом производится сравнение продолжительности работ с требуемой (заказчиком или по графику производства работ). При этом машины, продолжительность работы которых превышает требуемые показатели, исключаются из расчета. Если продолжительность работ жестко не ограничена, то в исходных данных указывается «произвольная» продолжительность и все машины попадают в расчет.

$$N_j^{пл} - N_{ij} \geq 0 \quad (7)$$

где $N_j^{пл}$ – плановая продолжительность работ на j -ом объекте, дн; N_{ij} – расчетная продолжительность работ выполняемых i -ой машиной на j -ом объекте, дн.

Еще одним направлением в области совершенствования машинных парков строительных организаций является применение высокотехнологичного оборудования, оснащенного системами рекуперации, аккумулирования энергии и гибридными силовыми установками.

Производители современной строительной техники достаточно давно выпускают машины с гибридными установками, которые позволяют, не только снизить затраты на топливо, но и снизить уровень шума и выбросы в окружающую среду при их работе [8, 9]. Одним наиболее эффективных средств энергосбережения строительных машин с гидроприводом рабочего оборудования являются рекуперативные системы с аккумулятором энергии. В частности, для гидравли-

ческих одноковшовых экскаваторов такие системы можно подразделить на следующие группы:

- 1) механические:
 - с противовесами;
 - с пружинными или торсионными аккумуляторами;
- 2) тепловые:
 - с тепловыми аккумуляторами;
- 3) гидравлические:
 - с гидроаккумуляторами;
 - с дополнительными гидронасосом и гидромоторами;
- 4) комбинированные:
 - с электрогидроагрегатами.

В гидравлических экскаваторах Komatsu HB215LC-1, Cat 336E H кинетическая энергия рекуперируется и аккумулируется при торможении поворачивающейся надстройки. Накопленная энергия из конденсатора или азотного аккумулятора затем может использоваться в качестве вспомогательной для питания электромотора механизма поворота, либо для питания мотор-генератора, работающего как электромотор и добавляющего до 60 л.с. к мощности ДВС, а также приводящего в действие гидронасосы привода.

Еще одним направлением энергосбережения является превращение кинетической энергии от торможения в электрический ток. Дизель-электрический привод используется в огромной карьерной технике довольно давно. Новый импульс получило развитие приводов такого типа с появлением электронных систем управления. Система рекуперативного торможения позволяет останавливать машину без использования обычных тормозов, за счет чего увеличивается их ресурс. Кроме этого гибридная система позволяет экономить до 45 % топлива [10, 11].

Мировые производители подъемной техники уже достаточно давно выпускают грузовые и грузопассажирские подъемники, оснащенные механизмами рекуперации энергии при движении кабины вниз, что способствует сокращению потребляемой энергии. [12, 13]

В частности, применение частотного электропривода с модулем рекуперации в замены релейно-контакторных панелей позволяет существенно снизить потребления электроэнергии.

В частности, при использовании традиционных панелей до 70 % затраченной электроэнергии может уходить на обогрев воздуха, причём не только при спуске, но и при подъёме груза.

Сложившаяся практика использования частотного электропривода основывается на том, что электроэнергия, генерируемая двигателем при опускании груза или при торможении инер-

ционного механизма, передаётся на блоки тормозных сопротивлений и преобразуется в тепловую. У такого способа торможения есть ряд недостатков. Тормозной резистор подключается к каждому преобразователю частоты, что увеличивает стоимость электропривода и ухудшает массогабаритные показатели установки. Энергия торможения, за исключением потерь в элементах электропривода, выделяется в виде тепловой на тормозном резисторе, что приводит к его значительному нагреву и нерациональному использованию электрической энергии.

Альтернативой такому нерациональному использованию энергии является применение модулей рекуперации, которые заменяют резисторы в приводах с длительной работой в генераторном режиме или имеющих большую тормозную мощность, как, например, у подъёмных и инерционных механизмов. В этом случае энергия торможения электропривода возвращается в питающую сеть.

Применение частотного электропривода с модулем рекуперации позволяет:

1. получить экономию электроэнергии (поскольку энергия торможения может быть направлена на другие механизмы, снижается общее энергопотребление установки, а лишняя энергия возвращается в питающую сеть);
2. исключить нерациональный расход электроэнергии на обогрев воздуха;
3. уменьшить массу комплекта электрооборудования, а также занимаемое им пространство;
4. снизить количество нормо-часов обслуживания оборудования [14].

Конечно, современные образцы техники, обладающие высокими эксплуатационными качествами, имеют повышенную стоимость, но на фоне удорожания энергоресурсов их применение в долгосрочной перспективе позволит перейти на новый уровень в плане энергосбережения при выполнении СМР.

Определение затраты энергоресурсов на выполнение работ комплектом строительной техники может определяться по формуле:

$$E = \sum_{i=1}^n E_i * n_{ij} * K_{pi} \quad (9)$$

где E_j – норма потребления энергоресурсов; K_{pi} – коэффициент загрузки силового оборудования.

Коэффициент загрузки может определяться в зависимости от группы грунта, условий производства работ (температурно-влажностных условий, водонасыщения грунтов и т.д.) в результате энергоаудита в процессе выполнения работ. На первоначальном этапе он может приниматься равным 1, тогда расчет будет производиться только на основании нормативов расхода ГСМ.

После определения показателей производится решение задачи по подбору машин для выполнения объемов работ. Для этих целей могут использоваться существующие программные средства и методики. При этом в процессе выбора можно вводить ограничения по приоритетным факторам (себестоимости, производительности, энергозатратам) и получать наиболее оптимальные комплекты.

Помимо экономического эффекта применение энергоэффективных комплектов позволяет улучшить экологическую составляющую строительно-монтажных работ и сохранение среды прилегающих территорий.

Выводы. Российские образцы строительной техники в текущий момент не могут составить жесткой конкуренции машинам зарубежного производства, вследствие ограниченной номенклатуры машин, невысокого качества изготовления и технической поддержки. Однако если использовать зарубежный опыт в области автоматизации строительно-монтажных работ и применить новейшие системы контроля за техническим состоянием, энерго- и ресурсосбережением, то можно с одной стороны «продлить жизнь» существующим машинным паркам, а с другой произвести «омоложение» и накопить опыт работы с применением энергоэффективных технологий. С увеличением стоимости валюты и как следствие, удорожанием эксплуатации и приобретения европейских образцов, обновление парков строительной техники принимает стратегическое значение. Инвестиции, вкладываемые в машиностроение, приведут к увеличению занятости населения, возрождению производства в основных отраслях государства и как следствие снизят импортозависимость. Кроме этого, стратегическими партнерами могут выступить машиностроение Республики Беларусь и Китая.

Основными

1. Всесторонняя оценка машинокомплектов, организационных и технологических мероприятий позволяет оценивать и подбирать комплекты машин по приоритетным показателям.

2. Применение современных технологий и машин может существенно повысить конкурентоспособность строительных организаций.

3. Использование методики позволяет выполнить энергоаудит механизации работ с сопоставлением производительности, себестоимости и затрат энергоресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем. Учебник для студ. высш.

учеб. заведений-М.: Издательский центр «Академия», 2009. 208 С.

2. Кравченко И.Н., Пучин Е.А. и др. Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика. Учеб. Под ред. проф. И.Н. Кравченко. М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. 336 С.

3. Прохоров С.В. Анализ влияния эксплуатационных факторов на принципы формирования парков строительной техники // Строительные и дорожные машины. 2012. №2 С. 34–37

4. Ким Б. Г. Формирование сети складов запасных элементов // Механизация строительства. 2014. № 6. С. 55–56

5. Речмедин М. Точность – вежливость королей // СТТ: Строительная техника и технологии. 2016. № 3(119). С. 28-37

6. Головин С.Ф. Основные факторы и показатели эффективности эксплуатации и сервиса дорожно-строительных машин // Механизация строительства. 2014. № 10. С. 26–31

7. <https://construction.trimble.com/products-and-solutions/visionlink> (дата обращения 16.05.2017)

8. Щербаков В.Ф. Рекуперативная система привода грузоподъемных машин // Строительные и дорожные машины 2008. №9. С. 49–51.

9. Гойдо М.Е. Некоторые пути повышения КПД объемных гидроприводов с управлением // Гидравлика, пневматика, приводы (HPD). 2013. № 2. С. 7–12.

10. Кузнецова В.Н., Савинкин В.В. К вопросу повышения энергоэффективности гидропривода машин // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2013. № 5. С. 22–25.

11. Щербачёв П.В., Семенов С.Е. Электрогидравлический привод с дроссельным регулированием с повышенной энергоэффективностью // Наука и образование. МГТУ им. Н. Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 10. С. 93–104.

12. Kemmetmüller W., Fuchshumer F., Kugi A. Nonlinear pressure control of self-supplied variable displacement axial piston pumps // Control Engineering Practice. 2010. 18. Pp. 84–93.

13. Baum H. Adaptives Regelungskonzept für elektrohydraulische Systeme mit Mehrgrößenregelung // Ölhydraul. und Pneum. 2001. Т. 45. №. 9. Pp. 619–625.

14. Spirk S. Adaptive Regelung aktiver Fahrwerke // Herstellung Bachelor+Master Publishing? Ein Imprint der Diplomica Verlag GmbH, Hamburg, 2012. P.99

15. Попов Е.В. Техническая коллекция Schneider Electric. Выпуск № 12 Проектирование электроприводов крановых механизмов-2009. С. 29–31

Prohorov S.V.**INCREASE IN LEVEL OF ENERGY EFFICIENCY OF CONSTRUCTION PRODUCTION ON THE BASIS OF APPLICATION OF MODERN MEANS OF MECHANIZATION**

The construction branch at the present stage has not easy times. The cost of operation of cars and mechanisms by production of installation and construction works occupy a powerful part in cumulative cost on construction of an object. In the submitted article the problem of decrease in costs of technical operation of parks of the equipment and increase in level of energy saving of construction in general is solved. For achievement of this purpose application of modern methods of works, the hi-tech and energy saving equipment and technology, and also use of an optimum set of mechanization is planned. Cost of operation and productivity of a set acts as criteria of optimization. During the solution of an objective the conclusions showing that the energy audit of mechanization of works with comparison of productivity, prime cost and expenses of energy resources allows to approach more fully formation of parks of cars have been formulated to improve an ecological component and to increase quality of installation and construction works.

Key words: *machine parks, energy efficiency, productivity, the given expenses, prime cost.*

Прохоров Сергей Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительного производства. Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
Адрес: Россия, 600000, Владимир, ул. Горького, д. 87.
E-mail: oc204@bk.ru

Аверкова О.А., д-р техн. наук, проф.,
Крутикова Д.Н., аспирант,
Логачев И.Н., д-р техн. наук, проф.,
Логачев К.И., д-р техн. наук, проф.,
Уваров В.А., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Зайцев О.Н., д-р техн. наук, проф.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского

К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ВОЗДУШНОГО ТЕЧЕНИЯ ВБЛИЗИ БОРТОВОГО ОТСОСА ОТ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ ВАННЫ*

kilogachev@mail.ru

Произведен расчет бортового отсоса от гальванической ванны. При помощи метода граничных интегральных уравнений построены линии тока при разных размерах механического экрана. Показано влияние экрана на спектр всасывания. Найдена высота механического экрана, который исключает выделение в помещение паров с поверхности электролита, уменьшает количество удаляемого воздуха, а также снижает энергозатраты.

Ключевые слова: местный отсос, метод конформных отображений, гальваническая ванна.

Введение. Процессы обработки деталей в гальванических ваннах сопровождаются выбросами загрязняющих веществ: аэрозолей едких щелочей, хлористого водорода, никеля, хромового ангидрида, серной кислоты и т.д. [1–3]. Наиболее надежным, но энергоемким способом локализации выбросов загрязняющих веществ в местах их образования является местный вентиляционный отсос (МВО) [4–10] (рис. 1).

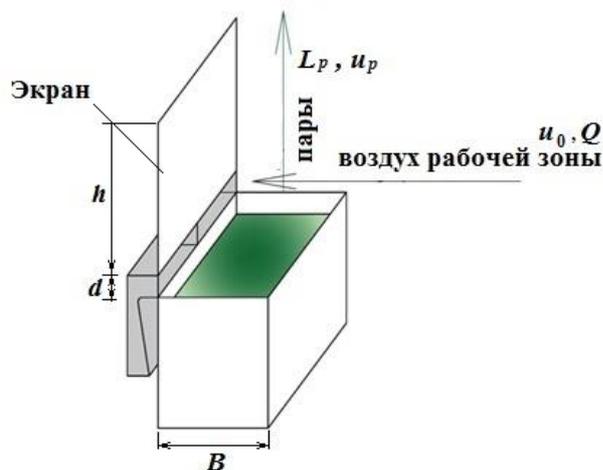


Рис. 1. Схема гальванической ванны с бортовым отсосом

Расчет течений вблизи бортовых отсосов производился в работах [4–6]. Использовался метод наложения потоков и конформных отображений. В монографии [4] течения вблизи линейного стока для однобортового отсоса в квадранте и двух линейных стоков для двубортового отсоса в полуплоскости накладывались на восходящий постоянный поток во всей плоскости. Механические экраны были бесконечными. В статьях [5–6]

рассматривался однобортовой отсос. Для расчета использовался тот же прием наложения потоков и метод конформных отображений, но механический экран был конечных размеров. Полагалось, что механическое экранирование МВО позволяет уменьшить количество удаляемого воздуха бортовым отсосом, за счет ограничения области действия линейного стока и, следовательно, снизить количество потребляемой электроэнергии системой местной вытяжной вентиляции.

Цель работы: разработка математической модели течения воздуха вблизи одно и двубортового отсоса с механическими экранами и определение их длины, необходимой для эффективного улавливания загрязняющих веществ.

Основные расчётные соотношения. Вычислительный алгоритм строился на основе метода граничных интегральных уравнений [11–12].

По границе S области течения непрерывно размещались фиктивные источники (стоки) неизвестной заранее интенсивности $q(\xi)$. Их величины должны быть таковы, чтобы их суммарное воздействие на точки границы индуцировало в них заданные значения нормальной составляющей скорости, то есть выполнялись граничные условия.

Значение скорости в произвольной точке x области вдоль единичного вектора \vec{n} определяется из следующей формулы:

$$v_n(x) = \int_S F_2(x, \xi) q(\xi) dS(\xi), \quad (1)$$

где $S(\xi)$ обозначает, что ξ является переменной интегрирования; функция

$$F_2(x, \xi) = \frac{1}{2\pi} \frac{(x_1 - \xi_1)n_1 + (x_2 - \xi_2)n_2}{(x_1 - \xi_1)^2 + (x_2 - \xi_2)^2}$$

выражает собой влияние на точку $x(x_1, x_2)$ единичного источника, расположенного в точке $\xi(\xi_1, \xi_2)$ вдоль единичного вектора $\vec{n} = \{n_1, n_2\}$.

Формула (1) являлась бы решением задачи, если бы интенсивности $q(\xi)$ были бы известны. Для их определения устремим внутреннюю точку x к граничной точке x_0 вдоль направления внешней нормали. Получим следующее выражение:

$$v_n(x_0) = \int_S^* F_2(x_0, \xi)q(\xi)dS(\xi), \quad (2)$$

где интеграл имеет особенность, что обозначено *. Действительно $\lim_{x_0 \rightarrow \xi} F_2(x_0, \xi) = \infty$.

Такое интегральное уравнение называется сингулярным. Однако интеграл в выражении (2) является сходящимся. Если окружить точку ξ полу-

$$-\frac{1}{2}q(x_0^p) + \sum_{\substack{k=1, \\ k \neq p}}^N q(\xi^k) \int_{\Delta S^k} F_2(x_0^p, \xi^k)dS(\xi^k) = v_n(x_0^p), \quad p = 1, 2, \dots, N, \quad (4)$$

ξ^k – произвольная точка k -го отрезка, ΔS^k – k -ый отрезок.

Решив эту систему уравнений и определив неизвестные интенсивности источников (стоков) можно определить искомую скорость во внутренней точке вдоль заданного направления по формуле:

$$v_n(x) = \sum_{k=1}^N q(\xi^k) \int_{\Delta S^k} F_2(x, \xi^k)dS(\xi^k). \quad (5)$$

Основные результаты и их обсуждение

С увеличением высоты механического экрана картина течения вблизи однобортового и двубортового отсоса изменяется (рис.2 - 3). Расходы вытяжного воздуха и паровоздушной смеси, поднимающейся над гальванической ванной равны: $Q_0 = L_p$. Скорость отсасываемого воздуха u_0 в 10 раз превышает скорость u_p поднимающейся паровоздушной смеси для однобортового отсоса: $u_0 / u_p = 10$ (рис.2). Для двубортового отсоса это соотношение в два раза меньше: $u_0 / u_p = 5$ (рис.2). Ширина всасывающего сечения d в 10 раз меньше ширины B гальванической

окружностью бесконечно малого радиуса и вычислить интеграл по ней, то он будет равен $-\frac{1}{2}q(x_0)$.

Таким образом, получим:

$$v_n(x_0) = -\frac{1}{2}q(x_0) + \int_S F_2(x_0, \xi)q(\xi)dS(\xi), \quad (3)$$

где интеграл уже не содержит точку $x_0 = \xi$.

Граничное интегральное уравнение (3) является интегральным уравнением Фредгольма 2-го рода. Аналитически оно не решается для областей с произвольными границами, поэтому применяется следующий численный метод его решения. Граница области течения разбивается на прямолинейные отрезки (граничные элементы). Вдоль каждого из отрезков интенсивность источников (стоков) не изменяется. Тогда, записав уравнение (3) для середин x_0^p каждого p -го из N полученных отрезков, получим систему N линейных алгебраических уравнений с N неизвестными $q(\xi^1), q(\xi^2), \dots, q(\xi^N)$:

ванны. В расчетах принималось $u_p = 1$ м/с; $B = 1$ м.

Чем выше максимальная высота подъема линии тока, тем менее эффективен отсос. Любое малое возмущение воздушной среды приводит к загрязнению помещения парами щелочи. На рис. 4 изображены графики изменения максимальной высоты подъема линии тока y_{max} от высоты механического экрана для однобортового отсоса. Цифрами 1,2,...5 на рисунке обозначены графики для линий тока, отстоящие от края гальванической ванны с противоположной стороны отсоса, на расстоянии 0,02, 0,04, ... 0,1 (на рис.2 эти линии тока также показаны цифрами).

Из рис. 4 следует, что увеличение высоты механического экрана более $h = B$ не приводит к дальнейшему повышению эффективности отсоса.

Для двубортового отсоса максимальная высота подъема линий тока стабилизируется уже при $h = 0,4B$ (рис. 5). Здесь цифры 1-5 соответствуют линиям тока 1-5 рис. 3. Рис. 6-7 демонстрируют картины течения при разных отношениях расходов отсасываемого воздуха и паровоздушной смеси.

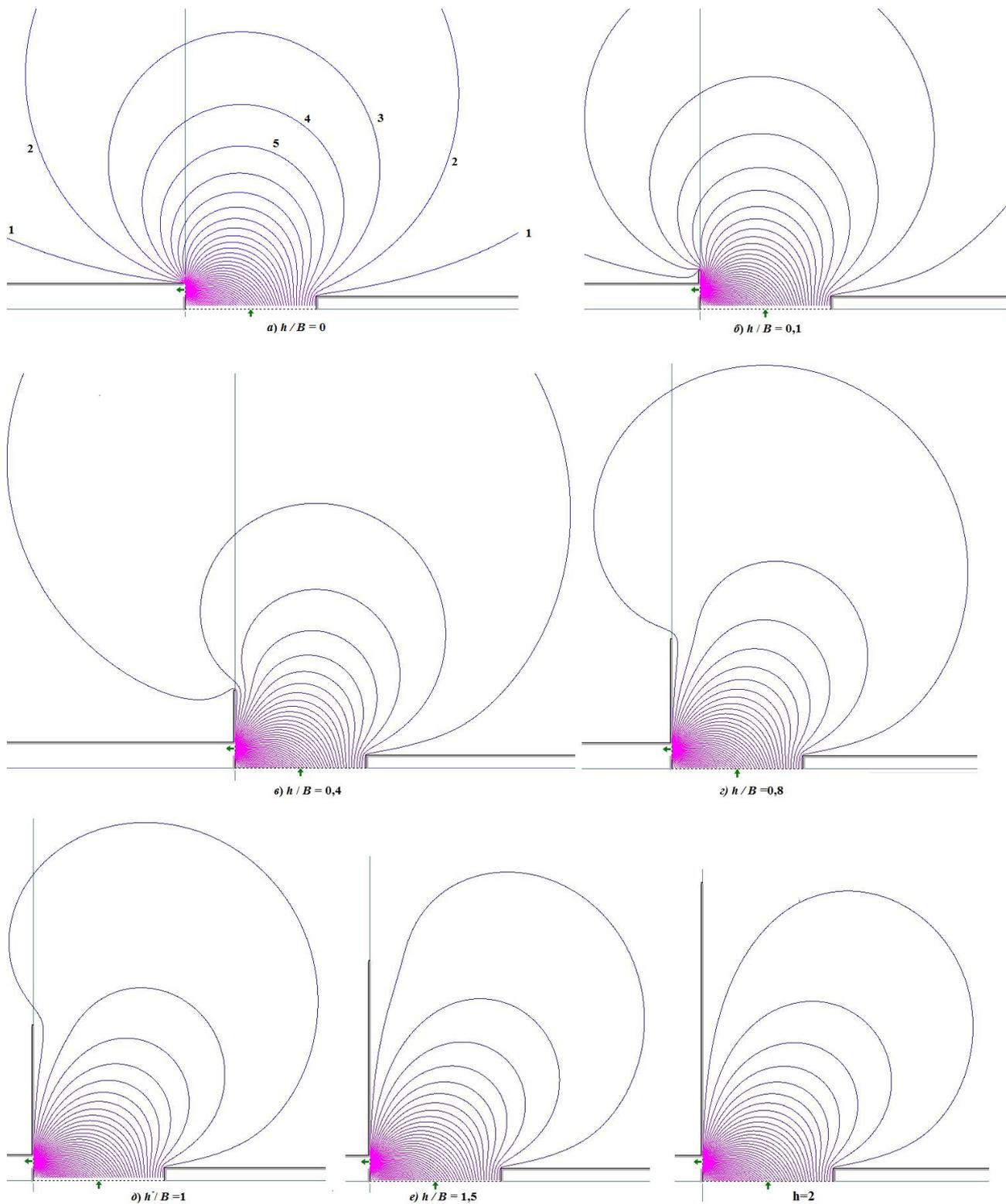


Рис. 2. Линии тока вблизи однобортового отсоса от гальванической ванны при разных высотах механического экрана

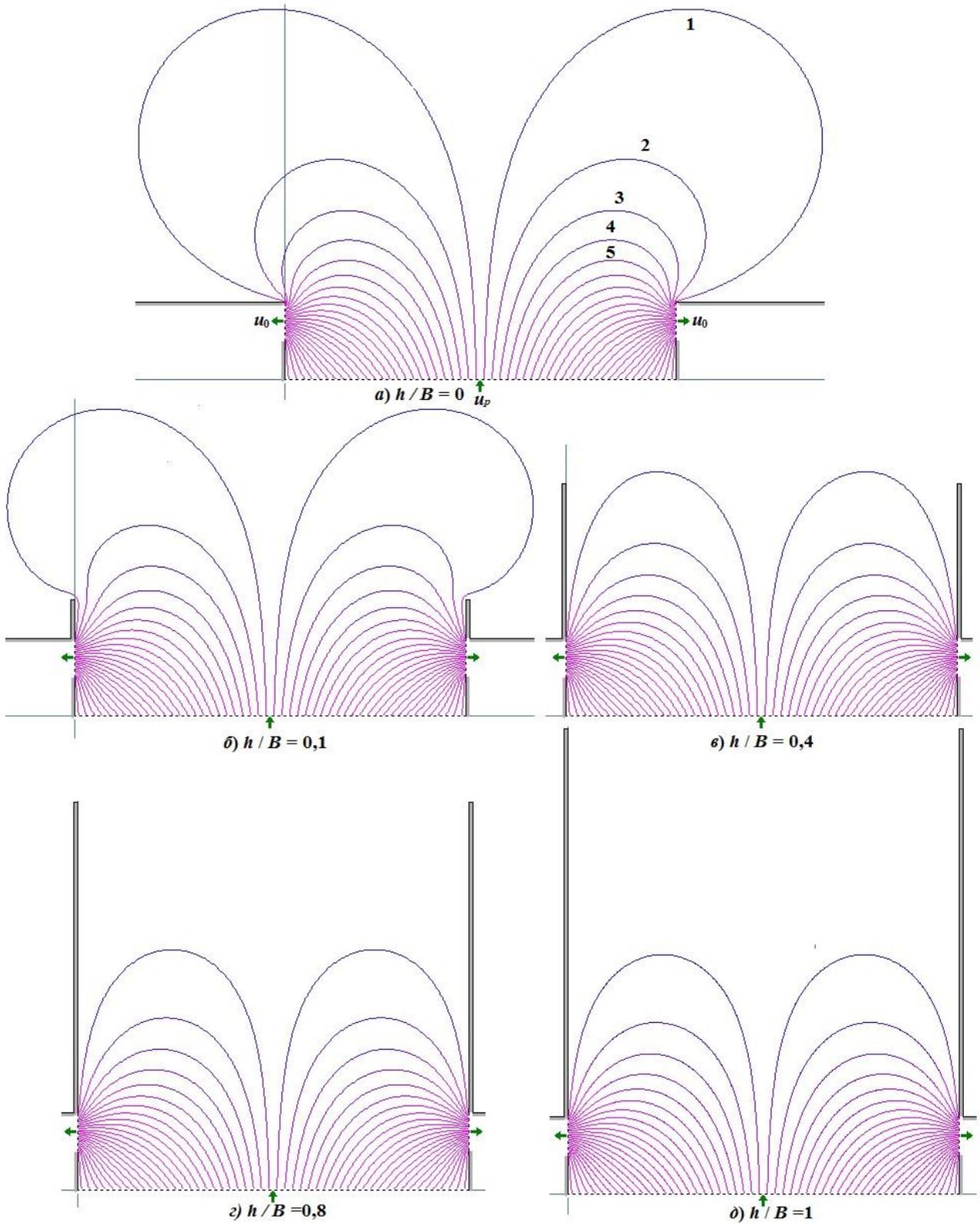


Рис. 3. Линии тока вблизи двубортового отсоса при разных высотах механического экрана

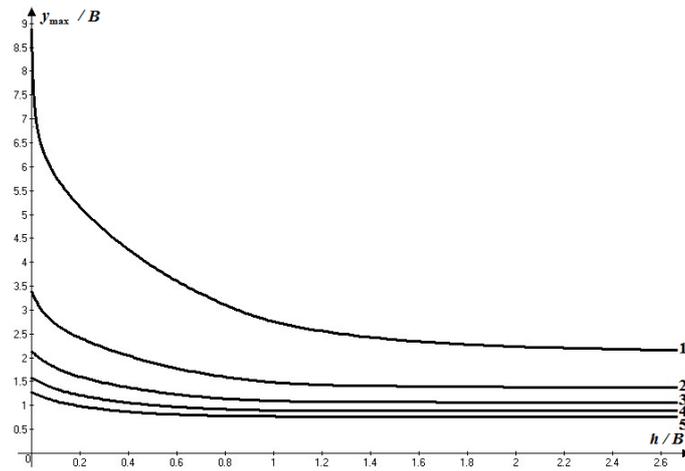


Рис. 4. Изменение высоты подъема линии тока для однобортового отсоса

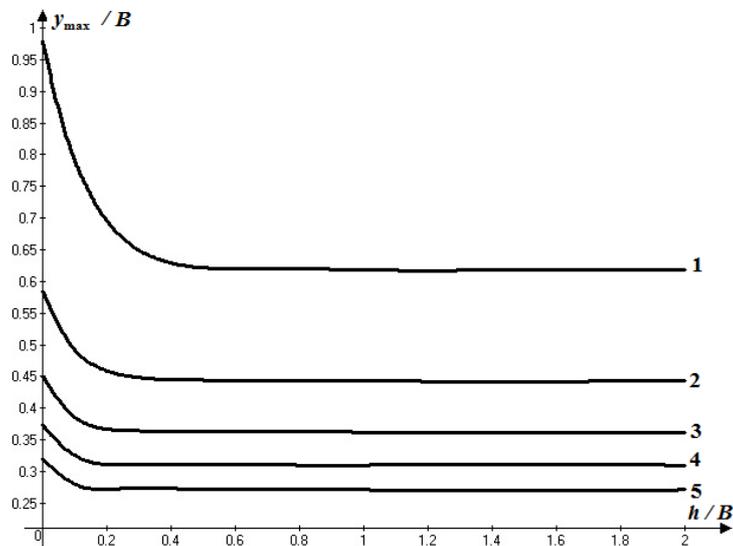


Рис. 5. Изменение высоты подъема линии тока для двубортового отсоса

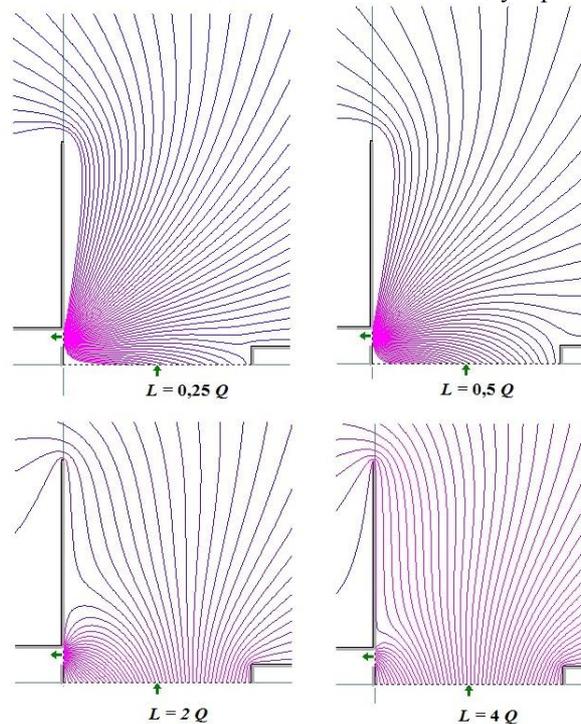


Рис. 6. Линии тока вблизи однобортового отсоса при разных соотношения расхода отсасываемого воздуха и паровоздушной смеси над гальванической ванной

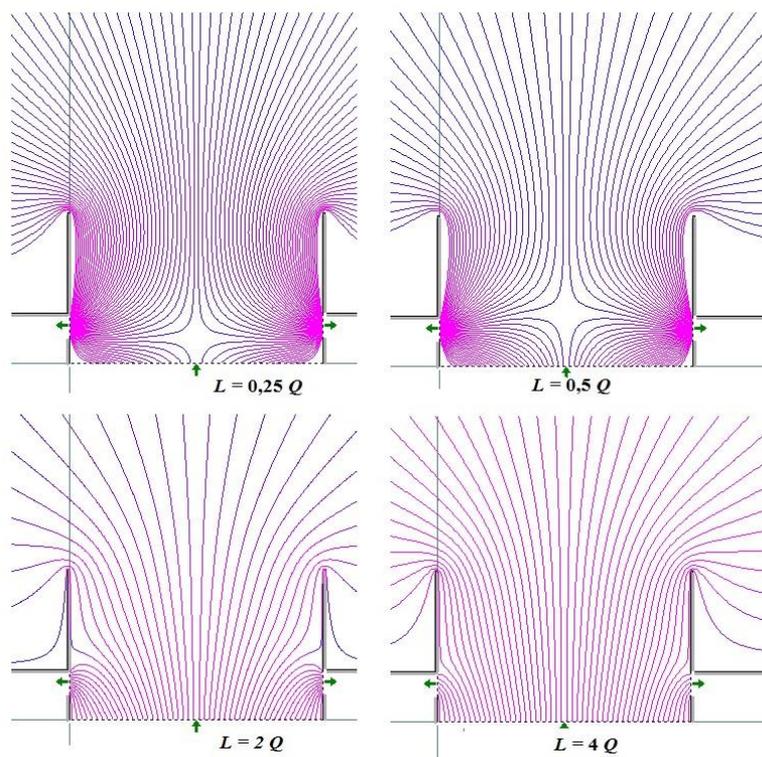


Рис. 7. Линии тока вблизи двубортового отсоса при разных соотношениях расходов отсасываемого воздуха и паровоздушной смеси над гальванической ванной

Выводы. На основе метода граничных интегральных уравнений разработана математическая модель течения вблизи местных отсосов от гальванических ванн при их механическом экранировании. Для повышения эффективности бортового отсоса от гальванической ванны необходима установка механического экрана высотой равной ширине ванны, а для двубортового отсоса – высотой равной 0,4 ширины ванны. Полученные результаты будут полезны при проектировании систем местной вытяжной вентиляции от гальванических ванн.

**Исследования выполнены по гранту РФФИ №16-08-00074а*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Елинский И.И. Вентиляция и отопление гальванических цехов машиностроительных предприятий. М.: Машиностроение, 1989. 152 с.
2. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник в 2-х томах. Том 1. Под ред. М.А. Шлугера. М.: Машиностроение, 1985. 240 с.
3. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник в 2-х томах. Том 2. Под ред. М.А. Шлугера и Л.Д. Тока. М.: Машиностроение, 1985. 248 с.
4. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции. М.: Стройиздат, 1963, 340 с.
5. Аверкова О.А., Крутикова Д.Н., Логачев И.Н., Логачев К.И., Уваров В.А. Математическое моделирование течения вблизи экранированного бортового отсоса // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. №9. С. 96–102.
6. Аверкова О.А., Крутикова Д.Н., Логачев И.Н., Логачев К.И., Уваров В.А. Расчет течения в спектре действия бортового местного вентиляционного отсоса // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. №10. С. 109–114.
7. Киреев В.М., Минко В.А. Разработка аспирационных укрытий и инженерной методики их расчета // Безопасность труда в промышленности. 2013. № 2. С. 42–46.
8. Минко В.А., Юров Ю.И., Овсянников Ю.Г. Нагнетатели в системах теплогазоснабжения и вентиляции // Международный журнал экспериментального образования. 2010. № 10. С. 86–87.
9. Маконин А.Л., Семенов А.С. Бункеры силосного типа // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 42–43.
10. Посохин В.Н. Аэродинамика вентиляции. М.: АВОК-ПРЕСС, 2008. 212 с.

11. Бреббия К., Теллес Ж., Вроубел Л. Методы граничных элементов. М.: Мир, 1987. 525 с.

12. Бреббия К., Уокер С. Применение метода граничных элементов к технике. М.: Мир, 1982. 248 с.

Averkova O.A., Krutikova D.M., Logachev I.N., Logachev K.I., Uvarov V.A., Zaytsev O.N.
ON THE QUESTION OF AIR TRAFFIC MODELING
NEARBOARD SUCTION FROM THE GALVANIC BATH

The paper calculated the board extraction from the electroplating bath. Using the method of boundary integral equations built velocity profiles for different sizes of the mechanical screen. Displaying the screen effect on the spectrum of absorption. Found height mechanical screen, which eliminates the vapor space in the allocation to the electrolyte surface, reduces the amount of exhaust air, and reduces power consumption.

Key words: local suction, the method of boundary integral equations, galvanic bath.

Аверкова Ольга Александровна, доктор технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

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

E-mail: olga_19572004@mail.ru

Крутикова Дарья Михайловна, магистрант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

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

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

Логачев Иван Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

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

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

E-mail: logachevin@mail.ru

Логачев Константин Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

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

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

E-mail: kilogachev@mail.ru

Уваров Валерий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции.

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

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

E-mail: v_a_uvarov@mail.ru

Зайцев Олег Николаевич, доктор технических наук, профессор.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского

Россия, 95000, пр-кт Академика Вернадского, 4, Симферополь.

E-mail: zon071941@mail.ru

*Малахов П.И., мастер цеха тепловых сетей
ОАО «Теплоэнерго»
Гущин С.В., студент,
Семиненко А.С., ст. преп.,
Киреев В.М., канд. техн. наук, доц.*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ ПОДКЛЮЧЕНИЯ НОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ГИДРАВЛИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

tgw.bel@gmail.ru

В настоящее время интенсивного городского строительства возникает необходимость присоединения новых абонентов к существующим тепловым сетям. Зачастую, данные подключения новых абонентов приводят к гидравлической разрегулировке сети, что в свою очередь сказывается на обеспечении существующих потребителей теплом. Для того чтобы, по возможности, снизить вероятность разрегулировки, необходимы соответствующие рекомендации, которые можно получить в ходе исследований. В статье, авторами был произведен соответствующий эксперимент, направленный на выявление тенденции влияния подключения новых абонентов на гидравлическую стабильность всей сети. Результатом исследования стали соответствующие рекомендации, которые будут полезны инженерным работникам как при проектировании новых, так и реконструкции старых сетей.

***Ключевые слова:** централизованное теплоснабжение, тепловые сети, гидравлическая разрегулировка, надежность теплоснабжения, коэффициент гидравлической устойчивости.*

Введение. Поскольку от бесперебойного и качественного теплоснабжения зависит не только экономическая [1] и энергетическая, но и социальная безопасность государства [2], обеспечение тепловой энергией потребителей является одной из наиболее важных задач, как энергетической отрасли страны, так и всей Российской Федерации.

Перспективы развития централизованного теплоснабжения определяются задачами совершенствования и повышения эффективности строительства и эксплуатации теплоисточников, систем транспортирования и потребителей тепла [3–4]. Важным этапом современного развития централизованного теплоснабжения крупных городов, особенно в связи со строительством зданий повышенной этажности, является повышение надежности теплоснабжения.

Так, ежегодно происходит подключение потребителей к тепловым сетям или же их отключение, реконструкция трубопроводов, введение в эксплуатацию или вывод из эксплуатации котельных. Однако существующие способы регулирования отпуска теплоты в водяных системах теплоснабжения не обеспечивают в течение всего отопительного сезона потребителей требуемым количеством тепловой энергии. Все это приводит к несоответствию у абонентов фактических расходов теплоносителя проектным [2]. Как следствие возникает гидравлическая разрегулировка тепловой сети [5].

Основная часть. Для решения этой проблемы необходимо достижение стабильного гидравлического режима или максимального показателя гидравлической устойчивости тепловой сети в течение всего отопительного периода [6–7].

Под коэффициентом гидравлической устойчивости понимают способность системы сохранять постоянный расход теплоносителя на абонентских вводах при изменении условий работы других потребителей.

Коэффициент гидравлической устойчивости определяется по формуле:

$$K_y = G_f / G_p, \quad (1)$$

где G_f – фактический расход сетевой воды на абонентском вводе; G_p – расчетный (максимально возможный) расход сетевой воды на абонентском вводе.

Для исследования влияния подключения потребителей на гидравлическую устойчивость тепловых сетей мы создали модель потокораспределения теплосети отдельного микрорайона, на основе методики гидравлического расчета по характеристикам сопротивления [8–10]. На рисунке 1 приведена схема системы теплоснабжения расчетного микрорайона с тремя точками последующего подключения новых потребителей. Гидравлический расчет микрорайона методом характеристик сопротивления произвели с помощью программного комплекса Microsoft Excel. Результаты представлены в таблице 1.

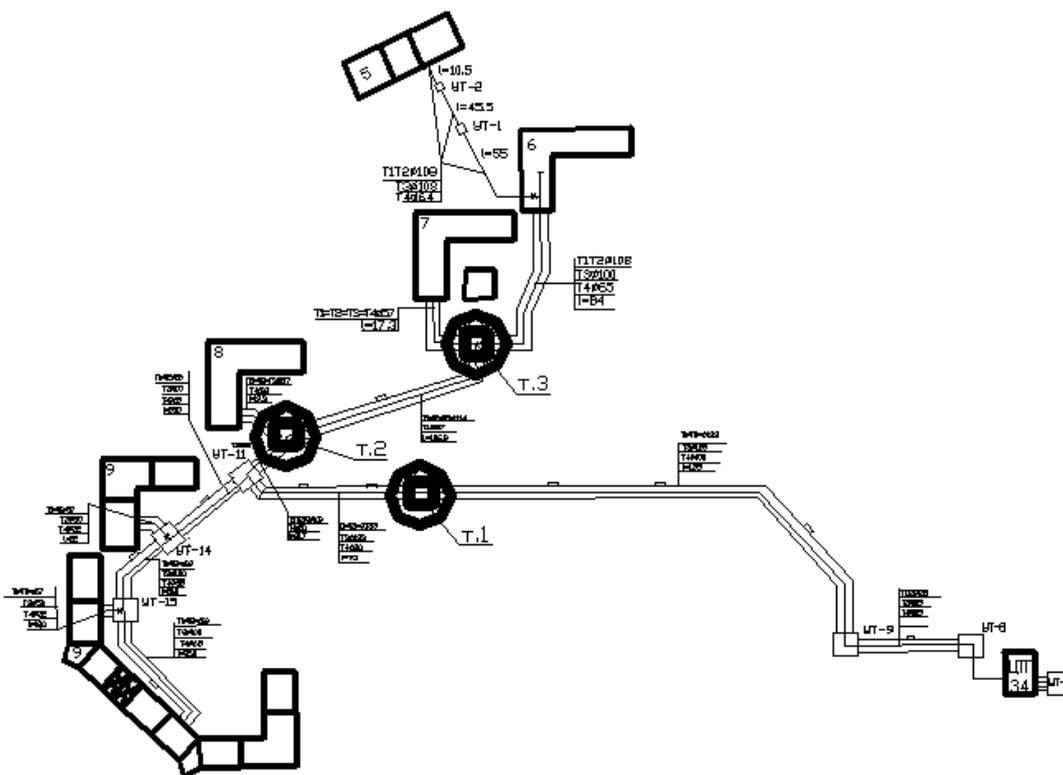


Рис. 1. Схема системы теплоснабжения расчетного микрорайона с точками последующего подключения новых потребителей

Таблица 1

Результаты гидравлического расчета микрорайона методом характеристик сопротивления

№ участка	Диаметр трубопровода	Длина участка	Общая нагрузка	Расход сетевой воды	Потери давления на участке	Располагаемый напор	Характ. сопр. S, м·ч ² /м ⁶		S·Q ²	
							Участка	Парал. Послед.		
	мм	м	Гкал/ч	м ³ /ч	м. вод. ст.	м	Участка	Парал. Послед.	м. вод. ст.	
жд6	УТ13	108	84	0,9599	12	0,456	16,5	0,120917	0,055572	17,41
жд7	УТ13	76	17,3	0,4526	5,7	0,153	17,1	0,535734		
УТ12	УТ13	114	106,9	1,4125	17,7	0,922	17,5	0,005886	0,061458	19,25
жд8	УТ12	57	19,3	0,4193	5,2	0,839	17,6	0,712944	0,036726	19,26
УТ12	УТ11	133	21,7	1,8318	22,9	0,13	19,3	0,000496	0,037222	19,52
УТ14	УТ11	108	33	1,5248	19,1	0,493	18,6	0,053920	0,011104	
УТ11	УТ10	159	95	3,3566	42	0,767	19,6	0,000870	0,011974	21,12
УТ10	УТ9	159	139	3,3566	42	1,122	21,1	0,001272	0,013246	23,37
УТ9	УТ8	159	74	3,3566	42	0,597	23,3	0,000677	0,013923	24,56
УТ8	ЦПП	133	34,5	3,3566	42	0,736	24,5	0,000834	0,014757	26,03
жд9	УТ15	89	72	0,8179	10,2	0,906	16,3	0,174087	0,097948	
жд9	УТ15	57	18	0,2723	3,4	0,365	17,4	1,568339		
УТ15	УТ14	108	31	1,0902	13,6	0,237	18,1	0,002563	0,100511	
жд9	УТ14	57	22	0,2	5,5	0,31	18,3	0,625455	0,051217	
УТ14	УТ11	108	33	1,5248	19,1	0,493	18,6	0,002703	0,053920	
жд5	УТ7	108	30	0,4713	5,9	0,048	20,1	0,580178	0,164014	20,2
жд4	УТ7	89	30	0,4193	5,2	0,111	20	0,747855		20,2
УТ7	УТ6	108	85	0,8906	11,1	0,482	20,2	0,007824	0,171838	20,2
УТ6	жд4-3	89	26,7	0,8563	10,7	0,412	20,4	0,185379	0,044604	
УТ6	УТ5	133	62,5	1,7469	21,8	0,409	21,2	0,001721	0,046325	
УТ5	УТ4	133	60	1,7469	21,8	0,34	22	0,001431	0,047756	

Продолжение таблицы 1

№ участка		Диаметр трубопровода	Длина участка	Общая нагрузка	Расход сетевой воды	Потери давления на участке	Располагаемый напор	Характ. сопр. S, м ² /м ⁶		S·Q ²
								Участка	Парал. Послед.	
УТ4	УТ3	133	91	1,8929	23,7	0,605	22,7	0,002154	0,049910	
жд2	УТ3	76	13,5	0,5619	7	0,203	23,5	0,487878	0,028651	
УТ3	УТ2	133	27	2,4548	30,7	0,314	23,9	0,000666	0,029318	
жд2	УТ2	76	14,7	0,6916	8,6	0,335	23,9	0,332207		24,6
УТ1	УТ2	108	59	1,71116	21,4	1,109	22,3	0,045550	0,006652	
УТ2	ЦТП	159	13	4,8992	61,2	0,227	24,5	0,000121	0,006773	25,37
школа	УТ16	76	42	1,1125	13,9	2,5	11,5	0,085399	0,058001	15,9
хоз.блок	УТ16	57	30	0,192	2,4	0,3	10,2	1,875000		3,4
УТ16	УТ1	76	14	1,3045	16,3	1,136	16,5	0,008551	0,066552	19,3
1а-1	УТ1	76	25	0,41	5,1	0,148	22	0,857209	0,040707	5,4
УТ1	УТ2	108	59	1,71116	21,4	1,109	22,3	0,004843	0,045550	23,4

Найдя характеристики сопротивления каждого участка и всей сети, определили необходимое количество опытов (пересчетов гидравлических характеристик) исходя из теории полного факторного эксперимента. [11]

Полный факторный эксперимент – это эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней факторов. Необходимое количество опытов n при этом определяется по формуле:

$$n=N^k=3^2=9, \quad (2)$$

где N – количество уровней факторов, k – количество факторов.

В нашем случае факторами являются точка подключения нового потребителя и его тепловая нагрузка. Таким образом, количество факторов

$k=2$, количество уровней факторов $N=3$. Таким образом, девять пересчетов гидравлических характеристик будут удовлетворять требованиям проведения полного факторного эксперимента.

С помощью программного комплекса Microsoft Excel выполнили пересчет гидравлических характеристик тепловой сети, с учетом очередного подключения в точке 1, точке 2 и точке 3 нового потребителя с тепловой нагрузкой, равной 10, 50 и 90 % от нагрузки ветви.

По формуле (1) определили коэффициент гидравлической устойчивости для жилых домов. Результаты вычисления коэффициента гидравлической устойчивости жилого дома №6 свели в таблицу 2.

Таблица 2

Результаты вычисления коэффициента гидравлической устойчивости жилого дома №6

$\frac{Q_i}{Q_{\text{общ}}}$	$\frac{Q}{Q_{\text{общ}}}$		
	0	0,42	1
0,1	0,965	0,982	0,987
0,5	0,843	0,921	0,944
0,9	0,750	0,871	0,907

где Q – тепловая нагрузка после точки подключения нового потребителя, Гкал/ч;

$Q_{\text{общ}}$ – общая тепловая нагрузка на ветвь, Гкал/ч; Q_i – тепловая нагрузка подключаемого потребителя, Гкал/ч.

Отношение $\frac{Q}{Q_{\text{общ}}}$ условно выражает координату точки подключения потребителя.

Анализ результатов вычисления коэффициента гидравлической устойчивости жилого дома №6 (рис. 6) показал, что величина изменения коэффициента гидравлической устойчивости находится в пределах от 1 % до 25 %. Понижение ко-

эффициента гидравлической устойчивости негативно влияет на надежность всей системы теплоснабжения [6–7]. Так, в таблице 3 приведена зависимость показателя надежности системы теплоснабжения от коэффициента гидравлической устойчивости.

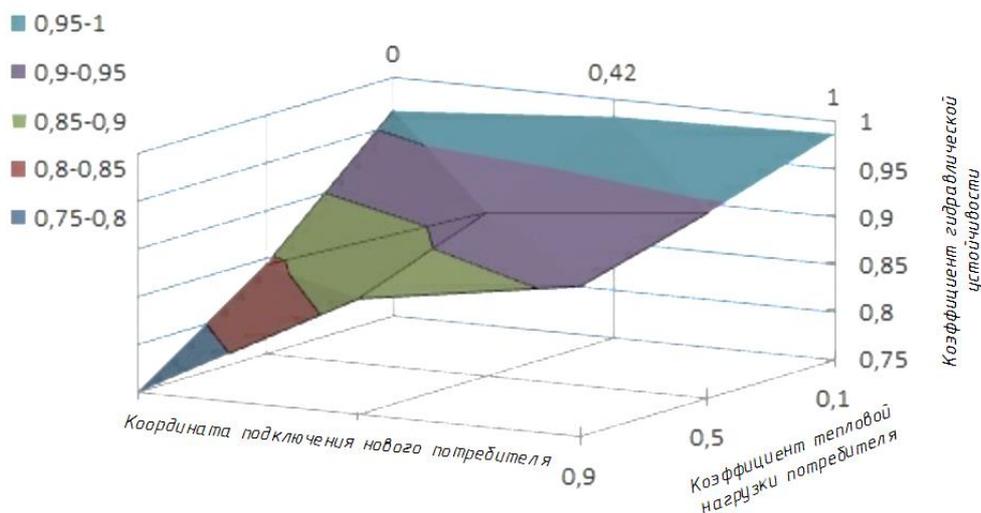


Рис. 2. Зависимость коэффициента гидравлической устойчивости жилого дома №6 от тепловой нагрузки и точки подключения нового потребителя

Таблица 3

Зависимость показателя надежности системы теплоснабжения от коэффициента гидравлической устойчивости

Изменение гидравлической устойчивости, доля ед.	Максимальный предел надежности, доля ед.
До 0,05	0,93–0,91
0,060–0,10	0,90–0,84
0,11–0,15	0,83–0,79
0,16–0,20	0,78–0,71
0,21–0,25	0,70–0,66
0,26–0,30	0,65–0,61
0,31–0,35	0,60–0,56

В соответствии с СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» (актуализированная редакция СНиП 41-02-2003), минимально допустимый показатель вероятности безотказной работы системы централизованного теплоснабжения (СЦТ) в целом следует принимать равным $P_{\text{сцт}} = 0,86$. А минимально допустимый показатель готовности СЦТ к исправной работе принимается $K_r = 0,97$ [9]. Таким образом, минимально допустимый показатель надежности системы централизованного теплоснабжения находится по формуле:

$$N_{\text{сцт}} = P_{\text{сцт}} \cdot K_r = 0,86 \cdot 0,97 = 0,83 \quad (3)$$

Показатель надежности $N_{\text{сцт}} = 0,83$ соответствует 0,11 доли единиц изменения гидравлической устойчивости системы согласно табл. 3. Значит, при уменьшении гидравлической устойчивости ниже данного значения система теплоснабжения не будет являться надежной.

Таким образом, по табл.2. видим, что при подключении в каждой рассмотренной точке потребителя с тепловой нагрузкой, равной 10% от нагрузки ветви, величина изменения гидравлической устойчивости всегда остается в пределах допустимой для обеспечения надежности системы теплоснабжения. А при подключении во всех

рассмотренных точках потребителя с тепловой нагрузкой, равной 90% от нагрузки ветви, величина изменения гидравлической устойчивости не удовлетворяет уровню обеспечения надежности системы теплоснабжения. При подключении в точке 1 и 2 потребителя с тепловой нагрузкой, равной 50% от нагрузки ветви, величина изменения гидравлической устойчивости остается в пределах допустимой для обеспечения надежности системы теплоснабжения, а при подключении в точке 3 не удовлетворяет требованиям обеспечения надежности.

Выводы. Таким образом, чем больше тепловая нагрузка подключаемого потребителя и чем ближе к конечному потребителю он расположен, тем большее влияние оказывается на его коэффициент гидравлической устойчивости. Для устранения разрегулировки необходимо выполнение расчетов потокораспределения, и в случае отклонения реальных расходов от расчетных значений проведение наладочных мероприятий. По существу, наладочные мероприятия заключаются в увязке гидравлических сопротивлений теплопотребляющих установок в соответствии с режимом работы сетевого оборудования [5, 14, 15] и требуемыми расходами теплоносителя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кущев Л.А., Дронова Г.Л. Пути снижения энергозатрат в жилищно-коммунальном хозяйстве // Вестник БГТУ им В.Г. Шухова. 2008. №2. С. 24–25.
2. Парамонова Е.Ю., Елистратова Ю.В., Семиненко А.С. Проблема перетопов и недотопов в отопительный период // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 48–50.
3. Balaman Ş. Y., Selim H. Sustainable design of renewable energy supply chains integrated with district heating systems: A fuzzy optimization approach. *Journal of Cleaner Production*. 2016. Vol. 133. Pp 863–885.
4. Башмаков И.А. Повышение энергоэффективности в системах теплоснабжения часть 1. проблемы российских систем теплоснабжения // Энергосбережение. 2010. № 2. С. 46–54.
5. Стерлигов В.А., Мануковская Т.Г., Крамченко Е.М. Системы водяного теплоснабжения и отпуск теплоты // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2012. №12 (132). С. 60–63.
6. Абдулаев Д.А., Маркелова Е.А., Сабирзянов А.Р., Миронов Н.Ю. Гидравлическая устойчивость тепловой сети // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. №1 (52). С. 67–85.
7. Пашенцева Л.В. Влияние нарушения гидравлической устойчивости на надежность теплоснабжения // Строительство и техногенная безопасность. 2012. №44. С. 85–88.
8. Minko V.A., Seminenko A.S., Alifanova A.I., Elistratova J.V., Tkach L.V. Assumptions and premises of heating systems hydraulic calculation methods: part 2 // *Ecology, Environment and Conservation Paper*. 2015 Vol 21. Issue 2. Pp. 1075–1080.
9. Брянская Ю.В. Совершенствование методов гидравлического расчета характеристик течения и сопротивления в трубах / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук // Московский государственный строительный университет (национальный исследовательский университет). Москва, 2003
10. Минко В.А., Семиненко А.С., Елистратова Ю.В. Допущения и предпосылки методов гидравлического расчета систем отопления // Успехи современного естествознания. 2014. № 4. С. 114–118.
11. Горленко О.А., Можяева Т.П., Проскурин А.С. Метод анализа полных факторных экспериментов // Методы менеджмента качества. 2009. № 3. С. 44–48.
12. СП 124.13330.2012 «Тепловые сети». Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. введ. 2013–01–01.
13. Ананьина Л.И., Первак Г.И. Гидравлическая устойчивость абонентских установок // Сборник материалов Всероссийской научной студенческой конференции. 2015. С. 12–14.
14. Шеремет Е.О., Семиненко А.С. Применение тепловых насосов в системах централизованного теплоснабжения в целях повышения экономичности и энергоэффективности тепловых сетей // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 54–57.
15. Скрипченко А.С. Оптимизация теплогидравлического режима тепловых сетей // Материалы XI Международной учебно-научно-практической конференции. Трубопроводный транспорт -2016. Уфа: УГНТУ 2016. С. 377–379.

Malakhov P.I., Gushchin S.V., Seminenko A.S., Kireev V.M.

INFLUENCE OF CONNECTION OF NEW CONSUMERS ON HYDRAULIC STABILITY OF THERMAL NETWORKS

At present, intensive urban construction, there is a need to connect new subscribers to existing heating networks. Often, the data connection of new subscribers leads to a hydraulic misalignment of the network, which in turn affects the provision of existing consumers with heat. In order, if possible, to reduce the likelihood of misalignment, appropriate recommendations are needed that can be obtained during the research. In the article, the authors carried out a corresponding experiment aimed at revealing the tendency of the connection of new subscribers to the hydraulic stability of the entire network. The result of the research became relevant recommendations, which will be useful for engineering workers both in the design of new ones and in the reconstruction of old networks.

Key words: *centralized heat supply, heat networks, hydraulic misalignment, reliability of heat supply, coefficient of hydraulic stability.*

Малахов Павел Иванович, мастер цеха тепловых сетей, ОАО «Теплоэнерго».

Адрес предприятия: Россия, 309507, Старый Оскол, ул. Ватутина, д. 83

E-mail: malahov.p@mail.ru

Гущин Сергей Васильевич, студент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

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

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

E-mail: guschin-c262@yandex.ru

Семенов Артем Сергеевич, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: semenenko.as@gmail.ru

Киреев Виталий Михайлович, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: vit31rus@mail.ru

*Бегдай С.Н., канд. техн. наук, доц.,
Сторожук Т.А., канд. техн. наук, доц.*

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина

АДСОРБЦИОННЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ В СИСТЕМАХ ТРИГЕНЕРАЦИИ

219bs@mail.ru

На сегодняшний момент не все возводимые здания и сооружения в полной мере не могут быть обеспечены сетевыми энергоресурсами. Стали множиться отказы в выдаче технических условий, наряду с этим увеличилась цена за подсоединение. Решением данной проблемы может служить газопоршневые или газотурбинные установки. При условии, что грамотно посчитан энергобаланс здания и соответствующим образом подошли к использованию вырабатываемых энергоресурсов, то есть загрузка находится на приемлемом для данного агрегата уровне. Данные установки могут обеспечить здание теплом, холодом и электроэнергией при сравнительно не больших материальных затратах. Не выгодным является использование данных установок в межсезонье, когда внутренний температурный режим соответствует наружному, в это время целесообразно пользоваться сетевыми ресурсами.

Ключевые слова: *солнечный коллектор, адсорбционная холодильная машина, тригенерация.*

Введение. На первый взгляд может показаться, что из-за разности энергозагруженности конкретно рассматриваемого здания, использование выше указанных установок не имеет смысла, и может оказаться, что в некоторых случаях это так и есть, но если потребление сбалансировано, то установки могут использоваться. Так же стоит отметить что более массово данная технология может использоваться совместно с адсорбционными холодильными машинами в режиме тригенерации [1, 2, 9, 8, 16].

Для повышения эффективности комбинированных гелиоколлекторных установок с солнечными батареями (кгусб) в летний период, когда у потребителей значительно снижается потребность в тепле, и растут затраты энергии на кондиционирование, комбинированная установка используют еще и для производства холода, то есть в режиме тригенерации [3–6].

Производство холода в адсорбционной машине достигается вследствие трансформации тепла путем сочетания прямого цикла превращения его в работу и обратного цикла – получения холода с расходом работы. В осуществлении цикла холодильной машины участвуют три источника тепла: нагреватель, окружающая среда и охлаждающий объект [12–15].

В адсорбционных холодильных установках возможно использование избыточной теплоты, получаемой на гелиоколлекторной установке, с целью производства холода для технологических нужд. Комбинированных гелиоколлекторных установок с солнечными батареями с получением холода является дополнительным инструментом для стимуляции повышения

энергетической эффективности сложных технологических процессов и предприятий в целом.

Основная часть. Выбор типа адсорбционной холодильной машины для тригенерационной установки определяется, главным образом, температурой охлаждения, требуемой для технологического процесса, и холодильной нагрузкой. Если требуются температуры охлаждения более 0 °С, то используются бромистолитиевые адсорбционные холодильные машины.

На рис. 1 приведена схема комбинированной гелиоколлекторной установок с солнечными батареями, которая включена в контур холодильной системы. В этой схеме теплота гелиоколлекторной установки используется в десорбере либо непосредственно (рис. 1, а), либо через промежуточный теплообменник, в котором теплота от теплоносителя гелиоколлекторной установки переходит в начале в теплоту горячей воды или пара (рис. 1, б) [11].

Достоинством схемы «а» является отсутствие дополнительного теплообменника, удешевление установки, улучшение ее компоновки. Преимуществом схемы «б» является то, что пар или горячую воду, вырабатываемые для адсорбционной холодильной установки, можно использовать и для других целей, что делает установку универсальной.

Система управления адсорбционной холодильной установки работает, как правило, независимо от системы управления гелиоколлекторной установки. Если нет потребности в охлаждении, а гелиоколлекторная установка продолжает работать, то поток теплоносителя автоматически

байпасирует контур десорбера адсорбционной холодильной установки.

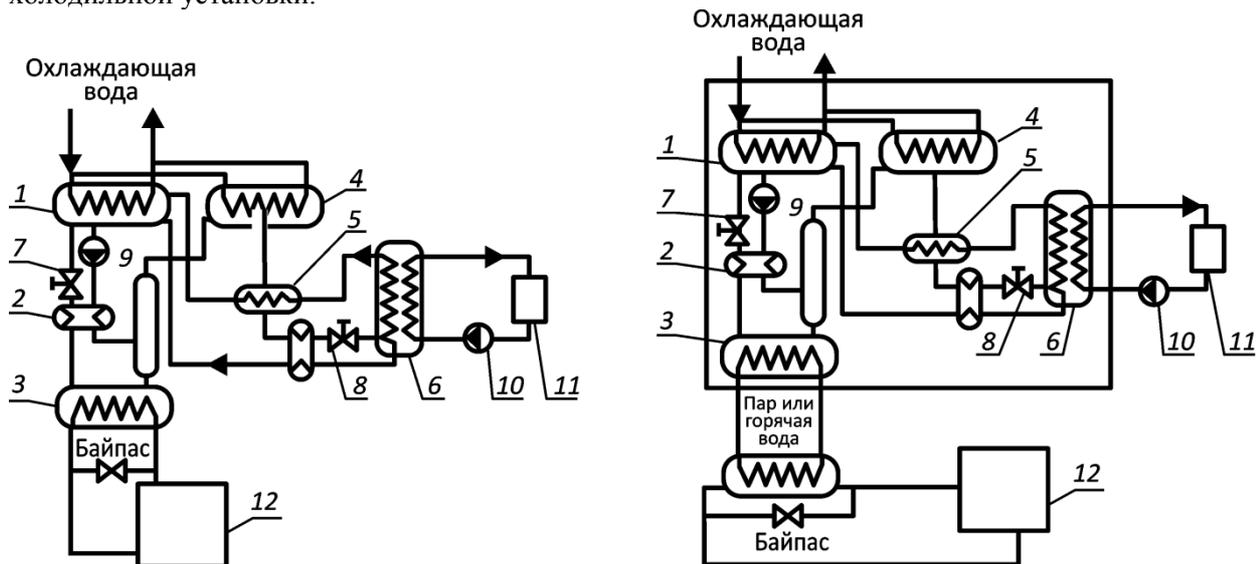


Рис. 1. Схема адсорбционной холодильной установки, работающей совместно с гелиоколлекторной установкой, при использовании теплоты теплоносителя (а) и горячей воды/пара (б) 1 – адсорбер; 2 – теплообменник растворов; 3 – десорбер; 4 – конденсатор; 5 – парожидкостный теплообменник; 6 – испаритель; 7 – дроссельный вентиль раствора; 8 – дроссельный вентиль рабочего тела; 9 – насос крепкого раствора; 10 – контур раствора; 11 – холодильная установка; 12 – гелиоколлекторная установка

Технологические процессы с применением теплоты и холода, расходы которых изменяются во времени, можно оптимизировать, применяя адсорбционную холодильную машину в сочетании с буферным ледяным холодильником. Когда уменьшается или прекращается подача пара на адсорбционную холодильную машину (например – ночью), то включается «ледяной» буфер, а адсорбционная холодильная установка переходит на частичную мощность или вообще останавливается.

На рис. 2 показана схема комбинированной гелиоколлекторной установки с солнечными батареями, в которой часть теплоты выхлопных от гелиоколлекторной установки используется в адсорбционной холодильной машине для получения холода, а другая для горячего водоснабжения [10].

Еще один вариант тригенерационной установки показан на рис. 3.

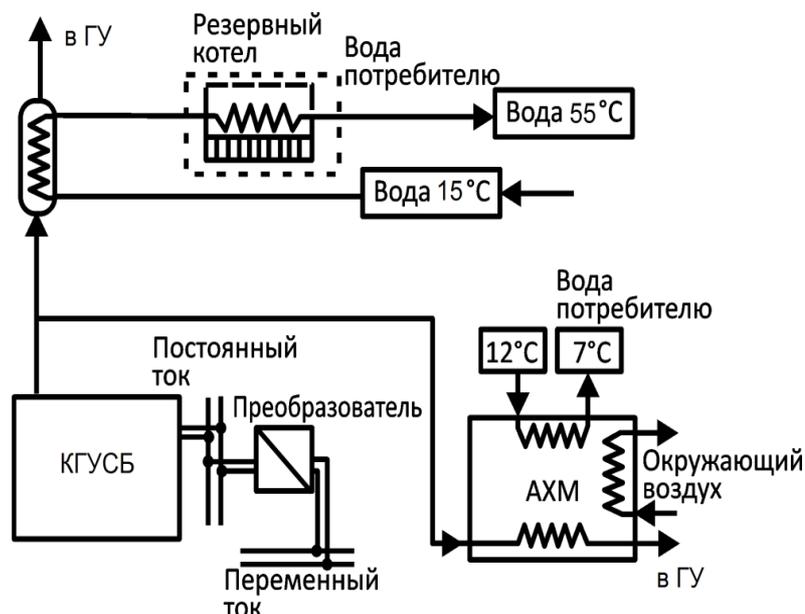


Рис. 2. Схема тригенерационной установки на основе комбинированной гелиоколлекторной установка с солнечными батареями

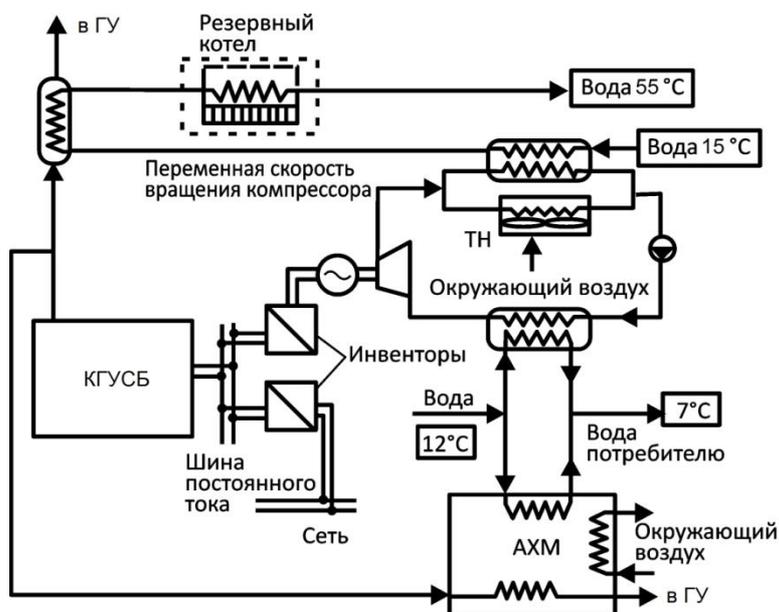


Рис. 3. Схема тригенерационной установки на базе комбинированная гелиоколлекторной установки с солнечными батареями, теплового насоса и адсорбционной холодильной машины

От предыдущей схемы она отличается тем, что третьим полезным продуктом (кроме электроэнергии и теплоты) является холодная вода (+7...+12 °С), циркулирующая в системе кондиционирования здания и вырабатываемая как в тепловом насосе, так и в адсорбционной холодильной машине.

Сопоставление схем проводится по четырем основным показателям: электрический КПД электрогенерации $\eta_{э}$, коэффициент использования топлива $K_{ум}$, эксергетический КПД системы η_{ex} , относительная экономия топлива Δg_m , рассчитываемые по уравнениям:

$$\eta_{э} = \frac{N_{э}}{g_{мон} Q_n^p}, \quad (1)$$

$$K_{ум} = \frac{N_{э} + Q_m}{g_{мон} Q_n^p}, \quad (2)$$

$$\eta_{ex} = \frac{N_{э} + E_Q}{g_{мон} E_{мон}}, \quad (3)$$

где w_0 – объем адсорбционного пространства, в котором действует адсорбционное поле; $\Theta = a/a_0$ – степень заполнения этого объема; a_0 – предельная величина адсорбции в объеме w_0 при давлении p_s . Связь величин ε и ξ вытекает из уравнения (5):

$$\varepsilon = RT \ln p_s / p = \xi - RT \ln \Theta. \quad (6)$$

$$\Delta g_m = \frac{g_{мон} Q_n^p}{\frac{W_{э}}{\eta_{э.раз}} + \frac{Q_m}{\eta_{m.раз}} + \frac{Q}{K_{раз}}}, \quad (4)$$

где $E_Q, E_{мон}$ – эксергия теплоты и топлива, соответственно; $\eta_{э.раз}, \eta_{m.раз}, K_{раз}$ – эффективность раздельной выработки электроэнергии, теплоты, холода; $g_{мон}$ – расход топлива в микротурбинной генерации.

Параметры адсорбционного процесса существенно зависят от температуры. Представляет интерес зависимость адсорбционного равновесия от температуры.

Теория изотермы адсорбции была создана И. Ленгмюром, в дальнейшем вместо адсорбционного потенциала И. Ленгмюра получили

$$\Psi = RT \ln \frac{c_1}{c_2}, \quad \text{где } R \text{ – газовая постоянная, } T \text{ –}$$

температура, c_1 и c_2 – концентрация компонентов смеси, предлагается функция ξ , которая равна.

$$\xi = \Psi - \Psi_0 = RT \ln \frac{a}{w_0} \frac{RT}{p} - RT \ln \frac{a_0}{w_0} \frac{RT}{p_s} = RT \ln p_s \Theta / p, \quad (5)$$

Дифференцируя уравнение (6) по T при $\Theta = const$, получим

$$(d\varepsilon / dT)_{\Theta} = (d\xi / dT)_{\Theta} - R \ln \Theta. \quad (7)$$

Рассматривая адсорбционную систему при $\Theta = const$, можно установить аналогию термодинамических свойств такой системы и свойств объемного раствора.

Величины ξ и $(d\xi/dT)_\Theta$ можно рассматривать как парциальные «избыточные» свободную энергию и энтропию, обусловленные молекулярными взаимодействиями, подобно тому, как это принято делать при термодинамическом анализе объемных растворов. Поэтому производную $(d\xi/dT)_\Theta$ можно назвать парциальной «энтропией взаимодействий» ($\Delta S_{вз}$), а величина $R \ln \Theta$ – парциальной «энтропией смешения» ($\Delta S_{см}$) при образовании идеальной адсорбционной системы. Вводя эти обозначения в уравнение (7), получим

$$\Delta S_\Theta = (d\varepsilon/dT)_\Theta \Delta S_{вз} + \Delta S_{см}. \quad (8)$$

Величина ΔS_Θ связана с дифференциальной энтропией адсорбции ΔS_a уравнением

$$\Delta S_a = \Delta S_\Theta + \alpha(d\varepsilon/d \ln \Theta)_T. \quad (9)$$

в котором второй член может быть получен дифференцированием изотермы адсорбции, где $\alpha = -d \ln a_0 / dt$ – коэффициент теплового расширения насыщенной адсорбционной фазы при p_s .

По уравнению Гиббса-Гельмгольца, написанного для адсорбционного равновесия при

$$\ln h_2 = (T_1/T_2) \ln h_1 - (1 - T_1/T_2)(\Delta S_{вз}/R - \ln \Theta), \quad (13)$$

где $h = p/p_s$ – относительное давление, а индексы 1 и 2 указывают температуру.

Уравнение (13) позволяет вычислить точку с координатами (Θ, h_2) на изотерме T_2 , если известна точка (Θ, h_1) на изотерме T_1 и величина $\Delta S_{вз}$. Если изостеры линейны и условия (11) соблюдаются, то уравнение (13) можно считать точным. Величина $\Delta S_{вз}$ в общем случае нам неизвестна, однако уравнение (13) допускает два приближенных решения при $\Delta S_\Theta = 0$ и при $\Delta S_{вз} = 0$. Если предположить, что $\Delta S_{вз} - R \ln \Theta = 0$, то мы получим уравнение

$$\ln h_2 = (T_1/T_2) \ln h_1 \text{ при } \Theta = const, \quad (14)$$

которое представляет собой условие температурной инвариантности характеристической кривой и позволяет вычислять температурную зависимость изотерм адсорбции для данной области Θ , в которой выполняется условие $\Delta S_{вз} = R \ln \Theta$.

$\Theta = const$, и на основании уравнения (9) можно показать, что

$$q_\Theta = \varepsilon - T(d\varepsilon/dT)_\Theta, \quad (10)$$

где q_Θ – аналог чистой изостерической теплоты адсорбции, вычисляемый вдоль линии $\Theta = const$. Можно доказать, что если в координатах $\lg p, T^{-1}$ изостеры адсорбции ($a = const$) линейны, то линии $\Theta = const$ в тех же координатах будут также прямыми. В сравнительно узком интервале температур $T_1 - T_2$, в котором изостеры линейны, величины q_Θ и ΔS_Θ , в первом приближении, не зависят от T , т.е.:

$$q_\Theta = const, \Delta S_\Theta = const, \quad (11)$$

а поэтому для двух температур T_1 и T_2 можно написать

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 + (T_2 - T_1)\Delta S_\Theta. \quad (12)$$

Подставив в уравнение (12) значение ΔS_Θ из уравнения (8), после преобразований получим при $\Theta = const$

Рассмотрим теперь второе возможное приближенное решение при $\Delta S_{вз} = 0$. Проведенные нами вычисления $\Delta S_{вз}$ в зависимости от Θ для ряда систем показали, что во многих случаях энтропия взаимодействия мала во всем интервале Θ , и в уравнении (13) величиной $\Delta S_{вз}$ можно пренебречь. При условии $\Delta S_{вз} = 0$ из уравнения (13) получим

$$\ln h_2 = (T_1/T_2) \ln h_1 + (1 - T_1/T_2) \ln \Theta. \quad (15)$$

Уравнение (15) позволяет решить задачу, поставленную во втором приближении по сравнению с уравнением (14). При больших Θ оба уравнения дают примерно одинаковые результаты, так как величина $\ln \Theta$ мала. При малых Θ уравнение (14) приводит к большим относительным ошибкам в величине h_2 , так как при $\Theta \rightarrow 0$ для выполнения условия $\Delta S_\Theta = 0$ величина $\Delta S_{вз}$ должна стремиться к бесконечности, что не имеет физического смысла и приводит

к бесконечно большому значению начальной теплоты адсорбции. В отличие от этого уравнения (15) при $\Theta \rightarrow 0$ дает гораздо меньшую относительную ошибку величины h_2 , так как в этой области естественно пренебречь конечной и малой величиной $\Delta S_{вз} / R$ по сравнению с $\ln \Theta$. Поэтому при малых Θ уравнение (15) должно давать гораздо лучшее согласие с опытом, чем уравнение (14).

$$(E_i)_\infty = 2\pi\varphi_{м.с.м} \frac{\lambda_{м}(T_o - T_{м})^2}{q_o} \left[Z \left(R_o + \frac{\lambda_{м}(T_o - T_{м})}{q_o} \right) + 4 \frac{\lambda_{м}^2(T_o - T_{м})_2}{q_o^2} \right]. \quad (17)$$

$$\frac{dT_o}{dT} > 0, \text{ если } \frac{q_o R_o}{\lambda_{м}(T_o - T_{м})} > 1, \quad R_3 = \frac{\lambda_{м}(T_o - T_{м})}{q_o}. \quad (18)$$

Линейный масштаб эффективного аккумулярования:

$$(E_i)_\infty = 2\pi\varphi_{м.с.м}(T_o - T_{м})R_3 \left[Z(R_o + R_3) + 4R_3^2 \right]. \quad (20)$$

В этих уравнениях R_3 – термическое сопротивление грунта; Z – рабочая высота теплообменника.

Выводы. Комбинированная технология получения электроэнергии, теплоты и холода позволяет расширить круг предприятий, заинтересованных во внедрении систем тригенерации на основе комбинированной гелиоколлекторной установки с солнечными батареями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. INTAS PROJECT, Reference Number: INTAS-96-1730. Alternative Refrigerating // Heat-Pumping and Air-Conditioning Systems based on the open absorption cycle and Solar Energy. 1998.
2. Амерханов Р.А., Бегдай С.Н. К проблеме энергоэффективного здания // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2005. № 2. С. 91–94.
3. Гарькавый К.А., Бегдай С.Н. Анализ эффективности микроклимата помещения // Энергосбережение и водоподготовка. 2006. № 6. С. 76–77.
4. Бегдай С.Н. Повышение тепловой эффективности одноэтажных зданий с гелиоколлектором. автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Волгоград, 2008. 18 с.
5. Гарькавый К.А., Цыганков Б.К. Анализ тенденций развития традиционных и возобновляемых источников энергии // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2014. Т. 1. № 46. С. 207–212.

В заключение приведем метод определения конечных параметров аккумулярования системы теплообменник – грунт.

Примем, что $T \geq T_{м} + \Delta T$, где $\Delta T \rightarrow 0$

Уравнение процесса теплообмена ($R \rightarrow \infty$) определяется соотношениями:

$$\left(\frac{dT_o}{dT} \right)_\infty = - \frac{q_o}{\rho_{м.с.м}} \left[\frac{1}{R_o} \frac{q_o}{\lambda_{м}(T_o - T_{м})} \right], \quad (16)$$

Теплота, аккумулярованная грунтом:

6. Гарькавый К.А., Амерханов Р.А. К вопросу экономической и энергетической эффективности систем, использующих возобновляемые источники энергии // Энергосбережение и водоподготовка. 2009. № 4. С. 57–59.

7. Гарькавый К.А. Главный возобновляемый источник энергии // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2014. № 8 (148). С. 22–28.

8. Кириченко А.С. Обоснование параметров комбинированной системы солнечного тепло- и холодоснабжения Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М., 2015. С. 37–40

9. Амерханов Р.А., Кириченко А.С., Снисаренко В.П. Использование воздушного теплового насоса для теплоснабжения объектов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2015. № 1 (182). С. 73–79.

10. Scrosati B., Garche J. Lithium batteries: Status, prospects and future // Journal of Power Sources. 195 (2010), 2419–2430

11. Амерханов Р.А., Богдан А.В., Кириченко А.С., Куличкина А.А., Чечерин М.О., Скороход А.А. Система геотермального теплохладоснабжения // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 53. С. 203–209.

12. Амерханов Р.А., Кириченко А.С. Обоснование параметров комбинированной системы солнечного тепло- и холодоснабжения зданий // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2015. № 9 (165). С. 62–65.

13. Weinreich B., Zehner M. Dimensioning aids in practice - a comparison // Sun, Wind Energy. 2009. № 12. P. 88–96.

14. Ertmer K. Expansion tanks and valves specialists abound // Sun, Wind Energy. 2010. № 9. P. 98–102.

15. Lamp P., Ziegler F. European research on solar-assisted air conditioning // Int. J. Refrig, 1998. Vol. 21. № 2.

16. Гарькавый К.А., Цыганков Б.К. Энергетические ресурсы России // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2014. № 4 (179). С. 46–52.

Begdai S.N., Storozhuk T.A.

ABSORPTION REFRIGERATING UNITS IN THE SYSTEMS OF TRIGENERATION

To date, not all of the buildings and structures that can be built are fully able to be provided with grid energy resources. Failures to issue technical specifications began to multiply, along with the price for connection increased. The solution to this problem can be gas piston or gas turbine installations. Provided that the energy balance of the building has been correctly calculated and appropriately approached the use of energy resources, that is, the load is at an acceptable level for this unit. These installations can provide the building with heat, cold and electricity at relatively low material costs. It is not advantageous to use these installations in the off-season when the internal temperature regime corresponds to the outdoor temperature, at which time it is advisable to use network resources.

Key words: solar collector, absorption refrigerating machine, trigeneration.

Бегдай Станислав Николаевич, доцент кафедры ЭТ и ВИЭ.

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина.

Адрес: 350044, Краснодар, ул. Калинина, д. 13.

E-mail: 219bs@mail.ru

Сторожук Татьяна Александровна, доцент кафедры МЖ и БЖ.

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина.

Адрес: Россия, 350044, Краснодар, ул. Калинина, д. 13.

E-mail: k08@mail.ru

DOI: 10.12737/article_5968b450dd6138.19010580

Лесовик В.С., член-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.,
Першина И.Л., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МИМЕЗИС В АРХИТЕКТУРНОЙ ГЕОНИКЕ

naukavs@mail.ru

В статье рассматривается в эволюционном аспекте наличие формирования различных теорий мимезиса, являющихся содержательными сущностями этапов развития архитектуры. Возникновение архитектурной геоники предлагает новый морфотип для подражания, как прообраза фрактальности современных архитектурных форм. Использование прообраза моделей объектов неорганического мира в комбинаторной работе на морфологическом и концептуальном уровне предполагает дальнейшее развитие архитектурного формообразования.

Ключевые слова: архитектурная геоника, мимезис, фрактальность, архитектурное формообразование.

Возникновение архитектурной геоники как науки [1–2], в настоящее время, закономерный процесс, как в свое время возникли бионика, кибернетика и др. Под геоникой [3] понимают подход к созданию материалов, композитов, архитектурной формы, художественных произведений и т.д. при котором идея и основные элементы заимствуются при изучении геологических и космохимических процессов; минералов и горных пород и др. Этимология, формулировка научных целей и системность изучения влияния геофакторов на человека впервые изложены в статьях и монографии Лесовика В.С. [4–10].

На протяжении тысячелетнего развития архитектуры неоднократно выдвигались различные теории мимезиса (подражания), которые оказывали значительное влияние на формирование всей архитектуры. Идея о том, что искусство представляет собой подражание природе, космосу и деятельности людей получила свое теоретическое обоснование в Древней Греции. В архитектуре имитировались закономерности космологического мироустройства, находившие выражение в отвлеченных геометрических формах, копировались внешние природные формы, главным образом с изобразительно-декоративными целями.

Теория подражания получила развитие и систематическое завершение у Платона и Аристотеля. Характерной особенностью античного сознания был его пластический и телесный характер. Античная эстетика, утверждая принцип соразмерности (пропорциональности) и соизмеримости (масштабности), имеет в виду не абстрактную соразмерность, а соразмерность с реальным человеческим телом. Гармонически размеренное

человеческое тело – вот основной канон греческого искусства.

Теоретик Возрождения Л.Б. Альберти утверждал необходимость заимствования природных законов в архитектуре: «Здание есть как бы живое существо, создавая которое следует подражать природе» [11]. Говоря о путях развития итальянской архитектуры, он был уверен, что ее успех может быть связан с тесным взаимодействием с природой. Под этим взаимодействием он подразумевал синтез архитектуры и природы, в основе которого лежат существенные связи, а не внешние аналогии. А. Палладио сформулировал концепцию открытой архитектуры, гармонически сливающейся с окружающей средой, однако при этом архитектурное сооружение должно доминировать в нем и контрастно выделяться на фоне природы.

В теории эстетики еще в середине XVIII века появилось множество работ, исследующих на разных уровнях проблему природных аналогий в искусстве. Это работы итальянцев Карло Лодоли, Франческо Альгаротти, Франческо Милиция, французов – Булле, Леду, Леке. Особый архитектурный генезис присущ философии Антонио Гауди. Его архитектура проникнута духом места и несет отпечаток национальных традиций – сплава возвышенной готики с мавританским архитектурным кружевом. Гауди очень любил наблюдать за природой, в которой нет однородных по цвету объектов ни во флоре, ни в фауне, ни в мёртвой материи, из этого разнообразия он черпал свой насыщенный изгибами и красками архитектурный стиль [12].

Во второй половине XX века в моду вновь вошли выразительные криволинейные формы и конструкции, принцип которых был заимствован из мира живой природы. Й. Утсон и Э. Сааринен

как бы лепили архитектурную форму, создавая сложные объемы и пространства.

Для Г. Финстерлина, представителя экспрессионизма, архитектура – есть универсум пространственных форм, это своего рода ответвление эволюционирующего древа природы, непосредственно смыкающееся с миром живого. Финстерлин стремился максимально приблизить архитектурные структуры к естественным природным образованиям путем пластического преобразования энергии, скрытой в строительных материалах, в «кости и кожу», заключающие обитаемое пространство. Здание, занимающее промежуточное положение между аморфной средой и миром кристаллов, уподобляется живому существу: «Жилые дома ... должны стать – вместе со своими обитателями – частями живого организма... Формы здания будут следовать ритму пульсирующей души... Прозрачные полы восстановят единое пространство, способствуя сохранению духовной нерасчлененности архитектурной среды» [13].

Возникновение бионики – одно из наиболее ярких проявлений общей тенденции развития научных исследований, характерных для второй половины двадцатого столетия. Архитектурная бионика идет от изучения всей неисчерпаемой сокровищницы природных форм к определяемому социальными потребностями выбору подходящих из них, от выявления чисто бионических принципов и их моделирования к комплексной архитектурно-биологической

интерпретации и скорректированному архитектурному моделированию, а от них к творческому развитию архитектурно-бионической практики [14].

Взаимодействие человека и архитектурной среды его обитания, защита духовного, душевного и физического здоровья от патогенных воздействий различного происхождения, – одна из задач, которую может решить наука геоника [1]. Основные направления геоники, которые рассматриваются в настоящее время, – это оптимизация системы «человек-материал-среда обитания», архитектурная геоника, освоение и строительство подземных пространств, проблемы развития (существования) органического и неорганического мира, разработка алгоритмов и моделей создания и управления объектами неорганического мира, использование энергетики геологических и космических процессов, разработка новых технологий получения минералов и композитов [10]. К объектам неорганического мира, которые могут стать предметом для подражания относятся структуры химических элементов и соединений, некоторые характеристики минералов, горных пород, формы выветривания и элементы космической тематики.

Природные минералы это физически и химически индивидуальные продукты геологических процессов. Они обладают набором конкретных свойств (форма кристалла, твердость, цвет, преломление света и т.д.).

Структура минеральных агрегатов



Друза
кварца



Экодом Алмудена
(Almudena Eco-House)
в Испании



Рис. 1. Архитектурные решения

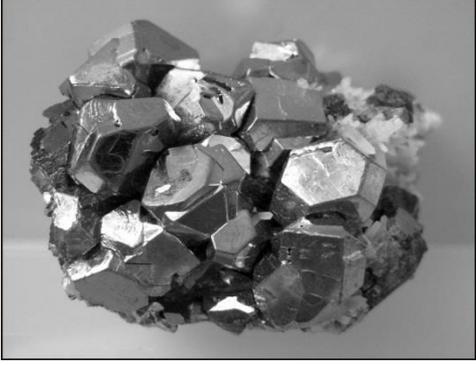
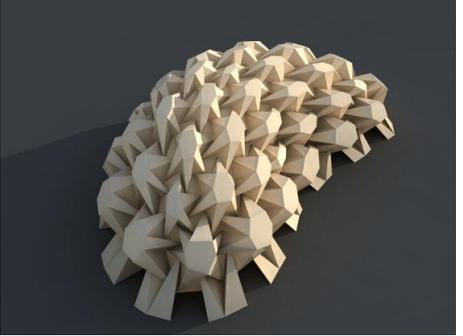
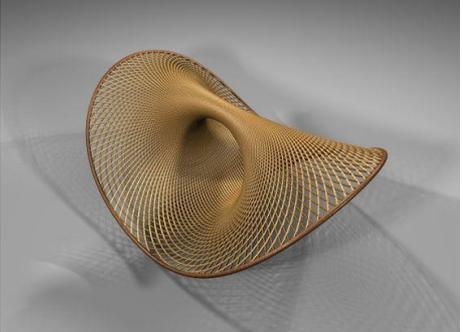
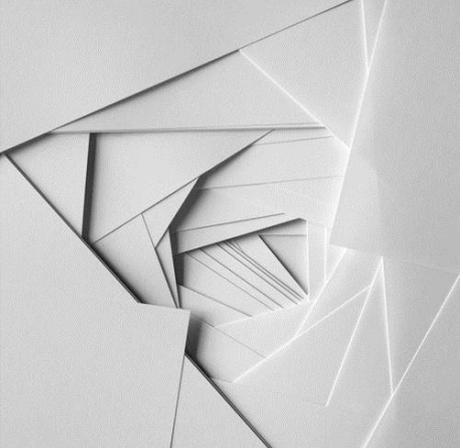
Наименов. минерала	Фотография кристалла	Тип задания	Фотография макета
Друза кристаллов галенита		Выявление фронтальной поверхности и объемной формы	
Арагонит, кораллитовая кора из тонковолокнистых сфероидолитов Кадамджай, Киргизия		Сложная сферическая поверхность	
Расщеплённый кристалл стильбита, сферокристалл-двулисточник, Nasik, Индия		Объёмная модель с использованием радиальных поверхностей	
Желтый метаотенит, из группы урановых слюдок, Бразилия		Выявление глубины фронтальной поверхности	

Рис. 2. Результаты выполнения заданий по архитектурной композиции с использованием форм минералов в качестве прототипов

Абсолютное большинство минералов образуют зернистые агрегаты и входят в состав горных пород. И только некоторые при определенных условиях «растут» в свободных условиях и становятся уникальным созданием неорганического мира, способным вызвать у художника, зодчего, архитектора вдохновение и стать прообразом выдающегося архитектурного ансамбля, который вызовет положительные эмоции у миллионов людей, стимулирует творчество поэтов и художников, улучшит настроение простому человеку (рис. 1) [10].

Минералы являются продуктом образования форм в неживой природе. Отражением, частью всеобъемлющего, универсального механизма образованием форм в природе и в человеческом творчестве является комбинаторика в архитектурном образовании. В отличие от природы человек ведет комбинаторную работу не только на морфологическом, но и на концептуальном уровне. Применительно к архитектуре это означает, что человек комбинирует не только квадраты, треугольники, арки, панели, блок-секции, но и идеи, прообразы, значения. При этом концептуальный уровень главенствует в проектном поиске. Он предваряет комбинаторику с физическими элементами и свойствами формы [15]. Использование прообраза моделей минералов в макетировании на начальном этапе проектирования напрямую связан с созданием концепции. На этом этапе работа носит отвлеченный от функции характер. Принципиально важным является создание композиционно-образных моделей на основе чувственного восприятия и имажитивной деятельности (от image – образ), т.е. деятельности воображения в процессе творчества.

Природный морфогенез минералов сопоставим с фрактальными структурами. Следует заметить, что архитектурные формы более регулярны, чем природные, включают меньшее число повторов с их вариациями (рис.2).

Применение фрактальных правил построения широко распространено в архитектуре. Принципы фракталоподобного формообразования в архитектуре применяются с давних времен, хотя использование фрактальных правил построения в архитектуре далеко не выверяется математически, а в поиске и создании художественно выразительных пропорций архитекторы используют интуицию и композиционные приемы. После появления книг Б. Мандельброта [16, 17] использование фрактальных алгоритмов в архитектурном морфогенезе становится осознанным. Стало возможным применение фрактальной геометрии в определенной мере для анализа архитектурных форм (моделирования таких структур).

Для разных типов архитектурных сооружений можно найти фрактальный аналог, двумерный или трехмерный, и тем самым выявить их фрактальный алгоритм. Таким образом, фрактальный подход – это достаточно эффективный способ анализа и (потенциально) проектирования архитектурных форм, который может существенно обогатить язык архитектурной теории и практики. Необходимо учитывать и способность фрактала становиться синтезом чувственного (эмоционального) с рациональным началом в аспекте применения этой способности в сфере деятельности архитекторов, урбанистов, специалистов в области теории архитектуры [18].

В архитектурной теории, различные теории мимезиса, рассмотренные в статье в хронологическом порядке, имитируют различные закономерности, находившие выражение в геометрических формах. Геоника предполагает использование комбинаторики в качестве прообраза моделей объектов неорганического мира с применением фрактальных правил и алгоритмов. Таким образом, можно смело говорить о переходе к такой новой парадигме, как архитектурная геоника, которая складывается под влиянием различных наук о сложных системах, включающих, в том числе, и фрактальную геометрию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик В.С. Архитектурная геоника // Жилищное строительство. 2013. № 1. С. 9–12.
2. 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.
3. Першина И.Л. Архитектурная геоника и среда обитания человека. Інноваційні технології в архітектурі і дизайні / Під загальною редакцією д.т.н., проф. Сопова В.П., д-ра арх., проф. Мироненка В.П. Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2017, С. 150–156.
4. Лесовик В.С., Перькова М.В., Бабаев В.Б. Архитектурная геоника как междисциплинарное направление в архитектурной науке и практике // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 74–79.
5. Прокофьев Е.И., Лесовик В.С., Шерстюкова Э.Л. Архитектурная геоника. Задачи, методология и примеры // В сборнике: Современные строительные материалы, технологи и конструкции Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова". Федеральное государственное бюджет-

ное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» (ФГБОУ ВПО «ГГНТУ»), г. Грозный. 2015. С. 425–430.

6. Фролова М.А., Лесовик В.С. Архитектурная геоника для северо-арктического региона // В сборнике: Эффективные строительные композиты Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 711–717.

7. Фролова М.А., Лесовик В.С. Колористика как фактор архитектурной геоники для северо-арктического региона // В сборнике: Инновационные материалы и технологии для строительства в экстремальных климатических условиях Материалы I Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. 2014. С. 201–207.

8. Фролова М.А., Лесовик В.С. «Зеленые» строительные композиты для архитектурной геоники северо-арктического региона // В сборнике: Научные и инженерные проблемы строительной-технологической утилизации техногенных отходов Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 29–33

9. Lesovik V.S. Geonics. Subject and objectives. Belgorod: BSTU, 2012. 100 с.

10. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении, Монография, 2-изд., Белгород, 2016.

11. Батиста А.Л. Десять книг о зодчестве: в 2 т. Т.1. пер. Ф.А. Петровского, В.П. Зубова. М.: Изд-во Всесоюз. Акад. Архит., 1935. (Классика теории архитектуры)

12. Криппа М.А., Антонио Гауди. О влиянии природы на архитектуру, изд-во Арт-родник, 2003.

13. Воличенко О.В. Взаимное тяготение и противоречие природных и архитектурных форм (эволюционный аспект) // «Архитектон: известия ВУЗов». №35, сентябрь. 2011.

14. Лебедев Ю.А., Рабинович В.И., Положай Е.Д. и др.; Архитектурная бионика. Под ред. Ю.С. Лебедева. М.: Стройиздат, 1990.

15. Пронин Е.С. Теоретические основы архитектурной комбинаторики, М., Архитектура-С, 2004.

16. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы, М.: Институт компьютерных исследований, 2002.

17. Мандельброт Б. Фракталы и хаос. Множество Мандельброта и другие чудеса, Ижевск, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009.

18. Бабич В.Н., Кремлёв А.Г. О фрактальных моделях в архитектуре // «Архитектон: известия ВУЗов», №30, июнь, 2010.

Lesovik V.S., Pershina I.L.

MIMEZIS IN THE ARCHITECTURAL GEONICS

The article considers in the evolutionary aspect the existence of the formation of various theories of mimesis, which are the substantive essences of the stages of the development of architecture. The emergence of architectural geoniks offers a new morphotypic for imitation, as a prototype for the fractality of modern architectural forms. The use of a prototype of models of objects of the inorganic world in combinatorial work at the morphological and conceptual level presupposes the further development of architectural form-building.

Key words: architectural geoniks, mimesis, fractality, architectural form.

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

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

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

E-mail: naukavs@mail.ru

Першина Ирина Леонидовна, старший преподаватель кафедры архитектурных конструкций.

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

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

АРХИТЕКТУРНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ XIX – НАЧАЛА XX ВВ

ksenia.tribuntseva@yandex.ru

В статье рассматривается историко-культурный потенциал малых исторических городов Белгородской области. Проведен архитектурный анализ отдельных исторических зданий и сооружений на территории общественных центров исторических поселений. Большинство сохранившихся памятников архитектуры были построены во второй половине XIX – начале XX вв. Основным стилистическим направлением в архитектуре малых городов во второй половине XIX века была эклектика, которой характерно использование элементов «исторических» архитектурных стилей. Выявлены их композиционные, стилистические и типологические характеристики.

Ключевые слова: архитектурно-типологический анализ, историко-культурный потенциал, малые города, памятник архитектуры.

Одной из значительных проблем территориального планирования является сохранение идентичности исторических поселений Белгородчины [12]. Природный потенциал и историко-культурное наследие зачастую уходит на второй план при составлении стратегий развития элементов региональной системы расселения [1]. Следствием этого становится разрушение исторического облика города, перегруженность исторических центров, хаотичное расположение застройки, изменение природного каркаса [2, 5]. Из-за этого малые города становятся «обезличенными».

Формирование идентичной городской среды происходит на протяжении длительного времени, являясь трудом многих поколений [11]. Каждое столетие оставляет свой отпечаток на городском облике, на особенностях стиливого решения зданий, наполняет новыми архитектурными шедеврами, формируя характерную ткань городов [6]. Поэтому одной из первейших задач, связанных с развитием городского пространства, является сохранение исторических улиц, зданий и сооружений. Сегодня историческая среда требует максимально бережного к себе отношения. Актуальность проблемы сохранения историко-архитектурной специфики городов, «вписывания» новых объектов в сложившуюся застройку резко возросла в настоящее время в связи с увеличением темпов строительства, в том числе и на исторических улицах. Город состоит из улиц, наиболее старинные из которых называются историческими. Такие улицы образованы многофункциональными архитектурными объектами, принадлежащими различным стиливым эпохам и обладающими культурно-исторической и архитектурно-градостроительной ценностью. Понятие «улица» – это нечто (дома, сооружения),

стоящее к чему-то лицом, «улица человека». Улица – простор между двух рядов домов. Люди в первую очередь обозревают облик (лик, лицо, абрис, силуэт) архитектурных объектов, уличное пространство [13].

Исторические улицы формируются на протяжении многих лет или даже веков. В них сочетаются разнообразные архитектурные стили и школы. В архитектурном стиле в той или иной форме отражаются особенности социально-экономического строя, свойственные данной эпохе понимание функциональных задач архитектуры, господствующая система идейно-художественных воззрений, уровень развития строительной техники. Основная часть историко-архитектурных памятников на территории исторических поселений Белгородской области – малых городов: Грайворон – 36, Бирюч – 13, Валуйки – 11, Короча – 11, Алексеевка – 10, Шебекино – 6, Новый Оскол – 5, сохранившихся до наших дней, построено в период с XIX века до начала XX века.

К началу 1840-х годов классицизм как стиль себя исчерпал и вынужден был сойти с исторической арены. Отход архитектуры от классицизма был исторически закономерным. Новые жизненные потребности, смена художественных идеалов и новые возможности, которые давала в руки архитекторов развивающаяся строительная техника, – все это властно требовало отказа от художественной системы классицизма и ставило задачу выработать новый язык архитектурных форм, более богатый, гибкий и многогранный [17].

Новые типы построек, порожденные эпохой капитализма (вокзалы, пассажи, доходные дома и т. п.), не имели в прошлом никаких архитектурных и тем более стиливых прототипов, и это да-

вало архитекторам определенную свободу в разработке их внешнего облика. Естественно, что в таких случаях связь функции и стилового решения фасада оказывалась весьма приблизительной и определялась в решающей мере вкусами и художественными пристрастиями заказчика [14].

Трудно однозначно оценить эстетические качества построек середины XIX века, в них отразилось сложное переплетение тех различных, нередко противоположных тенденций, которыми отмечена художественная жизнь России тех лет [15]. Размеры зданий, их объемно-пространственная структура, их соотношение с окружающей средой в архитектуре середины XIX века оказываются иными, чем в прошлые эпохи. Рассмотрим объекты историко-культурного наследия, сохранившиеся в малых городах Белгородской области.

Алексеевка. К наиболее ценным памятникам архитектуры XVIII–XIX веков относятся: трактир торговца Крикловинского, дом владельца маслособойного завода, Дом крупного торговца Мирошникова, Дом купца-лесоторговца Санжарова, Купеческий клуб семьи Бокаревых. Из памятников культуры в городе сохранилось 3 действующих церкви – Свято-Троицкая, Дмитрия Ростовского, Александра Невского.

Храм Святителя Дмитрия Ростовского. Димитриевский храм (каменный) с приделом в честь Казанской иконы Божией Матери был построен в слободе Николаевка (второе название – Димитриевка, ныне входит в черту города Алексеевка) в 1813 году. В 1930-е годы храм был закрыт, превращен в склад. Открыт во время Великой Отечественной войны. В 1997 году позолочены кресты и купола. Храм взят под охрану государства как памятник архитектуры эпохи классицизма.

Храм Живоначальной Троицы. Троицкая церковь (каменная) была построена в 1808 году на месте, где прежде находился деревянный храм во имя Святителя Николая. В 1848 году храм реконструировали и перестроили, под храмом были устроены амосовые печи, поэтому здание зимой отапливалось. Священник Д. Самбикин в книге «Указатель храмовых празднеств в Воронежской епархии» отмечал: «Первоначально Троицкая церковь, как видно из «Ведомости» за 1721 год, была посвящена Святителю Николаю. При ней в 1721 году было 5 священников, 3 диакона, 5 дьячков и один пономарь. В ограде устроена небольшая часовня, в ней старинная икона Святителя Николая, чтимая особенно цыганами, которые в начале ярмарки служат молебен Святителю Николаю перед этой иконою».

Храм Святого благоверного князя Александра Невского. В 1869 году начато строительство церкви Святого Александра Невского. Окончено строительство в 1888 году и в этом же году храм был освящен епископом Воронежским и Задонским Вениамином. Как памятник истории и культуры храм взят под охрану государства по решению облисполкома в 1986 году.

Здание, построенное в псевдорусском стиле. Двухэтажный, кирпичный дом построен позолотчиками икон и подрядчиками строительных работ братьями Любимыми в 1895 году. Выделяется декором фасадной части в псевдорусском стиле. Первый этаж частично закрыт культурным слоем. С конца 1980-х годов передан для переоборудования под краеведческий музей. Реконструкция длилась более 8 лет. Первоначальная планировка сохранилась. План дома прямоугольной формы. Здание кирпичное, одноэтажное с цокольным этажом. К заднему фасаду по продольной оси примыкает поздняя пристройка, появившаяся в процессе приспособления здания под музей [20].

Бирюч. Сохранился ряд архитектурных памятников: Собор Покрова Пресвятой Богородицы, Митрофановская церковь и церковь Рождества Богородицы, бывшие торговые ряды (XVIII век), здание бывшего земства. В районе расположен архитектурный памятник – остатки Белгородской засечной черты (XVII век).

Духовное эхо собора Покрова Пресвятой Богородицы. В городе в 1722 году было три храма. Среди первых построек деревянная церковь во имя Покрова Пресвятой Богородицы. В 1779 год Покровская церковь перешла в ранг соборных храмов. К середине XIX века он обветшал. К празднику Покрова 1838 года собор был построен.

Митрофановский храм. Храм в г. Бирюч освящён во имя Святителя Митрофана Воронежского в декабре 1869 года. Храм каменный, крестообразной формы. Здание подвергалось частичному разрушению. В 1939 году храм был закрыт, и в нем размещена кузница. В январе 1943 года приход был восстановлен, и началось возрождение храма. В 1945 году подняли новую колокольню, и храм обрел свой нынешний вид. Сегодня при храме действует воскресная школа, создан церковный хор.

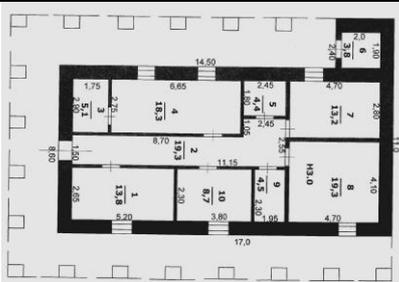
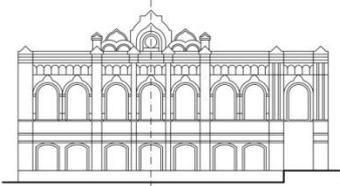
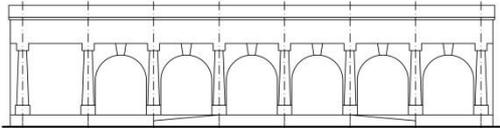
Храм Рождества Пресвятой Богородицы. Кирпичный храм Рождества Пресвятой Богородицы в селе Новая Слободка был построен в 1867 году. В 1943-1944 гг. на третьем Белорусском фронте сражался настоятель храма Рождества Пресвятой Богородицы села Новая Слободка протоиерей Александр Васильевич Перекрестов.

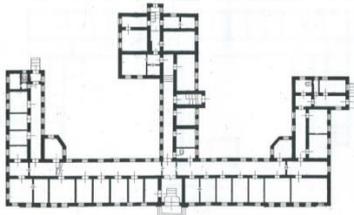
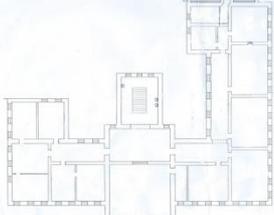
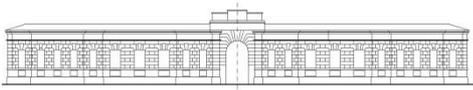
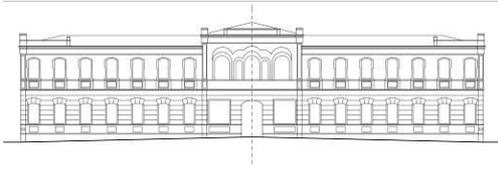
Бирючанские торговые ряды. Комплекс торговых рядов, состоящий из двух зданий: прямоугольного в плане и «Г» - образного, расположенного южнее первого здания, был построен на бывшей нижней торговой площади в 1782 году. В настоящее время торговые ряды используются: прямоугольное в плане здание (под № 1) – управлением культуры администрации г. Бирюч; «Г» – образное в плане здание (под № 2) занимает краеведческий музей. С 20 февраля 1999 года – тор-

говые ряды включены в список памятников архитектуры Федерального значения. План здания № 1, представляющий собой прямоугольник, и «Г» – образный план здания № 2 с трех сторон окружены галереями, огражденными сквозными колоннадами тосканского ордера (табл. 1). Завершены фасады антаблементами с гладким фризом и ступенчатым карнизом. Фасады оштукатурены и окрашены в два цвета: стены в розовый цвет, колонны и детали в белый цвет [18].

Таблица 1

Архитектурно-типологический анализ зданий на территории малых городов Белгородской области, рубежа XIX– XX вв.

Название объекта, адрес	Здание, построенное в псевдорусском стиле. Образец архитектуры общественных зданий (Белгородская область, Алексеевский район, г. Алексеевка, ул. Некрасова, д. 44)	Бирючанские торговые ряды. (Белгородская область, Красногвардейский район, г. Бирюч, Соборная пл. № 18, 16.)
Автор	Братья Любимые	на средства купечества города Бирюча: Зварыкина, Тибенихина и Санжарова
Время создания	1895 г.	1782 г.
Общий вид		
План 1-го этажа		
Композиционная схема фасада		
Стилевое направление	Псевдорусский стиль	Классицизм
Первоначальная функция	Жилой дом	Торговая функция
Современная функция	Краеведческий музей	Управлением культуры администрации г. Бирюч
Категория гос. охраны	Памятник истории и архитектуры	Памятник архитектуры Федерального значения

Название объекта, адрес	Земская больница (Белгородская область, Корочанский район, г. Короча, ул. Интернациональная, № 70)	Женская гимназия (Белгородская область, г. Новый Оскол, ул. Гагарина, № 24)
Автор	Р.И. Мюльгаупт	Неизвестен
Время создания	1905 г.	1905 г.
Общий вид		
План 1-го этажа		
Композиционная схема фасада		
Стилевое направление	Эклектика конца XIX века, основанная на переработке псевдорусского стиля и классицизма	Архитектура дома характерна для эпохи эклектики с преобладанием классицистических приемов в композиции фасадов
Первоначальная функция	Медицинское учреждение	Учебная функция
Современная функция	Медицинское учреждение	Учебная функция
Категория гос. охраны	Памятник истории и архитектуры	Памятник истории и архитектуры

Грайворон. Свято-Никольский храм. Каменный Свято-Никольский храм – единственный уцелевший храм XIX века в Грайвороне – был построен в 1881 году. Главный престол храма – святителя Николая Чудотворца, северный придел освящён в честь Архистратига Михаила, южный – в честь святителя Тихона Задонского, а позже – святителя Иоасафа Белгородского. Старинный резной иконостас, по всей видимости, относится ко времени строительства деревянного здания церкви.

Здание бывшей мужской гимназии. Первоначальное здание мужской гимназии было построено в 1877 г. Расположено на углу улиц Горького и Мира. Главным фасадом ориентировано на ул. Горького. План дома «П» - образной формы

(табл. 1). Здание одноэтажное, кирпичное. Представляет собой яркий образец общественного здания, построенного в новорусском стиле, характерном для конца XIX века. Первоначальный план здания гимназии «П» - образной формы сохранился без изменений. Частично перепланированы помещения. Главный вход, расположенный со стороны бокового фасада (справа), ориентирован на 3-х этажное здание гимназии, построенное в 1910 г.

Дом Головки. Дом лесопромышленника Головки построен во второй половине XIX в. Расположен по красной линии ул. Ленина. Двухэтажный, прямоугольный в плане, под четырехскатной крышей с высоким слуховым окном на южном скате. Вдоль восточного торцевого фасада пристроена деревянная веранда с входами в

две квартиры первого этажа, к западному торцу пристроены деревянные тамбуры для входа в квартиры второго этажа. Слева фасад закрыт деревянным тамбуром. Завершен фасад плоским карнизом. Интерьеры полностью перестроены. Здание кирпичное, главный фасад оштукатурен и окрашен в желтый цвет, детали в белый.

Гимназия женская. По «Положению женских гимназий и прогимназий» женская гимназия в г. Грайвороне предположительно была построена в 1870 г. Дом гимназии двухэтажный, каменный. В объемной композиции на главном и боковом западном фасадах центры акцентированы неглубокими ризалитами. Главный вход в здание устроен со стороны главного фасада по оси центрального ризалита. Большие арочные окна первого этажа и более узкие сгруппированные по два окна на втором этаже обрамлены архивольтами, опирающимися на импосты (табл. 1). Архитектура дома характерна для «Нового русского стиля» с преобладанием русско-византийских элементов в оформлении фасадов [22].

Короча. *Храм Рождества Пресвятой Богородицы.* В 1784 году в Короча была воздвигнута каменная соборная церковь (до этого с 17 века действовала деревянная соборная церковь). Храм был четырех-столпный, пяти купольный с тремя полукруглыми алтарными апсидами и отдельно стоящей колокольной. После реконструкции здания объемно – планировочная композиция храма приобретает крестообразную форму с расположением по продольной оси основных частей храма: алтаря, центральной части храма, трапезной и притвора. В объемной композиции храма доминируют центральный световой барабан и трех ярусная колокольня. Храм богато украшен кирпичным и лепным декором. В храме три входа: западный, северный и южный. Церковь Рождества Богородицы построена в период раннего классицизма.

Женская прогимназия. Дом построен на углу улиц Ленина и Дорошенко. Главный фасад обращен на ул. Ленина. 3-х этажный, каменный, «П» образный в плане, под вальмовой крышей, частично оштукатурен и окрашен в два цвета: третий этаж и детали декора в белый, первый и второй этажи в цвет обожженного кирпича. Симметрию главного фасада, нарушают: главный вход, расположенный в правой половине и поздняя пристройка слева с еще одним входом. Планировка дома коридорная с размещением помещений по обеим сторонам коридора (табл. 1).

Земская больница, памятник архитектуры 1905 г. Здание каменное, одноэтажное, в плане представляет собой «Ш» – образную форму. Главный вход ориентирован на ул. Интернацио-

нальную. Уличные фасады оштукатурены и окрашены в два цвета: стены в желтый, детали в белый. Главный фасад в 20 оконных осей. Сложный план здания с коридорной системой, расположенной вдоль дворовых стен и лечебными помещениями вдоль уличных стен с ориентацией на запад, юг и восток. Помимо главного входа в каждое крыло есть еще входы: в западное – с торца, в среднее с торца и с восточной стороны, в восточное с восточной стороны (табл. 1). На основании приказа управления культуры Белгородской области от 11 апреля 2008 г. здание включено в «Список выявленных объектов культурного наследия» [18].

Купеческий особняк – XIX в. Исторические сведения: Автор проекта дома не установлен, заказчик – владелец дома – корочанский мещанин Гольцев М.В. Дом построен для проживания семьи Гольцева М. В. После 1917 года в здании размещались: в 1930 году – библиотека, после 1945 года дом использовался под квартиры, в 1960 году – сберкасса, отделение распечати с 1980 по 1997 год. С 1997 года в большей части дома размещился районный историко-краеведческий музей и 1/5 часть площади первого этажа занята частной квартирой.

Здание, в котором размещался Корочанский УКОМ РКСМ. В 1829 году построен двухэтажный каменный дом, нынешнее здание Корочанской районной библиотеки. Объемно – пространственная композиция здания в плане близка к «Т-образной». Главный фасад, ориентированный на ул. Советская, акцентирован четырехколонным тосканским портиком. Входы в здание организованы со стороны главного фасада и со стороны двора. В процессе приспособления здания к новым функциям планировка была частично изменена. Планировка характерна для общественного здания: в центре плана расположен поперечный коридор с лестницей, ведущей на второй этаж и входами в зальные помещения. Декоративное убранство залов характерно для эпохи позднего классицизма.

Дом, где в 1918 году сформировался 6-й повстанческий Корочанский полк, принадлежал до событий 1918 года зажиточной купеческой семье. Дом двухэтажный, кирпичный, имеет полуподвальный этаж. Планы полуподвала и первого этажей - прямоугольные, план второго этажа первоначально «П» – образный, при поздних перепланировках превращен в прямоугольный. Расположение дома на углу улиц определило и решение пятого фасада в неоготической стилистике, характерной для архитектуры всего дома. Входов в дом несколько: три со стороны улицы Дорошенко и два со стороны двора. В процессе приспособления здания после 1917 г. планировка

была изменена. К северо-восточному фасаду пристроено двухэтажное производственное здание. Архитектура дома характерна для переходного периода от эпохи эклектики к модерну с преобладанием неоготических приемов в композиции фасадов [18].

Новый Оскол. *Женская гимназия.* В 1905 году завершилось строительство нового здания Новооскольской женской гимназии. В настоящее время в здании находится средняя школа № 1. Здание гимназии «Г» - образное в плане с неглубоким ризалитом на главном фасаде. Дом двухэтажный с цокольным этажом. В объемной композиции по своей высоте выделяется актовый зал, который выходит на главный фасад, и объемы с лестничными клетками на дворовом фасаде. Архитектура дома характерна для эпохи эклектики с преобладанием классицистических приемов в композиции фасадов. Пространственно – планировочная структура отражает первоначальную планировку учебного здания. В центре плана расположен актовый зал, по его продольной оси расположена трехмаршевая лестница, со стороны двора в плане гимназии расположены коридоры, вдоль них (со стороны уличных фасадов) располагаются учебные классы. Является памятником регионального значения [18].

Собор Успения Пресвятой Богородицы. Кирпичный храм, выстроенный в 1803 году и расширенный в 1823. Первоначально представлял собой однокупольную постройку в стиле классицизма с боковыми портиками, трапезной и невысокой колокольней. Приделы Михаило-Архангельский и Пятницкий. Закрыт не позже 1930-х, сломаны венчания, здание перестроено. В 1943 году вновь открыт и более не закрывался, венчания восстановлены в новых формах, в 1996 построена новая высокая колокольня, сооружен новый купол. Храм действующий. Памятник регионального значения [19].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перькова М.В., Большаков А.Г. Теоретическая модель развития региональной системы расселения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 105–111.
2. Перькова М.В., Трибунцева К.М., Крушельницкая Е.И. Особенности развития Белгородского региона и его элементов / Сб. докл. Региональная научно-техническая конференция по итогам ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. // Белгор. гос. технол. ун-т. Белгород: Изд-во БГТУ. 2016. С. 265–275.
3. Перькова М.В., Трибунцева К.М., Киселев С.Н. Исторический аспект формирования функционально-планировочной структуры малых городов Белгородской области / Сб. докл. Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. // Белгор. гос. технол. ун-т. Белгород: Изд-во БГТУ. 2015. С. 331–343.
4. Перькова М.В., Трибунцева К.М. Особенности взаимосвязи социальных и пространственных факторов при формировании принципов градостроительного развития территорий / Сб. докл. Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. // Белгор. гос. технол. ун-т. Белгород: Изд-во БГТУ. 2015. С. 344–370.
5. Крушельницкая Е.И., Перькова М.В. Формирование территорий рекреационно-туристического назначения в малых и средних городах Белгородской области / Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии. Сб. статей XVI Междунар. науч.-практ. конф., (Пенза, 01 апреля 2014 г.) // Пенза: Изд-во Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. С. 44–48.
6. Перькова М.В. Малые города как фактор устойчивого развития территорий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 4. С. 63–66.
7. Kolesnikova L.I., Perkova M.V., Shcherbakova T.P., Yarmolenko I.V. Particular qualities of modern multifunctional temples design and construction // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 12. С. 1191–1196.
8. Щенков А.С. Основы реконструкции исторических городов : учеб. пособие. М.: Московский архитектур. ин-т (гос. академия), 2008. 154 с. 13
9. Крогиус В.Р. Исторические города России как феномен ее культурного наследия. М.: Прогресс-Традиция, 2009. 312 с.
10. Пруцын, О. И. Город и архитектурное наследие. М.: Стройиздат, 1980. 89 с.
11. Семенцов С.В., Скогорева Е.В., Акулова Н.А. Административно-территориальное деление Санкт-Петербурга и Санкт-Петербургской губернии 18-начала 20 в.: учеб пособие; СПбГАСУ. СПб., 2015. 172 с.
12. Советский энциклопедический словарь. 3-е изд., М.: Советская энциклопедия, 1984. 1600 с.

13. Короча [Электронный ресурс]. Режим доступа : Народная энциклопедия городов и регионов России «Мой город».

14. Новый Оскол [Электронный ресурс]. Режим доступа : Народная энциклопедия городов и регионов России «Мой город».

15. Список объектов культурного наследия [Электронный ресурс]. Режим доступа : Администрация городского поселения. Город Бирюч.

16. Валуйки [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Народная энциклопедия городов и регионов России «Мой город».

17. Архитектура Грайворона [Электронный ресурс]. Режим доступа : Грайворон.

18. Перькова М.В., Трибунцева. К.М. Возникновение и развитие малых городов Белгородской области. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 145 с.

Tribuntseva K.M.

ARCHITECTURAL-TYOLOGICAL ANALYSIS OF BUILDINGS OF XIX – EARLY XX CENTURIES

The article discusses the historical and cultural potential of small historic towns of the Belgorod region. Conducted architectural analysis of individual historic buildings and structures on-site community centers historic settlements. Most of the surviving monuments were built in the second half of XIX – early XX centuries. The Main stylistic direction in architecture of small towns in the second half of the XIX century was eclectic, which is characterized by the use of elements of "historical" architectural styles. Revealed their compositional, stylistic and typological characteristics.

Key words: *architectural and typological analysis, historical and cultural potential, small towns, a monument of architecture.*

Трибунцева Ксения Михайловна, аспирант кафедры архитектуры и градостроительства
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: ksenia.tribuntseva@yandex.ru

ДЕПРЕССИВНЫЕ ТЕРРИТОРИИ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА: ПОНЯТИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКИ, КЛАССИФИКАЦИЯ

arteria05@mail.ru

Статья посвящена проблеме существования депрессивных территорий в структуре современных городов. Рассматриваются само понятие депрессивных территорий, основные характеристики и причины их возникновения, а также классификация деградирующих зон по различным основаниям. Освещаются основные аспекты редевелопмента депрессивных территорий, возможности их включения в существующую городскую ткань. Выделяются основные индикаторы понятия депрессивности, их роль в дальнейшей разработке методов гуманизации среды.

Ключевые слова: депрессивные территории, очаги депрессивности, деградация, территориальный иммунитет, градостроительное зонирование.

Введение. В условиях современной градостроительной политики проблема возрождения депрессивных территорий является особенно актуальной. Их деградационное развитие разрывает пространственно-связевую ткань города, не соответствует задачам развития городской инфраструктуры и экономики, нарушает современные санитарно-экологические требования. Кроме того, подобные территории препятствуют повышению социального уровня и качества жизни граждан, кардинально разрушают архитектурно-градостроительный облик города.

В контексте современной мировой и отечественной градостроительной политики депрессивные территории (которые порой могут охватывать целые поселения и города) являются одним из приоритетных направлений стратегического развития городов. Возвращение таких «потерянных» земель городу, возрождение их инвестиционной привлекательности, а главное – повышение статуса и значимости этих земель для населения – одна из важнейших задач градостроительства. Однако само понятие «депрессивности» в архитектурно-градостроительном контексте является малоизученным.

Таким образом, основной целью исследования является комплексный анализ понятия депрессивных территорий городов, их характеристика и классификация.

В ходе исследования для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- проанализировать существующий и разработать необходимый понятийный аппарат на основе синергетического подхода;
- выделить основные характеристики депрессивных территорий городов, причины их возникновения;

- разработать классификацию депрессивных территорий городов по различным основаниям;

- разработать методику выявления депрессивных территорий в структуре города по корневым индикаторам (на примере г. Белгорода);

- обозначить основные проблемы, нуждающиеся в разработке инновационных методик и подходов к их решению.

Основная часть. На сегодняшний день не только столичные регионы Москвы и Санкт-Петербурга ждут рациональных решений по редевелопменту депрессивных зон. Архитектурно-градостроительная политика периферии по отношению к таким территориям также нуждается в коренных изменениях. Но прежде чем разрабатывать методику возрождения депрессивных территорий городов, необходимо определиться с самим понятием «депрессивности». Многие науки представляют нам различные варианты толкования, однако все они схожи в одном: депрессивность приравнивается к упадку, редуцированию (т.е. снижению, падению), хронической подавленности и угнетенности, преобладанию негативного. Таким образом, можно проследить, что понятие «депрессивности» пришло в архитектурно-градостроительную терминологию из социологии и экономики благодаря преобладанию синергетического подхода в науке и на практике (синергетика – от греч. "совместная деятельность", предполагает междисциплинарный подход).

Итак, *депрессивные территории* – это такие пространственно – локальные образования, в которых через экономические, политические, социальные, экологические и другие причины перестают действовать стимулы развития, следовательно, самостоятельный выход из кризисной ситуации невозможен. Наблюдаются устойчивые тенденции деградационного развития, упадка[1].

Использование характеристики «депрессивность» применительно к определенному региону, городу или территории впервые получило свое распространение в 20-е – 30-е годы XX во время мирового экономического кризиса. «Депрессия» – «спад», «подавление» (лат. – *depressio*), т.е. ухудшение состояния после периода роста и стабильного функционирования. Термин «депрессивный регион» впервые появился в Великобритании для характеристики ряда регионов страны, где ущерб от кризиса (период «великой депрессии») 1929 года оказался наиболее существенным [2].

Состояние депрессии является следствием отработки прежней парадигмы развития территории. Это означает, что в дальнейшем этот участок двора, улицы, квартала, микрорайона, района, города не сможет жить по старым законам. Именно в рамках этого тезиса возникает вопрос: что делать? Необходимо ли вмешательство в сложившийся, заостенелый городской организм или он сможет со временем сам решить возникшие проблемы? Кроме того, если необходимо вмешательство, то какие методы (архитектурные, градостроительные, социальные, экономические, административные, политические) помогут наиболее безболезненно найти выход из «депрессивного» тупика?

Депрессивные территории можно определить как территории, не отвечающие социально-экономическим, экологическим, градостроительным условиям развития города, нарушающие целостность его архитектурно-градостроительного

облика, препятствующие повышению уровня жизни жителей. Наиболее полно понятие депрессивных территорий городов раскрывается в соотношении с понятием городской среды. *Городская среда* – совокупность конкретных основополагающих условий, созданных человеком и природой в границах населенного пункта, которые оказывают влияние на уровень и качество жизнедеятельности человека. Городская среда формирует отношение человека к городу и системе управления [3].

В целом, для средового подхода характерно понимание города прежде всего, как формы включения индивида в общественную жизнь, средой его социализации и жизнедеятельности. Городская среда предстает как среда для реализации важнейших потребностей горожанина в общении, работе, жилье и т.д. И если представить, что в сложившейся структуре городской среды возникают «очаги депрессивности», то и реализация важнейших потребностей замедляется или становится невозможна. Отсюда следует, что *территориальная депрессивность* – стойкое, продолжительное «заболевание» городской среды, нуждающаяся не только и не столько в лечении, сколько в профилактике. Т.е. превентивные меры в рамках организации градостроительной политики и стратегического планирования крайне важны.

Как уже упоминалось понятие «депрессивности» в урбанистике тесно связано с понятием «деградация». Таким образом, и их ассоциативное восприятие совпадает (рис.1):



Рис. 1. Ассоциативное восприятие понятий «депрессивность» и «деградация»

Для выявления и развития депрессивных зон городов необходимо знать их основные характеристики, большинство из которых свойственны как для отечественных, так и для зарубежных городов (независимо от их численности населения, географического положения и т.д.). Итак, *основными характеристиками депрессивных территорий городов* являются:

- социальная дезадаптация (городская среда перестает удовлетворять требованиям горожан, происходит демографическая деградация, убыль населения);
- низкий статус территории;
- инвестиционная непривлекательность;
- неразвитость инфраструктур;
- неблагоустроенность, хаотичность, разрозненность;

- тяжелое эмоциональное восприятие;
- экономическая отсталость;
- устойчивая тенденция к регрессу;
- деградиционная изолированность, обособленность, "кастовость";

- контрастность (по отношению к прилегающим территориям и к городу в целом);
- наличие «зон поражения» и отдельных «очагов» возникновения регрессивных процессов (рис. 2).



Рис. 2. Основные характеристики депрессивных территорий городов

Обязательными чертами понятия депрессивности являются её *затажной характер*, а также *отток населения*. Именно благодаря выделению основных характеристик депрессивных территорий можно в последующем предложить мероприятия по их регенерации.

Необязательными, но характерными для некоторых депрессивных территорий являются следующие черты:

- утрата основной функции (промышленно-производственные, спортивные, досуговые, торговые, административные здания);
- ухудшающаяся экологическая обстановка;
- низкая архитектурно-художественная выразительность.

Наличие даже некоторых из вышеперечисленных характеристик свидетельствует о деградации территории или отдельного объекта.

Городские территории могут различаться по *степени депрессивности*. Основными критериями для их классификации являются:

- масштаб пораженной территории и объектов (зданий, сооружений);
- радиус «очагов депрессивности» (т.е. зона поражающего воздействия регрессирующих территорий);
- способность к регенерации (за счет повышения инвестиционной привлекательности, иных мер правового, социального, экономического, архитектурно-градостроительного вмешательства);

- возможность снижения рисков депрессивности в будущем – «*территориальный иммунитет*»;

- устойчивость отрицательной динамики (вне зависимости от мер по регенерации);

- цикличность развития (в зависимости от функционального назначения территории или отдельного объекта, экономической и политической ситуации, архитектурно-градостроительной политики).

Для грамотного и эффективного речедевелопмента депрессивных территорий используется их классификация по различным основаниям. В частности, по критерию устойчивости отрицательной динамики (темпам деградации) депрессивные территории подразделяются на (табл. 1).

В контексте градостроительного зонирования, а также тенденции к выявлению и организации в крупных современных городах полифункциональных зон, классификация депрессивных территорий может основываться на принципе разделения территориальных зон города (рис.3). Специфика данной классификации заключается в том, что на основе Градостроительного Кодекса РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 07.03.2017) для каждой территориальной зоны устанавливаются свои градостроительные регламенты, принимаемые муниципальным органом власти и закрепленные в ПЗЗ (Правилах землепользования и застройки), а также ограничивается функцио-

нальное использование земель посредством основных, условно разрешенных и вспомогатель-

ных видов разрешенного использования земельных участков и объектов капитального строительства [4].

Таблица 1

Классификация депрессивных территорий по темпам деградации

1) собственно депрессивные территории	2) потенциально депрессивные территории (территории, которые только начали проявлять депрессивные черты либо находятся в «зоне поражения»)	3) территории с затухающей динамикой депрессии	4) территории с устойчивой динамикой развития
---------------------------------------	--	--	---

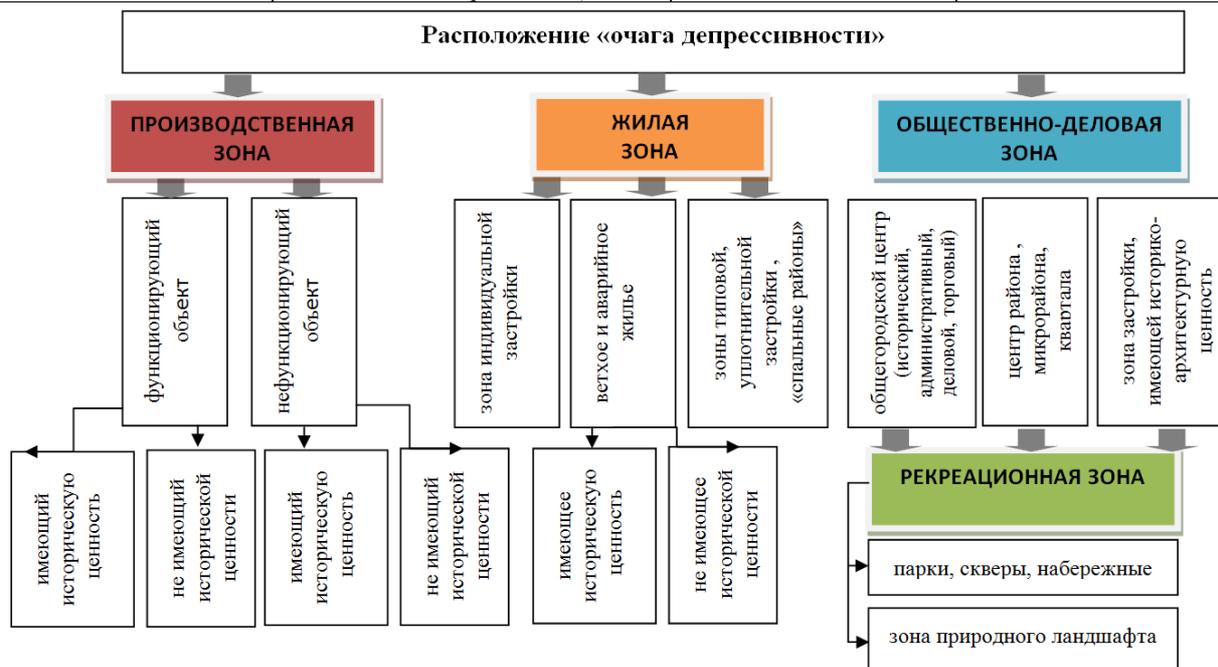


Рис. 3. Классификация депрессивных территорий по расположению очага депрессивности в территориальных зонах города

Это означает, что у каждой из зон города есть свой правовой режим, но при этом «de jure» сохраняется целостность общегородской структуры, тесная взаимосвязь ее отдельных частей. Таким образом, представляя классификацию деградирующих зон города, отдельных участков внутри территориальных и функциональных зон, можно провести анализ зависимости между градостроительным зонированием и размещением основных «очагов депрессивности». Т.е. установить, является ли неблагоприятное соседство территориальных зон, их нерациональное размещение в городе, несоблюдение градостроительных регламентов и правовых режимов земель причиной деградации территорий [5].

Классификация депрессивных территорий важна для их дальнейшего развития. От типа депрессивной территории, её характеристик и темпов деградации зависит метод, интенсивность и характер реабилитации, а также определение общего потенциала места.

Нарастающие темпы урбанизации, совершенствование градостроительного законодательства и методов архитектурно-градостроительного проектирования свидетельствуют о необходимости поиска не только инновационных методов решения проблем, но и развития мер превентивного характера. Нужно не только решать задачи по возвращению и адаптации потерянных территорий городу, но и заниматься стратегическим планированием [6]. Это означает, что наравне с генеральным планом города (юридической констатацией факта сложившейся застройки) должен появиться мастер-план города как стратегия его долгосрочного пространственного развития. Он определит приоритетные и особые зоны градостроительного развития. Кроме того, разработка мастер-плана города подразумевает комплексное предпроектное исследование, на основании которого и выстраивается концепция. Именно наличие научно-исследова-

тельского компонента является важнейшим показателем значимости мастер-плана как основного документа о перспективах и потенциале городов. Исследуя существующую ситуацию, находя «болевые точки» и проблемные места в городах, разрабатывается дальнейший план действий (мастер-план и более детальный проект планировки), предлагающие решение этих проблем [7].

Депрессивные территории городов, являясь наиболее очевидными объектами для редевелопмента, также отражаются в проектной документации. Но их развитие невозможно без устранения причин их появления. В рамках исследования были выявлены основные причины возникновения депрессивных зон городов (табл.2). На основании таблицы 2 можно выделить 4 основных индикатора для выявления депрессивных городских территорий:

– *население* (стоит отметить, что демографическая деградация свидетельствует о том, что

данный город, район или территория по каким-то причинам потеряли привлекательность для своих жителей и мигрантов. Тем не менее, неблагополучие еще не означает депрессии. Поэтому нельзя считать депрессивным любую территорию, на которой население немного уменьшилось на каком-то отрезке времени. О том, что демографическая деградация приобрела черты депрессии, можно судить только если ее характер стал затяжным, а доля утраченного населения значительной);

– *социально-экономическая инфраструктура* (низкие показатели качества жизни, отсутствие необходимых социальных объектов, экономическая отсталость, инвестиционная непривлекательность);

– *визуальное восприятие* (низкое качество архитектурно-градостроительной среды);

– *экология* (в т.ч. визуальная среда).

Таблица 2

Причины возникновения депрессивных зон в городе

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ				
Недостаточное финансирование, инвестиционная непривлекательность территории	Отсутствие развитых инфраструктур (транспортной, общественного питания, отдыха)	Социально-демографический состав жителей (предпосылки для "геттоизации"), отток населения	Ошибочные управленческие решения в отношении развития территории (навязывание своего "сценария" территориального развития; искусственное субъективное присвоение территории завышенного или заниженного статуса; нарушение градостроительного регламента и функционального зонирования)	
АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ				
Физический и моральный износ зданий	Низкое качество окружающей среды	Неблагоприятное "соседство" (с уже деградирующими, заброшенными зонами)	Хаотичность застройки, процесс "брюсселизации", уплотнительная застройка	Труднодоступность (в т.ч. вследствие сложного рельефа)
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ				
Существующая неблагоприятная экологическая обстановка либо потенциально возможная экологическая деградация (промзоны, заброшенные территории, зоны санкционированных и несанкционированных свалок и т.д.)	Низкий процент озелененных территорий	Необратимая или сложно-обратимая нарушенность территорий; интенсивный характер урбанизационного воздействия на окружающую среду	Отсутствие на практике экологического компонента и экокультуры в процессе строительства, реновации, реконструкции и т.д.	Высокое шумовое, цветное и световое загрязнение среды

Основываясь на приведенной классификации депрессивных территорий, а также используя метод выявления основных индикаторов развития городской среды, проведем анализ существующей ситуации г. Белгорода [8]. В ходе анализа территории г. Белгорода на наличие депрес-

сивных и устойчивых зон учитывались предложенные автором индикаторы депрессивности территории: население, социально-экономическая инфраструктура, визуальное восприятие, экология. В соответствии с 4 основными показателями были выявлены следующие объекты для г. Белгорода (рис. 4):

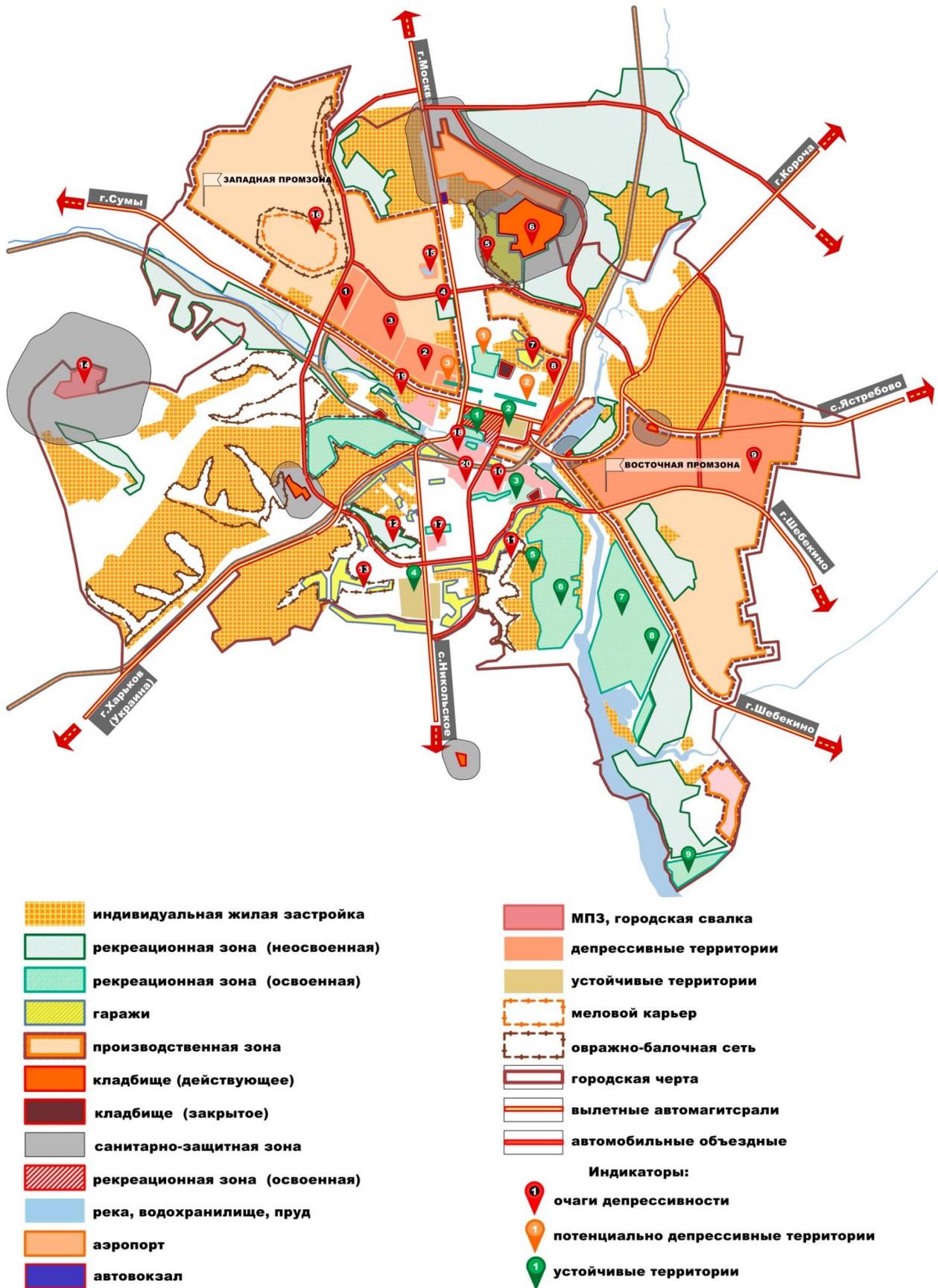


Рис. 4. Анализ существующей ситуации и проектных ограничений в г. Белгороде

I. «Очаги депрессивности»:

1, 2, 3 – Заводы «Цитробел» (производство лимонной кислоты), «Белгородцемент», «Белгородасбестоцемент» – крупные действующие предприятия, деятельность которых наносит сильнейший урон экологии и здоровью граждан. Территории заводов, а также отстойники завода «Цитробел» находятся в непосредственной близости от кварталов жилой застройки;

9 – территория Восточной промзоны. Характеризуется хаотичностью застройки всей производственной зоны, соседством с жилой застройкой, заброшенностью. Большинство ангаров и большепролетных цехов пустуют или отданы в аренду. В итоге их общее состояние постепенно пришло в упадок. Отсутствует комплексный подход к развитию территории;

4 – Парк Гагарина. Несмотря на попытки благоустройства и организацию детской площадки, остается заброшенным местом города, обладая, при этом достаточным рекреационным потенциалом [9];

5,7,11,13 – гаражные массивы, зачастую расположенные на крутых склонах. Территории, изрезанные разветвленной овражно-балочной сетью;

6 – территория кладбища «Ячнево», разросшаяся до 935 000 м² (93,5га). Для сравнения, суммарная площадь 3 основных городских парков (Центрального парка, Парка Победы, парка Гагарина) составляет 53 га. При этом, тенденция такова, что площадь кладбища растет, а площадь парков сокращается за счет вновь возводимой многоэтажной застройки. Кроме того, на основании СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», размещение кладбища размером территории более 40 га не допускается [10]. Максимальная нормируемая СЗЗ для кладбищ составляет 500 м (кладбища смешанного и традиционного захоронения, площадью от 20 до 40 га). Таким образом, в СЗЗ «Ячнево» находится кластер жилой застройки;

8 – деградирующая жилая застройка, представленная, в основном, индивидуальными домами 40-50-60 х годов. Это районы Савино, Кашары, в р-не ул. Красноармейская, Старый город. Р-н Супруновка (№18 на рис.4) расположен в непосредственной близости от центра города, утративший свою историческую ценность, он создает препятствие для развития общественных пространств и комплексного освоения этой территории [11];

10, 20 – участки склонов Харьковской горы (завод «Конпрок», ветхая индивидуальная застройка, отсутствие социальной инфраструктуры, хаотичность, неблагоустроенность) [11];

12 – Архиерейская роща, представляющая собой квазиприродный ландшафт, окруженный плотным кольцом городской застройки [12];

14 – мусороперерабатывающий завод и городская свалка (СЗЗ – 500 м);

16 – меловой карьер (нарушенные территории, нуждающиеся в рекультивации);

17 – территория бывшего завода «Электроконтакт» (раздробленность и отсутствие комплексного подхода к развитию территории, расположенной на основных городских транспортных развязках в окружении множества значимых социальных, торговых, культурных объектов).

II. Потенциально депрессивные территории:

1 – Центральный парк, 2 – Народный бульвар; 3 – городской стадион, прилегающая к нему территория. На всех перечисленных территориях начались деградационные процессы (застройка парка, моральный и физический износ строений и т.д.);

III. Устойчивые территории:

1,2 – Парк Победы, Центральная площадь; кварталы, прилегающие к центру города (развитая инфраструктура, современность, сохранение идентичности, много «якорных» объектов – мест притяжения горожан);

3 – территория кампуса БГТУ им. В.Г. Шухова;

4 – жилая застройка новых микрорайонов Харьковской горы (ул. Есенина, ул. Конева, ул. Славянская и т.д.);

5 – жилой микрорайон «Улитка» (развитая инфраструктура, экологичность, благоустроенность дворовых территорий);

6, 7, 8, 9 – освоенные рекреационные зоны с сохранением естественных ландшафтов (велолыже-роллерная трасса, кафе, гостиницы, зоопарк, пикник-парк).

Выводы. В результате исследования можно заключить, что в настоящее время в России термин «депрессивные территории» применительно к архитектурно-градостроительной отрасли законодательно не закреплен. В основном он применяется по отношению к экономически отсталым районам, остро нуждающимся в мерах государственной поддержки. На практике само понятие депрессивных зон и территорий используется достаточно широко. Проблема их возрождения и тем самым возвращения городу является одной из приоритетных в современном градостроительстве. Именно поэтому предложенный в исследовании понятийный аппарат относительно депрессивных территорий и методов их редевелопмента крайне важен как для грамотной реализации проектов по реабилитации деградирующих земель, так и для дальнейшего контроля за исполнением

разработанных стратегий, установления их правового режима.

Автором выделяются основные характеристики депрессивных территорий городов, а также причины их возникновения. Устанавливается, что основными индикаторами депрессивного развития выступают 4 основных показателя: население, социально-экономическая инфраструктура, визуальное восприятие окружающей среды, экологическая обстановка. Кроме того, подчеркивается, что одной из важнейших характеристик депрессии является ее затяжной характер. Таким образом, предложена методика выявления депрессивных территорий в структуре города по корневым индикаторам.

Анализируется сложившаяся ситуация в г. Белгороде: устанавливаются депрессивные и устойчивые территории города, «очаги депрессивности» и места притяжения для горожан. Описываются общие проблемы по развитию депрессивных зон в существующей структуре города. Так, наибольшее число «очагов депрессивности» расположено в бывших и действующих производственных зонах города. Наибольшее негативное влияние оказывают заводы «Цитробел», «Белгородцемент», «Белгородасбестоцемент», а также рост территории кладбища «Ячнево» наряду с сокращением площади городских парков.

Для комплексного подхода к разработке программ по реабилитации депрессивных территорий предлагается их классификация по различным основаниям: темпам деградации, на основе градостроительного зонирования земель населенных пунктов. В ходе анализа разработанной классификации возникает вопрос - нарастает ли территориальная депрессивность по мере удаления от общественного центра города, района и т.д. Это означает, что необходимо провести дополнительное исследование зависимости деградационного развития территорий от их периферийного расположения. Особое внимание уделяется нормативно-правовому регулированию процесса адаптации деградирующих территорий и их включению в городскую ткань посредством разработки мастер-плана города, а также стратегий и программ комплексного развития депрессивных территорий с преобладанием мультифункционального зонирования (по примеру западных стран и столичного региона – г. Москвы).

Депрессивные городские территории - это нереализованный потенциал городов. Необходимо включить программы по их инвестированию и редевелопменту в приоритетные направления государственного развития. Именно этот шаг

позволит российским городам создать более комфортную и дружественную среду, а значит повысить уровень и качество жизни граждан.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стеценко Т.А. Анализ региональной экономики. Учеб. пособие. К.: КНЭУ, 2002. 116 С.
2. Белорусский экономический исследовательско-образовательный центр BEROC [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://www.beroc.by/webroot/delivery/files/PP_no.33.pdf (дата обращения: 18.05.2017).
3. Панкратов Н.В. Городская среда как пространство для реализации человеческого потенциала [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами: электрон. научн. журн. 2013. №12. URL: <http://uecs.ru/marketing/item/2582-2013-12-02-07-56-08> (дата обращения: 18.05.2017).
4. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ (ред. от 07.03.2017) // Российская газета. 2004. № 290.
5. О концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р (ред. от 08.08.2009г.) // СЗ РФ. 2008. № 47. С. 5489.
6. О стратегическом планировании в Российской Федерации: Федеральный закон от 28.06.2014г. № 172-ФЗ (ред. от 22.10.2014г.) // Российская газета. 2014. № 146.
7. Стратегический мастер-план: инструмент управления будущим [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://2016.mosurbanforum.ru/files/pdf/analiticheskie_obzory/masterplan_book_1_chast.pdf (дата обращения: 20.05.2017)
8. Большаков А.Г. Социальная эффективность градостроительства // Жилищное строительство. 2016. № 1-2. С. 51–59.
9. Перькова М.В., Крушельницкая Е.И. Экологические проблемы гармонизации ландшафтно-рекреационной среды объектов отдыха и туризма // Вестник БГТУ им. Шухова. 2014. № 5. С. 11–14.
10. О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов": Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25.09.2007 № 74 (ред. от 25.04.2014) // Российская газета. 2008. № 28.
11. Большаков А.Г., Лоншаков Д.А., Бондарева В.Ю., Щербакова Т.П. Оценка взаимосвязи

социальных и пространственных факторов в планировке города Белгорода // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 1. С. 88–103.

12. Большаков А.Г., Лоншаков Д.А. Повышение экологического благополучия района в Белгороде путём преобразования ООПТ в окружении застройки в парк с природоохранными функциями // Вестник БГТУ им. Шухова. 2014. № 5. С. 47–52.

Rodyashina K.E.

**DEPRESSIVE TERRITORIES IN THE STRUCTURE OF THE MODERN CITY:
CONCEPT, CHARACTERISTICS, CLASSIFICATION**

The article is devoted to the problem of the existence of depressive territories in the structure of modern cities. The concept of depressive territories, the main characteristics and causes of their occurrence, as well as the classification of degrading zones on various grounds are considered. The main aspects of the redevelopment of depressed areas, the possibility of their inclusion in the existing urban fabric are covered. The main indicators of the concept of depressivity, their role in the further development of methods for humanizing the environment are singled out.

Key words: *depressive territories, focuses of depressiveness, degradation, territorial immunity, urban zoning.*

Родяшина Ксения Евгеньевна, аспирант кафедры архитектуры и градостроительства.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: arteria05@mail.ru

Шапиро Г.Е., аспирант
Южный федеральный университет

СТИЛЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В АРХИТЕКТУРЕ СИНАГОГ СЕРЕДИНЫ XIX-НАЧАЛА XX вв. (НА ПРИМЕРЕ ОБЛАСТИ ВОЙСКА ДОНСКОГО И КАВКАЗСКОГО КРАЯ)

shapirogr@yandex.ru

В настоящей статье рассматривается вопрос заимствований и влияний на синагогальную архитектуру Области Войска Донского и Кавказского края в контексте общеевропейских тенденций синагогального зодчества. Особое место в эволюционном процессе синагогальной архитектуры занимает вопрос стилеобразования. В общей стилистической динамике, проявившейся в изменениях внутренней и внешней концепции синагоги, демонстрируются эволюционные процессы синагогального зодчества середины XIX – начала XX веков во всей совокупности контекстуальных связей – от социальной интеграции иудейского населения и урбанистического вектора до мировоззренческих сдвигов. На основании проведенного анализа сделан вывод, что выбор стиля зданий синагог в период конца XIX-начала XX вв. необходимо рассматривать как способ открытой национальной самоидентификации.

Ключевые слова: синагоги, стилистические направления, реформистский тип, «Рондбоген», Мавританский стиль.

Введение. Синагога является неотъемлемой частью исторической застройки большинства городов и населенных пунктов Области Войска Донского и Кавказского края, которая, как правило, наделена художественно-стилистическими и пространственными особенностями, выделяющими здание из рядовой застройки. При этом синагога в регионе не была изучена как проявление общеевропейского процесса эволюции иудейской архитектуры.

В настоящее время одной из основных проблем изучения синагогального зодчества является отсутствие исследований, посвященных эволюционным процессам стилистики зданий синагог еврейских поселений и территорий компактного проживания евреев в контексте социальной интеграции и мировоззренческих сдвигов. Актуальность статьи заключается в выявлении стилевых направлений в синагогальной архитектуре Области Войска Донского и Кавказского края в контексте общеевропейских традиций иудейского зодчества.

Стилистика архитектуры синагог Области Войска Донского и Кавказского края является отражением изменений социально-политического и культурного фона жизни еврейских общин Российской Империи, начавшихся с середины XIX века. Происходит кардинальное переосмысление значения архитектуры здания синагоги – через выбор архитектурного стиля просматривается попытка к открытой национальной самоидентификации. Этот процесс проявлялся по-разному и имел различный характер в зависимости от территориальной принадлежности.

С конца XVIII – первой половины XIX века в европейской синагогальной архитектуре возникают тенденции переосмысления архитектурных форм [1]. Происходит трансформация «крепостных» синагог, включенных в систему городских оборонительных сооружений; синагоги приобретают более компактную форму, включая в свой монолитный объем весь комплекс дополнительных помещений. Происходит переход от барочных форм к более строгим классицистическим. Эти постройки в дальнейшем явились основой для возникновения нового крупного явления в синагогальной архитектуре, для которого в 40-х гг. XIX века формируется соответствующий идеологический фон. В этот период формируется новое направление иудаизма – реформизм, который выдвигает постулат включить европейскую культуру в круг ценностей евреев, а также возвысить еврейские общины в городской инфраструктуре. Этот постулат нашел отражение в соответствующем новом типе еврейской сакральной архитектуры – реформистских синагогах. Некоторые из них также получили название «прогрессивные». В свою очередь, распространившееся название «хоральные» синагоги, характеризовало новый тип синагогальной литургии, который проявился в упорядочении внешних форм богослужения, а также появлением в интерьере синагог органа и пространства для хора. В процессе проектирования реформистских синагог стали уделять внимание акустике.

Примечательно, что на украинских землях, откуда данный тип синагог получил свое распро-

странение реформистские синагоги стали возникать в крупных городах вне традиционных еврейских кварталов, т.к. встречали вражду и противодействие со стороны ортодоксальных и хасидских общин, что нашло отражение в архитектуре ряда синагог. Например, при строительстве синагоги Ивано-Франковска пришлось отказаться от купола, предполагавшегося в первоначальном проекте.

Хоральные синагоги распространились по всем крупным городам ОВД и Кавказского края: Ростове-на-Дону, Тифлисе, Баку. Они возводились преимущественно просвещенными и состоятельными кругами еврейской городской элиты и имели стремления отразить в архитектурных формах синагог пафос древнейшей еврейской святыни – Иерусалимского Храма, но одновременно придать зданию более светский, европейский характер. На рис.1 представлен главный фасад Большой Хоральной синагоги Баку.

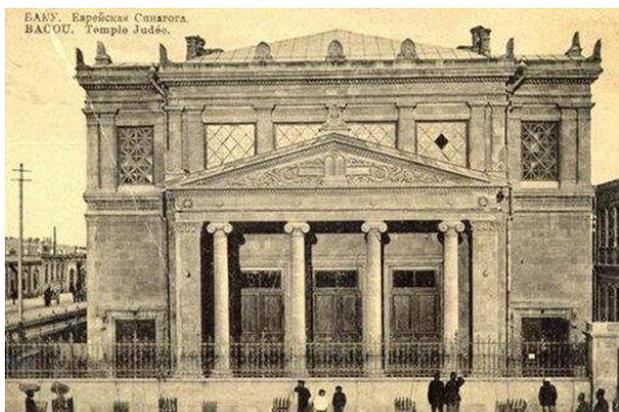


Рис. 1. Главный фасад Большой Хоральной синагоги Баку

Таким образом, некоторыми исследователями такие синагоги объединяются в отдельную типологическую категорию – дворцово-храмовый тип. Подобно европейским, их еще называли «темпами». Процесс становления данного типа синагог совпадает с общеевропейской тенденцией стилистических поисков и открытий. Необходимо указать несколько тенденций, которые повлияли на стилистические образы реформистских синагог ОВД и Кавказского края:

1. Общеевропейский процесс развития архитектурной формы направил зодчество синагог в соответствующее динамическое русло. Зодчие, возводившие синагоги решали те же проблемы выработки национального пластического языка в архитектуре, что и европейские архитекторы, с той лишь разницей, что этот процесс был несколько задержан на территории Российской Империи, и они в большинстве случаев уже опирались на определенные аналоги. В зависимости от

территориального подчинения земель возводившиеся на них синагоги ориентировались в каждом случае на свой прототип.

2. Традиции синагогального зодчества, выработанные на территории Восточной части Речи Посполитой и Украины с XVI по XIX века оказали наибольшее влияние на формирование архитектурного типа синагог ОВД и Кавказского Края и явились для них базисной основой.

Синагогальные постройки середины XIX века опираются на западноевропейские образцы, «темпы» начала века (синагоги в Гамбурге, Вене, Касселе) и строятся в характерных для ранних этапов историзма неоклассических формах, отражая идею Храма как античной постройки (синагога Львова, 1846) [2]. В львовской синагоге был сооружен первый купол в синагогальной архитектуре Украины. В дальнейшем этот компонент становится одним из определяющих знаков украинских «темпов».

Кроме западноевропейского существовал и еще один путь влияния на синагогальные постройки середины XIX столетия: распространение классицизма было вызвано существовавшим в строительных отделениях губернских правлений положением о повсеместном насаждении принятых в Санкт-Петербурге классицистических образцов синагогальных построек, отмененном лишь в 1858 году. Например, Днепропетровская синагога была построена по выданному образцу плана и фасада.

В общий поток стилистического развития синагогальной архитектуры вклиниваются тенденции, связанные с попыткой выработки национальных принципов. На Украине это явление выразилось в двух направлениях: ориентиры на западные образцы и процессы, а также «работа» с местными традициями. Одним из стилистических направлений являлось использование романских (реже готических) традиций, которые распространились в европейской, главным образом, германской синагогальной архитектуре. К приемам, идентифицирующим данный стиль можно отнести: стрельчатые окна, высокие треугольные фронтоны и башенки-пинакли. В облике ряда синагог прослеживается трехчастный неороманский портал. В отделке экстерьера многих синагог стал использоваться стиль «рундбоген», заимствованный из немецкой синагогальной практики и выраженный преимущественно декоративными мотивами – характерными для неороманского стиля «ломбардскими» аркатурными поясами. Одним из ярких его примеров на юге Украины является Главная синагога в Одессе и хоральная синагога в Дрогобыче [3]. Несмотря на отсутствие идеологических предпосылок, вы-

работанных в германских землях, подобный аркатурный пояс мы замечаем в Хоральной синагоге и синагоге Ремесленников Ростова-на-Дону.

Самым оригинальным и значительным стилистическим направлением в архитектуре «исторических» синагог была ориентальная тема, открытая в европейской синагогальной архитектуре зодчими Г. Семпером и Л. фон Форстером в связи с поисками национального стиля и восточными аллюзиями Иерусалимского Храма. На земли ОВД и Кавказского края эти тенденции, представленные преимущественно мавританскими стилистическими мотивами, проникают с двух сторон.

Первый источник – Австро-Венгрия с синагогами в Вене и Будапеште. Их архитектура ока-

зала влияние на тогдашние восточные территории, Галицию и Закарпатье (хоральные синагоги в Черновцах, Ивано-Франковске, Ужгороде). В пышно декорированной ужгородской синагоге 1904 г. (арх. Д. Папп и Ф. Саболч) – первой железобетонной постройке города, – влияние столичных синагог обыгрывается также и местными закарпатскими традициями [4].

Второй источник – Россия, где после статьи 1872 г. В. Стасова «По поводу постройки синагоги в Санкт-Петербурге» формы арабо-мавританской архитектуры, соотнесенные знаменитым художественным критиком с национальными еврейскими истоками и традициями, начинают активно использоваться в синагогальном зодчестве. На рис.2 представлен главный фасад Хоральной синагоги Санкт – Петербурга.

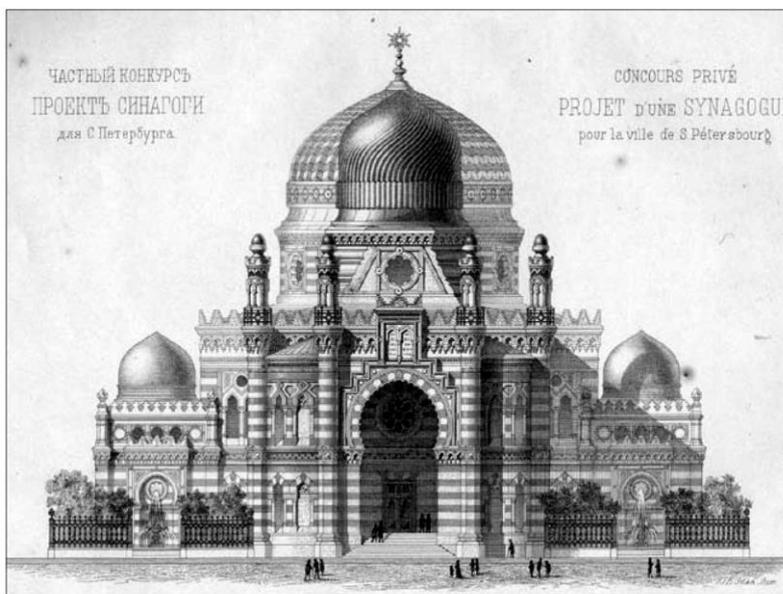


Рис. 2. Главный фасад Хоральной синагоги Санкт – Петербурга

Отмечается целый ряд синагог, имеющие две башни с выразительными шлемовидными куполами, напоминавшими отдельными деталями столичную синагогу. Эти синагогальные постройки каждая в своем ключе привносили восточную экзотику: полосатые фасады, подковообразные арки и окна, утонченные декоративные машикули, фестончатые фасады, ажурные башни [5]. Своей помпезностью и обильным декором они ассоциировались с образом Иерусалимского Храма.

Говоря о реформистских синагогах в контексте общеевропейской эволюции синагогальной архитектуры, необходимо отметить, что традиции крепостной архитектуры используются в пышных формах реформистских синагог, по-разному осмысливаясь архитекторами. В одних случаях это перенос старинной архитектуры в «чи-

стом» виде (стилизаторство). В других – стилистическая интерпретация (стилизация). К примеру, в синагоге г. Тифлиса, выстроенной в стиле «романтического» модерна, монолитный куб с высокой дозорной башней как бы вступает в диалог с такой же по духу древней луцкой синагогой Украины [6]. Эта же тема «замка» в несколько ином образе выражена в Ростовской Солдатской синагоге. «Крепостные» традиции интерпретируются в угловых башенных пристройках. Ломбардский пояс также трансформируется в реминисцент крепостной архитектуры и активно используется с ее прочими элементами в виде самостоятельно арочного мотива. Особое звучание приобретает и традиционная «карпатская» крыша, получившая не меньшее распространение, чем европейские купола, причем не только в синагогах, наследовавших местные образцы, но и

тех, что наследовали классические европейские и ориентальные стили.

Отдельное место занимает «Тоновский» неорусский стиль, появившийся в некоторых синагогах Украины [7–9]. Он выражается в трансформации крепостного аттика в неорусский кокошник, а также в применении своеобразного мотива в оформлении дверных и оконных проемов.

Эти факторы являются важным доказательством того, что все указанные подходы существовали во многих синагогах в сложных комбинациях и органических связях. Показательный пример, обобщающий все стилистические тенденции, – цикл работ, посвященный синагогальной архитектуре, петербургского еврейского архитектора Якова Гевирца [10]. Здания синагог с нерустованными фасадами олицетворяют крупные плоскости стен древних Палестинских сооружений, соединяют мавританский купол с переднеазиатскими силуэтами стен, романо-готическими контрфорсами, средневековыми башнями «крепостных» сооружений и другими приемами, отвечающими тенденции национальной самоидентификации через мавританские мотивы [11].

Внутреннее убранство реформистских синагог заметно отличается по своей наполненности и стилистике в зависимости от географического расположения. Говоря о Хоральной и Солдатской синагогах Ростова можно говорить, что в целом интерьер теряет богатую символическую картину мира, приобретая рациональный характер [12]. Это выражается в преобладании растительных мотивов потолочной и настенной росписи. При этом синагоги Грузии наоборот отличаются значительно большим богатством интерьерного декора, что является следствием Византийской преемственности.

Выводы. Стилиевые направления в синагогальной архитектуре Области Войска Донского и Кавказского края формируются в контексте общеевропейских тенденций синагогального зодчества. Максимальное влияние на формирование стилиевых направлений синагог Области Войска Донского и Кавказского края оказала синагогальная архитектура Украины и Восточной части Речи Посполитой. Отдельной темой является встречная тенденция влияния традиций Ираногворящих этнолингвистических групп на архитектуру синагог Кубинской Области, Тимарханшура и других территорий компактного проживания еврейского населения современного Азербайджана и Дагестана.

В период конца XIX - начала XX вв. под влиянием Европейских тенденций формируется новый тип синагог – «дворцово-храмовый», который призван отразить в архитектурных формах

пафос древнейшей еврейской святыни – Иерусалимского Храма. При этом синагогам нового типа старались придать более светский, европейский характер.

Самым оригинальным и значительным стилистическим направлением в архитектуре "исторических" синагог была ориентальная тема, связанная с поисками национального стиля и восточными аллюзиями Иерусалимского Храма, представленная мавританскими мотивами. Выделено два источника происхождения мавританского исторического стиля в синагогальной архитектуре: синагогальные традиции Австро-Венгрии и сформировавшиеся в Санкт-Петербурге тенденции, согласно которой арабо-мавританские мотивы соотносились с национальными еврейскими истоками и традициями (статья Стасова «По поводу постройки синагоги в Санкт-Петербурге»).

Таким образом, в общей стилистической динамике, проявившейся в изменениях внутренней и внешней концепции синагоги, демонстрируются эволюционные процессы синагогального зодчества середины XIX – начала XX веков во всей совокупности контекстуальных связей – от социальной интеграции иудейского населения и урбанистического вектора до мировоззренческих сдвигов. При этом выбор стиля зданий синагог в период конца XIX-начала XX вв. необходимо рассматривать как способ открытой национальной самоидентификации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бернштейн-Вишницер Р. Искусство у евреев в Польше и Литве // История евреев в России. (Под ред. Браудо А.И., Вишницер М.Л., Гессен Ю. и др.). М.: Мир, 1914. Т.ХI. История еврейского народа. Т.1. С. 390–405.
2. Жолтовский П.Н. Памятники еврейского искусства // Декоративное искусство СССР. 1966. № 9. С. 28–33.
3. Макушенко П.И., Петрова З.А. Народная архитектура Закарпатья. Под ред. Ю.А. Нельговского. К.: Госстройиздат УССР. 1956. 162 с.
4. Хаймович Б. Подольское местечко: пространство и формы // 100 еврейских местечек Украины. Подолия: Исторический путеводитель. Иерусалим. СПб. 1998. Изд.2. Вып.1. С. 43–76.
5. Яргина З. Деревянные синагоги // Шеддевры еврейского искусства. 1993. №5. С. 319–361.
6. Wishnitzer R. The Architecture of the European Synagogues. Philadelphia: The Jewish Publication Society of America. 1964. 600 с.
7. Dominique Jarrassé, Synagogues: Architecture and Jewish Identity. Paris, 2001. 250 с.

8. Ivan Kalmar Moorish Style: Orientalism, the Jews, and Synagogue Architecture // *Jewish Social Studies*. № 7. 2001. С. 68–100.

9. Keßler, Katrin. *Ritus und Raum der Synagoge*. Petersberg. 2007. 120 с.

10. Rachel Hachlili. *Ancient Jewish Art and Archaeology in the Diaspora*. Leiden, 1998. 245 с.

11. Rivka and Ben-Zion Dorfman. *Synagogues without Jews and the Communities that built and used them*. Philadelphia. 2000. 380 с.

12. Zoya Yargina. *Wooden Synagogues*. Moscow, 1993. 120 с.

13. Bracha Yaniv. Praising the Lord: Discovering a Song of Ascents on Carved Torah Arks in Eastern Europe. *Ars Judaica*. № 2. 2006. С. 83–102.

14. Maria and Kazimierz Piechotka, Brama Nieba. *Bóznice murowane na ziemiach dawnej Rzeczypospolitej*. Warsaw. 1999. 138 с.

15. David Kaufman. *Shul with a Pool: The "Synagogue-Center" in American Jewish History*. Hanover and London, 1999. 290 с.

16. Laura Rachel Felleman Fattal. *American Sephardi Synagogue Architecture*. *Jewish Art* 19-20. 1993-1994. С. 22–44.

Shapiro G.E.

STYLE DIRECTIONS IN THE ARCHITECTURE OF SYNAGOGUES OF THE PERIOD OF THE MIDDLE OF THE XIX-BEGINNING OF THE XX CENTURIES.

(ON THE EXAMPLE OF THE FIELD OF THE TROOPS OF THE DON AND THE CAUCASIAN TERRITORY)

This article discusses the issue of borrowing and influencing the synagogue architecture of the Region of the Troops of the Don and the Caucasus in the context of pan-European trends in synagogue architecture. A special place in the evolutionary process of synagogue architecture is the issue of style formation. In the general stylistic dynamics manifested in the changes in the internal and external concept of the synagogue, the evolutionary processes of the synagogue architecture of the mid-19th and early 20th centuries are demonstrated in the totality of contextual links - from the social integration of the Jewish population and the urban vector to the worldview shifts. On the basis of the analysis it was concluded that the choice of the style of the synagogue buildings during the late XIX-early XX centuries must be seen as a way of open national self-identification.

Key words: *synagogues, stylistic trends, reformist type, Rondbogen", Moorish style.*

Шапиро Григорий Ефимович, аспирант кафедры истории архитектуры, искусств и архитектурной Южный Федеральный Университет, Реставрации
Адрес: Россия, 344000, г. Ростов-на-Дону, пр. Буденновский, д. 39.
E-mail: shapirogr@mail.ru

ДРАМАТУРГИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА СРЕДОВОГО ПОДХОДА

vk.goro@yandex.ru

Концепция предметно-пространственной среды в 60-е годы имела несколько предметных толкований, в числе которых можно обнаружить модели пространства, организованного конфликтом характеров, действующих перед зрителями со «сцены»; такие модели сохраняют актуальность и в наши дни. Модель «городской среды», выстроенная на онтологии драматического конфликта и заимствованная из сферы организации театральных зрелищ, основана на категориальных различиях субъекта действия и предмета воздействия, автора игрового действия, актёра и зрителя, которые обмениваются образами персональных ролей и личных позиций в зрелищной коммуникации.

Ключевые слова: *средовой подход, драматургическая парадигма, драматическая синтагма.*

Методология подхода: парадигма и синтагма. Всемирно известный логик науки Т. Кун в 70-м году определил зависимость научной школы от парадигмы, которая в течение определённого времени даёт сообществу модель постановки проблемы и её решения [7]. Школа воспроизводит конкретный принцип теоретического дискурса, сфокусированный на категориальном образце, который Кун назвал «парадигма». Похожую идею методологического развития в конце 60-х высказал профессор Манчестерского университета Робин Жак. В работе о технологиях дизайна он разбил историю художественного мышления на периоды, представленные появлением и использованием новых методов. В его теории, художественный метод вытесняет ремесленный способ работы, на смену инженерному методу в 20-м веке приходит научный, но во второй половине века его дополняет системное мышление и появляется политический метод, ориентированный на учёт последствий научных проектов [11].

Более детальную классификацию истории мышления в подходах разработал В.А. Никитин (рис. 1). В его схеме отразился не только парадигматический принцип категориального моделирования, но и свойственная информационному и, следующему за ним, «историческому» подходам трансформация знаковой морфологии («экран», «траектория»), что приводит к повышению значимости синтагматических связей («стандарт», «принцип»).

Синтагма функциональной графики: пространство и движение. Функционально-технологический подход начала XX века моделировал человека как сырьё, перемещаемое в места функционального обслуживания и на этом пути преодолевающее зоны без функций как протяжённость, препятствующая процессу. Соответственно, перемещение «функционера» в пространстве стало заботой архитектора – технолога социального процесса, и осознавалась им как задача технологической оптимизации проектируемого объекта [1].

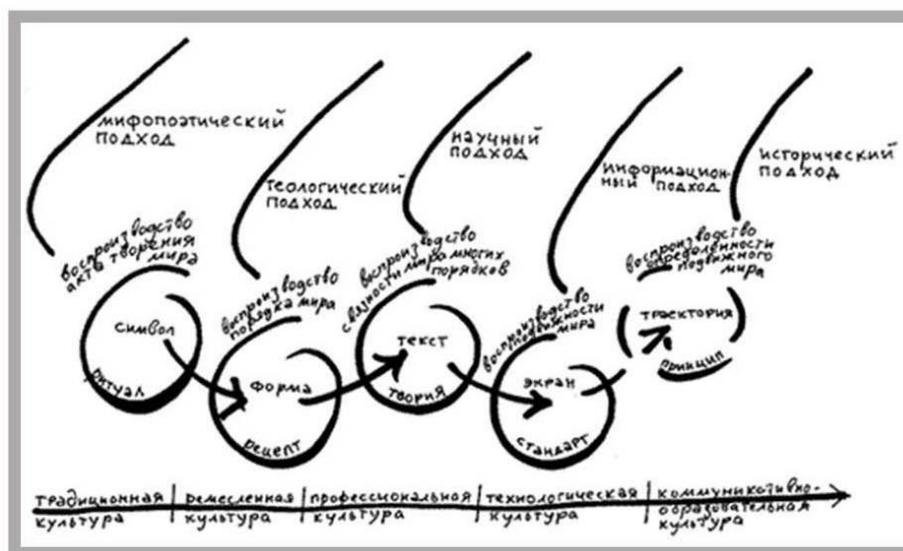


Рис. 1. Основные подходы и организация знания в схематизации В.А. Никитина

Прагматизм средств функциональной графики связывает эффективность технологической организации с минимальным перемещением (функционального) «сырья» в пространстве. Для организации технологического «конвейера» проектное мышление прибегает к графике потоков, к оптимизации связей и другому графическому контенту пространственного перемещения (рис. 2) [6]. В типовом (для модернизма) случае, содержание архитектурного замысла несут графические средства организации перемещения в пространстве (объекта) и их восприятие зависит от «прозрачности» воплощений (рис. 3) [14].

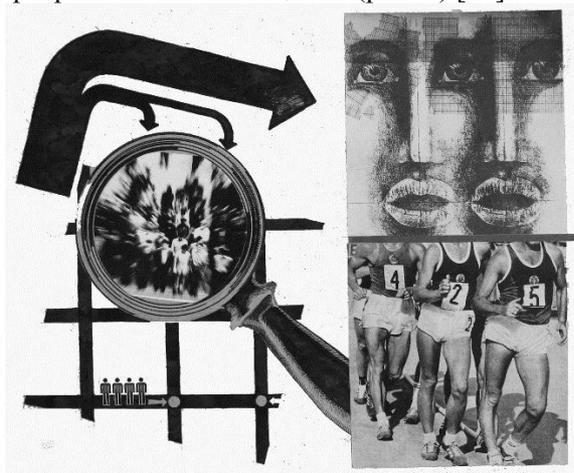


Рис. 2. Модель функционера: слой пространственного перемещения и слой его восприятия

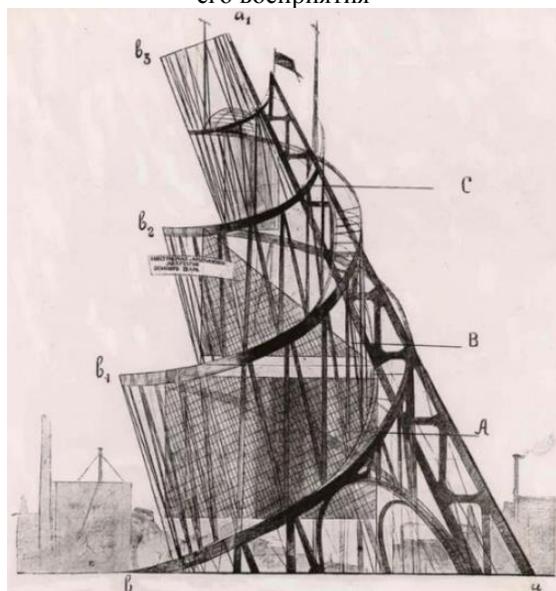


Рис. 3. Ажурные конструкции башни III Интернационала воплотили монумент абстрактного движения (В. Татлин, 1919 г.)

Не только ажурность конструкции, как у Эйфеля и Татлина, но и прозрачность стеклянных ограждений, открывающих вид на пешеходов внутри здания, стали основными признаками современности архитектуры. Идеологическая тема

модернизма «здание – машина», высказанная автором пуризма Ле Корбюзье [8] и авторитетом функционализма Гропиусом [2], была поддержана конструктивистами (рис. 4) и развита представителями хай-тека, проекты которых сформировали стилевую норму выноса инженерных систем и транспортных коммуникаций на фасады зданий [12], [13].

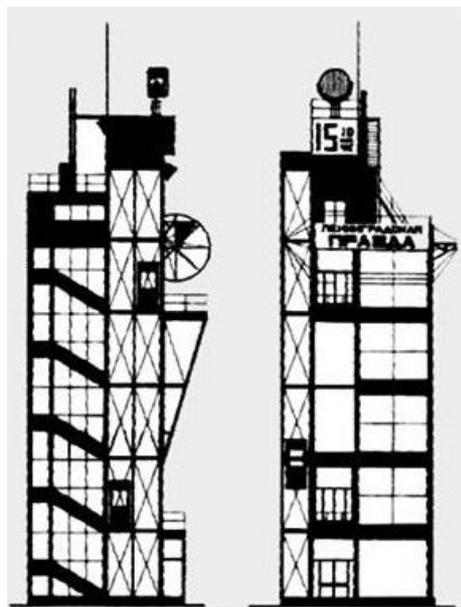


Рис. 4. Стеклянные фасады издательского офиса в проекте Веснина А.А. и Веснина В.А. обнажили движение функционеров по лестницам и в лифтах (1924 г.)

Драматическая синтагма восприятия.

Драматургический принцип архитектурного творчества связан с моделированием восприятия произведения по схемам зрелищной коммуникации. «Жизнь» архитектурных произведений проявляется в том, что архитектурный зритель, пребывая в пространстве телом, физически взаимодействует с доступной ему пространственной обстановкой. Он ощущает свет, цвет, тактильно чувствует фактуры поверхностей. Захватывая предмет (ы), действие наделяет его (их) значениями воздействия (образ игры O_b «схватывает» не только действие актёра A_b , приведшее к деформации предмета X_b , но и образ зрителя O_b – (рис. 5)). Мысль о ролевом заимствовании позиций в зрелищной коммуникации в начале прошлого века формулировал теоретик театра и практик режиссуры Н. Евреинов [15]. Его концепция «автономного театра» говорит о совмещении образов зрителя, актёра и автора в воображении человека, который задействует эти образы в игровой манере, то есть проявляет интерактивность. Другая сторона интереса архитекторов к театру связана с понятием конфликта, как композиционной основы драматического моделирования, находящего выражение в вербальном, иконическом, тактильном

и предметном контенте зрелищной ситуации [10].

Драматургическая парадигма предметно-пространственной среды. Предметом градостроительного проектирования является городская среда, которую В.Л. Глазычев характеризо-

вал отношениями «взаимосвязанность, соотносённость и сопряжённость – социального поведения и его окружающей обстановки» [3]. Термин В.Л. Глазычева «взаимосвязанность» поведения и обстановки относит мышление к субстанции знака. Такую роль в организации среды «играют» указатели и названия (рис. 6).

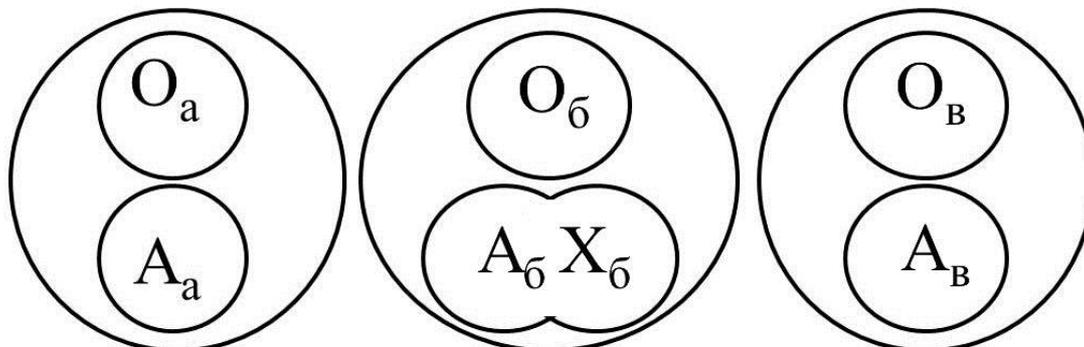


Рис. 5. Схематизация О.И. Генисарецким идеи Н. Евреинова о зрелищной коммуникации: лицо A_a – автор; O_a – авторский образ; лицо A_6 – актёр; X_6 – сценический предмет; O_6 – образ игры; лицо A_v – зритель; O_v – образ зрителя



Рис. 6. Знаковая форма в организации архитектурной среды: входной знак «Атом» – создан быть Символом всемирной выставки в Брюсселе, 1958 года (ЭКСПО-58).



Рис. 7. Минг Пей. «Стеклянная пирамида» – аллюзия «псевдоегипетского стиля», – фонарь, освещающий подземный вестибюль Лувра, напоминает о завоевании Египта Наполеоном I и былом величии Франции. Париж, 1989г.

Использованный им же в названной дефиниции термин – «соотнесённость» знаковых форм свидетельствует о переносе социальных отношений на обстановку, таких как, например, социальный статус, престиж (рис. 7).

«Сопряжённость» языковой морфологии – указывает на синтактику, присущую обстановке в городе и в любой другой предметно-пространственной среде, например, «метафоры» (рис. 8) [5].



Рис. 8. Ээро Сааринен. «Взлетающая птица» аэровокзала TWA – архитектурная метафора предстоящего полёта. Нью-Йорк, 1962г.

Первичная дистинкция человека, выделившего себя, активную часть природы, из воспринимающей воздействие объектной части, применимо ко всем случаям теоретической рефлексии, в том числе и к ситуации моделирования предметно-пространственной среды. Социальные и межчеловеческие отношения, о которых пишет Глазычев, предполагают «обмен символами», что возможно при условии «принимать роль другого» и благодаря способности представлять восприятие адресата, – это в современных исследованиях

называется интеракцией. За пределами средовых представлений остаются отношения параметров геометрических форм; и, им противоположные, ролевые отношения социальных сред. Ролевая интеракция субъекта среды и объекта, подтверждает знаковый характер и языковой принцип моделей предметно-пространственной среды. Вторая дистинкция форма/содержание позволяет различить человеческую, субъектную форму бездействующего предмета – тогда мы говорим об

олицетворении геометрических параметров и ролевом определении пространства [9]. Такие представления, в частности, характеризуют «живописный» стиль в садово-парковом искусстве [15]. «Регулярный» стиль характеризует геометрическая форма социальных содержаний, как в планировке Версаля, или пространственное расположение характеров – две, неполные характеристики средовой интерактивности (рис. 9).



Организационное моделирование ситуаций городской среды. Существующий в историческом времени город моделируется как физическое тело в конкретном времени социального процесса, при известном единстве (ролевом перечне) действующих лиц (социальных субъектов), при организуемом содержании их действия, взаимосвязанном и сопряжённом с предметной обстановкой. Такая модель делает похожей городскую ситуацию на сцену в театральном спектакле. Соответственно сценической аналогии можно различать каналы организационного воздействия на городскую среду: драматургия – написание текстов «архитектурных постановок»; хореография и постановка мизансцен – организация движения в пространстве; городская режиссура – направляет и регламентирует использование выразительных средств архитектурного зрелища (свет, цвет, звук, темп, пластика).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Буряк А.П. Развитие и функции системы графических средств современного архитектурного проектирования. Автореферат кандидатской диссертации. М.: ЦНИИТИА, 1979.
2. Вальтер Гропиус. Великие Архитекторы М.: Директ-Медиа, 2015. Том 24. 71 с.
3. Глазычев В.Л. Социально-экологическая интерпретация городской среды. М.: Наука, 1984. 180 с.

4. Горожанкин В.К. Онтологические модели архитектурной формы. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова 2017. № 2. С. 106–110.
5. Дженкс Ч. Язык архитектуры постмодернизма. М.: Стройиздат, 1985. 136 с.
6. Зейтун Ж. Организация внутренней структуры проектируемых систем. М.: Стройиздат, 1984. 160 с.
7. Кун. Т. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1977. 300 с.
8. Ле Корбюзье. Творческий путь. М.: Стройиздат, 1970. 248 с.
9. Линч К. Образ города. М.: Стройиздат, 1982. 328 с.
10. Налимов В.В. Вероятностная модель языка. М.: Наука, 1974. 272 с.
11. Переверзев Л.Б., Антонов Р.О. Тенденции системного дизайна за рубежом // Техническая эстетика. 1979. №22. С. 35–54.
12. Ренцо Пиано. Великие архитекторы. М.: Директ-Медиа, 2016. Том 44. 71 с.
13. Ричард Роджерс. Великие архитекторы. М.: Директ-Медиа, 2016. Том 50, 71 с.
14. Фридман И. Научные методы в архитектуре. М.: Стройиздат, 1983. 161 с.
15. Хализев В. Драма как явление искусства. М.: Искусство, 1978. С. 16.
16. Хоум Г. Основания критики. М.: Искусство, 1977. 615 с.

Gorzhankin V.K.**DRAMATIC PARADIGM ENVIRONMENTAL APPROACH**

The concept of the spatial environment in the 60-ies had several substantive interpretations, which can detect the model space, the organized conflict of the characters acting in front of the audience with "scene"; such models are still valid in our days. The model of "urban environment" built on the ontology of conflict and drama borrowed from the sphere of the organization of theatrical shows based on categorical differences of the subject of the action and impact, the author of game action, the actor and the audience who share images of personal roles and personal position in spectacular communication.

Key words: *approach, dramaturgic paradigm, dramatic syntagm.*

Горожанкин Валентин Константинович, старший преподаватель кафедры архитектуры и градостроительства. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: vk.goro@yandex.ru

Храмцов Б.А., канд. техн. наук, доц.,
Былин И.П., доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Корнеев П.В., аспирант
Белгородский государственный национальный исследовательский университет

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В МАССИВЕ ГОРНЫХ ПОРОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОТОЧНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

bilin1948@mail.ru

Данная статья посвящена актуальной проблеме определения напряженного состояния массива горных пород на больших базах с использованием современных высокоточных геодезических приборов. При разработке месторождения полезных ископаемых подземным способом с обрушением налегающей толщи массива горных пород происходит образование провалов и зон обрушений на земной поверхности. Провалы и зоны обрушения на земной поверхности используются в качестве возмущающего фактора, которые вызывают перераспределение напряжений в массиве горных пород. Образовавшиеся полости заполненной обрушенными породами могут аппроксимироваться на земной поверхности окружностью или эллипсом. Предложена методика и схемы для расчета напряжений при выходе зоны обрушения на земную поверхность в виде окружности, с использованием результатов наблюдений за сдвижением реперов на земной поверхности по профильным линиям.

Ключевые слова: зона обрушения, массив горных пород, напряженное состояние, геодезические приборы, профильные линии, репера, провал.

В настоящее время актуальной проблемой остается разработка мер охраны зданий, сооружений и природных объектов при разработке мощных железорудных месторождений подземным способом. В работе Н.П. Влоха, А.Д. Сашурина и А.В. Зубкова [1] была обоснована необходимость определения интегрального поля напряжений на больших базах с целью обеспечения безопасности ведения горных работ на участках шахтных полей от сотен метров и более, а также расчета параметров предохранительных целиков и разработки мероприятий по охране зданий и сооружений на земной поверхности от их подработки горными работами.

Современные методы [2–4] позволяют оценить безопасное состояние зданий, сооружений и природных объектов при сдвигении горных пород и земной поверхности, в которых для расчета в качестве граничных условий используют градиенты естественного поля напряжений, действующие в массиве горных пород.

В качестве возмущающего фактора в естественном поле напряжений используют образовавшиеся в массиве горных пород провал и зону обрушения над выработанным пространством, форма которой на земной поверхности может быть аппроксимирована окружностью или эллипсом [5–8].

Для определения напряжений необходимо заложить наблюдательную станцию на земной поверхности по специально разработанному

«Проекту», соблюдая требования «Инструкции по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при разработке рудных месторождений» [9] и ГОСТ 24846-2012. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений [10].

Опорные грунтовые реперы закладываются за пределами зоны возможных деформаций, не менее двух пунктов, как со стороны висячего, так и лежащего боков рудного тела. Расстояние между опорными реперами должно быть не менее 70 метров. В качестве опорных реперов рекомендуется использовать осевые пункты стволов и надшахтных зданий, пункты триангуляции и полигонометрии, если они расположены за пределами зоны возможных смещений.

Рабочие реперы закладываются на расстояниях не более 5 радиусов (R) расчетной (проектной) зоны обрушения. Схемы расположения профильных линий и реперов могут быть различными:

- профильные линии вкрест простирания рудного тела (рис. 1);
- профильные линии под углом 45° к простиранию рудного тела (рис. 2);
- расположение рабочих реперов в шахматном порядке;
- комбинированные схемы.

В настоящее время при производстве маркшейдерских работ используются современные высокоточные электронные

приборы (электронные тахеометры, сканирующие системы, навигационные системы «GPS» и «ГЛОНАСС»), которые позволяют изменить методики производства геодезических и маркшейдерских работ для решения вопросов промышленной безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых. Применение высокоточных геодезических электронных приборов позволяет повысить точность определения координат рабочих реперов, отстоящих от опорных реперов на расстояниях от ста метров до километров, с точностью до 2 мм. Существенно сократить время на производство геодезических измерений.

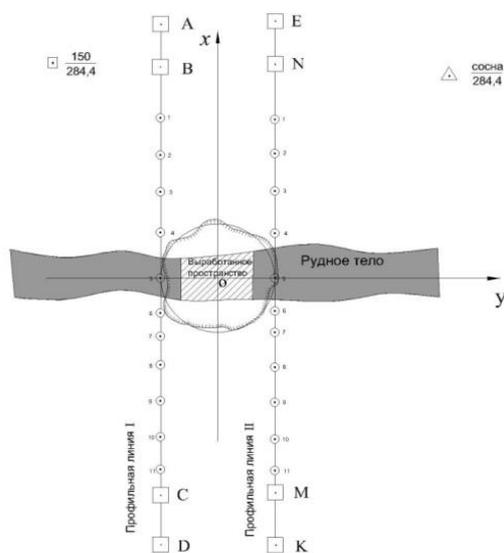


Рис. 1. Схема расположения профильных линий вкрест простиранья рудного тела

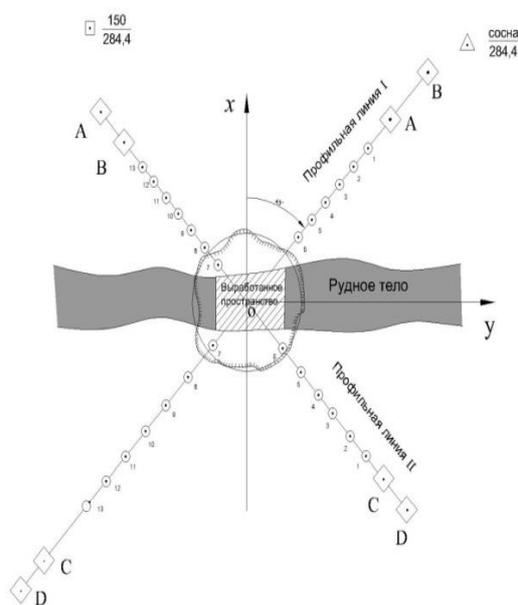


Рис. 2. Схема расположения профильных линий под углом 45° к простиранью рудного тела

Рассмотрим методику определения напряженного состояния массива горных пород для зоны обрушения представленной на плане в виде окружности.

Опорные грунтовые реперы закладывают на расстоянии более 5 радиусов от центра расчетной зоны обрушения. При соблюдении данного условия перераспределение напряжений вокруг образовавшейся зоны обрушения в массиве горных пород и на земной поверхности не будет оказывать влияние на сдвигание опорных реперов. После закладки наблюдательной станции до выхода зоны обрушения, плановые координаты грунтовых опорных и рабочих реперов $(x_i; y_i)$ определяют из двух серий наблюдений.

После выхода зоны обрушения на земную поверхность выполняют тахеометрическую съемку, по результатам которой составляют план в масштабе 1:500 с нанесением контуров зоны обрушения и зоны трещин.

Используя известные аналитические способы, определяют площадь зоны обрушения, находят плановые координаты $(x_0; y_0)$ центра тяжести [11]. Радиус (R) зоны обрушения вычисляют по формуле:

$$R = \sqrt{S/\pi}, \tag{1}$$

где R и S – соответственно радиус и площадь зоны обрушения.

Вводим новую систему координат $(x'o'y')$ начало которой совмещают с центром тяжести образовавшейся зоны обрушений на земной поверхности (рис. 3). В новой системе координат $(x'o'y')$ ось y' совмещается с осью x , а ось x' с осью y для дальнейшего удобства перевода координат опорных и рабочих реперов в новую систему координат.

При выходе зоны обрушения на земную поверхность происходит сдвигание рабочих реперов (см. рис. 3), что приводит к изменению их плановых координат. С помощью высокоточных электронных приборов определяем новые плановые координаты и приращения координат рабочих реперов, расположенных в зоне сдвижений на земной поверхности, в новой системе координат. Величина полного горизонтального смещения i -го репера в плане после выхода зоны обрушения на земную поверхность определяется по формуле:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2} \tag{2}$$

где ε_i – абсолютное горизонтальное смещение i -го репера; Δx_i , Δy_i – приращения координат i -го репера по осям x' и y' в новой системе координат после выхода зоны обрушения.

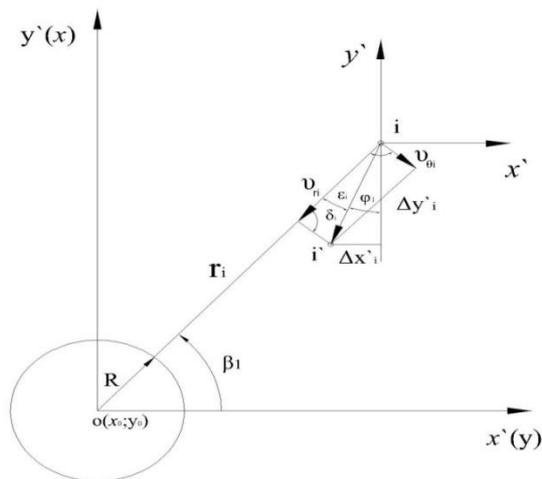


Рис. 3. Схема смещения рабочего *i*-го репера после выхода зоны обрушения на земную поверхность

Направление полного горизонтального смещения (сдвижения) *i*-го репера характеризуется углом φ_i относительно оси y'

$$\varphi_i = \arctg \frac{\Delta x'_i}{\Delta y'_i} \quad (3)$$

Из схемы, представленной на рис. 3 определяем радиус – вектор *i*-го репера в новой системе

$$\begin{cases} v_r = -\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{4G} \left[\frac{R^4}{r^3} - \frac{R^2}{r} (x + 1) \right] \cos 2\theta + \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{4G} \frac{R^2}{r}; \\ v_\theta = -\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{4G} \left[\frac{R^4}{r^3} + \frac{R^2}{r} (x - 1) \right] \sin 2\theta, \end{cases} \quad (8)$$

где v_r, v_θ – радиальные и тангенциальные смещения; σ_1, σ_2 – главные нормальные напряжения; R – радиус провала; r – радиус-вектор репера; $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$ – модуль сдвига; E – модуль деформации; μ – коэффициент Пуассона; $\chi = \frac{3-\mu}{1+\mu}$ – коэффициент Колосова Г.В.; θ – угловая координата репера, отсчитываемая от σ_1 до радиус-вектора репера против часовой стрелки.

Для определения напряжений σ_1, σ_2 , угла θ и модуля сдвига G необходимо составить четыре уравнения.

Для составления четырех уравнений достаточно знать величину и направление полных векторов горизонтальных смещений двух рабочих реперов.

Составим систему уравнений для рабочих реперов 1 и 2, используя формулы (3) и (7) и схему, приведенную на рис. 4.

координат до выхода зоны обрушения на земную поверхность по формуле:

$$r_i = \sqrt{y_i'^2 + x_i'^2}, \quad (4)$$

где x'_i, y'_i – плановые координаты *i*-го репера в новой системе координат ($x' \ o' \ y'$) до выхода зоны обрушения на земную поверхность.

Направление радиус-вектора *i*-го репера до выхода зоны обрушения в новой системе координат определяют по формуле:

$$\beta_i = \arctg \frac{y'_i}{x'_i} \quad (5)$$

Радиальное и тангенциальное смещения *i*-го репера вычисляют по формулам:

$$\begin{cases} v_{ri} = \varepsilon_i \cos \delta_i; \\ v_{\theta i} = \varepsilon_i \sin \delta_i; \end{cases} \quad (6)$$

$$\delta_i = 90^\circ - \beta_i - \varphi_i, \quad (7)$$

где $v_{ri}, v_{\theta i}$ – соответственно радиальное и тангенциальное смещения *i*-го репера;

ε_i – полное горизонтальное смещения *i*-го репера; δ_i – угол между вектором полного горизонтального смещения *i*-го репера и радиус – вектором *i*-го репера.

Радиальные и тангенциальные смещения реперов в зоне влияния провала и зоны обрушения на земной поверхности определяют с помощью следующих формул [12, 13]:

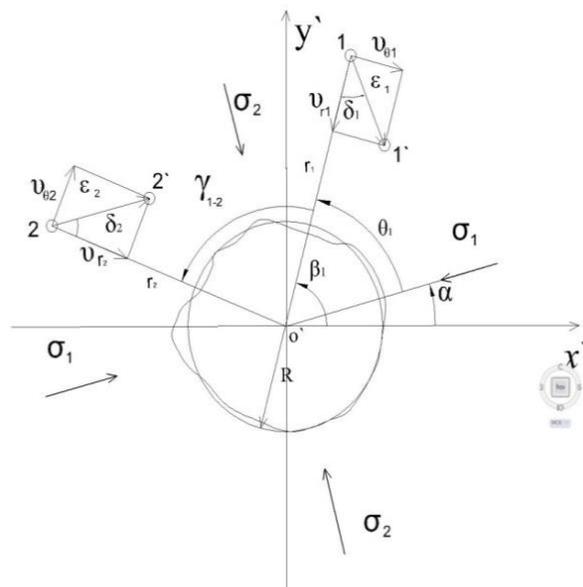


Рис. 4. Схема для расчета напряжений при выходе зоны обрушения на земную поверхность в виде окружности

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_1 \cos \delta_1 G + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{4} \left[\frac{R^4}{r_1^3} - \frac{R^2}{r_1} (x + 1) \right] \cos 2\theta_1 - \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{4} \frac{R^2}{r_1} = 0 \\ \varepsilon_1 \sin \delta_1 G + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{4} \left[\frac{R^4}{r_1^3} + \frac{R^2}{r_1} (x - 1) \right] \sin 2\theta_1 = 0 \\ \varepsilon_2 \cos \delta_2 G + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{4} \left[\frac{R^4}{r_2^3} - \frac{R^2}{r_2} (x + 1) \right] \cos 2(\theta_1 + \gamma_{1-2}) - \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{4} \frac{R^2}{r_2} = 0 \\ \varepsilon_2 \sin \delta_2 G + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{4} \left[\frac{R^4}{r_2^3} + \frac{R^2}{r_2} (x - 1) \right] \sin 2(\theta_1 + \gamma_{1-2}) = 0 \end{array} \right. \quad (9)$$

Решение полученной системы уравнений (9) позволит определить главные нормальные напряжения σ_1 , σ_2 , модуль сдвига G и угол θ_1 между σ_1 и радиус – вектором репера 1.

Направление действия σ_1 относительно оси x' определяют с помощью следующей формулы:

$$\alpha = \beta_1 - \theta_1, \quad (10)$$

где α – угол между осью x' и направлением действия σ_1 ; β_1 – угол между осью x' и радиус – вектором репера 1.

Для определения интегрального поля напряжений после выхода зоны обрушения на земную поверхность осуществляют перебор всех возможных вариантов и выполняют оценку точности определения компонентов естественного поля напряжений, действующих в горизонтальной плоскости и модуля сдвига горных пород для территории равной площади круга с радиусом равном пяти радиусам зоны обрушения. Наблюдения за развитием зоны обрушения в процессе ведения горных работ и проведение долговременных геодезических наблюдений за смещением реперов, позволяет осуществлять мониторинг за напряженным состоянием массива горных пород с учетом размеров подрабатываемой территории горными работами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Влох Н.П., Сашурин А.Д., Зубков А.В. Напряженное состояние горных пород рудных месторождений Урала // Напряженное состояние земной коры (по измерениям в массивах горных пород). М.: Наука, 1973. С. 87–106.

2. Храмов Б.А. Сдвижение горных пород под влиянием подземных разработок рудных месторождений при выходе зоны обрушения на земную поверхность: Диссертация на соискание ученой степени кан. техн. наук. Свердловск. СГИ, 1981, 176 с.

3. Сашурина А.Д. Геомеханические модели и методы расчета сдвижений горных пород при разработке месторождений в скальных массивах: Автореф. дис. докт. техн. наук. Екатеринбург: ИГД, 1995, 38 с.

4. Храмов Б.А. Сравнительная оценка методов измерения напряжений горного массива / Научно-технический прогресс в добывающих отраслях промышленности. Тезисы докладов научно – технической конференции. Свердловск: ИГД МЧМ СССР, 1975, С. 12

5. Методические рекомендации к экспериментально-аналитическим измерениям напряжений на больших участках горного массива. Свердловск: ИГД МЧМ СССР, 1977. 28 с.

6. Сашурин А.Д., Храмов Б.А. Метод определения напряженного состояния горных пород массива на больших базах. Отражение современных полей напряжений и свойств пород в состоянии скальных массивов. Апатиты: АН СССР, 1977. С. 40–41

7. Сашурин А.Д., Храмов Б.А. Экспериментально-аналитический метод измерения напряжений больших участков горного массива // Подземная добыча руд черных металлов. Кривой Рог: НИГРИ, 1978. С. 40–46

8. Храмов Б.А. Метод определения напряженного состояния массивов горных пород с использованием навигационных систем при выходе зоны обрушения на земную поверхность // Вестник ТулГУ. Серия Геомеханика. Механика подземных сооружений. Вып.1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2007.

9. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений: Утв. Госгортехнадзором СССР, 1986. М.: Недра, 1988. 113 с.

10. ГОСТ 24846-2012. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений

11. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. для вузов. 10-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1986. 416 с.

12. Влох Н.П. Сашурин А.Д. Измерение напряжений в массиве крепких горных пород. М.: Недра, 1970, 124 с.

13. Сашурин А.Д. Сдвижение горных пород на рудниках черной металлургии. Екатеринбург: ИГД УроРАН, 1999, 268 с.

Khramtsov B.A., Bylin I.P., Korneev P.V.**METHOD OF DETERMINING STRESS IN ROCK MASS USING HIGH-PRECISION GEODETIC MEASUREMENTS**

This article is devoted to the problem of determining the stress state of rock masses for large databases using advanced high-precision surveying instruments. In the development of a mineral deposit by an underground method, the collapse of the overlying strata of the rock mass is accompanied by the formation of holes and zones of collapse on the earth's surface. The failures and the area of the collapse on the earth's surface are used as the perturbing factors that cause stress redistribution in the rock mass. The resulting cavities are filled with tumbled rocks can approximately on the earth's surface by a circle or ellipse. The proposed method and scheme for the calculation of stresses in the exit zone of collapse to the earth's surface in the form of a circle, using the results of observations of the displacement of the reference points on the earth's surface, on the profile lines.

Key words: *Collapse zone, rock mass, rock mass, stress determination, geodetic device, profile lines, frame, failure.*

Храмцов Борис Александрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

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

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

Былин Илья Парфирьевич, доцент, старший преподаватель кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

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

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

E-mail: bilin1948@mail.ru

Корнеев Павел Васильевич, аспирант кафедры прикладной геологии и горного дела.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Адрес: Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85.

Даниленко Е.П., доц.,
Истомина Е.А., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

КАДАСТРОВЫЕ РАБОТЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МАШИНО-МЕСТ

danilenko_ep@mail.ru

В статье проанализирована структура кадастровых работ при формировании машино-мест. Изучен порядок государственного кадастрового учета и оформления прав на машино-место. Рассмотрены изменения в законодательстве, вступившие в силу с 01.01.2017 года и выявлены проблемы, которые возникают при постановке машино-места на кадастровый учет. Предложена методика формирования различных видов машино-места и варианты составления технического плана.

Ключевые слова: кадастровые работы, машино-место, формирование объекта кадастрового учёта, технический план, государственный кадастровый учет, регистрация прав.

С 1 января 2017 года у собственников парковочных мест появилась возможность зарегистрировать право собственности на машино-место. Для оформления таких прав в Федеральный закон № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 были внесены некоторые поправки.

Согласно Федерального закона от 03.07.2016 № 315-ФЗ «О внесении изменений в часть первую Гражданского кодекса Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» с 1 января 2017 года к понятию «недвижимой вещи» стали также относиться «жилые и нежилые помещения, а также предназначенные для размещения транспортных средств части зданий или сооружений (машино-места), если границы таких помещений, частей зданий или сооружений описаны в установленном законодательством о государственном кадастровом учете порядке» [1]. Начиная с 2017 года самостоятельными объектами недвижимости стояли являться и машино-места в различных паркингах. Паркинги

могут быть расположены под многоэтажными многоквартирными жилыми зданиями, могут быть пристроенными к зданию, отдельно стоящими или располагающимися на крыше здания.

Под машино-местом подразумевается отдельная часть парковочной площади для размещения транспортных средств, которая используется для стоянки одного автомобиля и ограничена конструктивными элементами или специальной разметкой. Разграничение единой площади автостоянок под отдельные машино-места имеет большое практическое значение, поскольку позволяет определить объем прав и обязанностей конкретного владельца транспортного средства на участок стоянки, заключить с ним договор аренды и официально оформить документацию на владение таким объектом [3].

Если отталкиваться от понятия, что любая площадка, куда можно поставить автомобиль, не нарушая ничьих прав, является машино-местом, то все машино-места можно разделить на следующие виды (рис. 1).



Рис. 1. Виды машино-мест

Законодательно же закреплена возможность регистрации права только за следующими видами парковочных мест:

– машино-места в гаражных боксах;

– машино-места в подземных, многоуровневых паркингах при многоэтажном доме, и в паркингах – отдельных сооружениях.

– машино-места на плоскостных стоянках, регулируемых шлагбаумами и обозначенные ограждением по периметру – в данном случае предусматривается только долевая собственность.

Для оформления прав на машино-место и постановки его на кадастровый учет необходимо подготовить технический план на данную единицу общей площади стоянки. Представление технического плана в орган кадастрового учёта будет являться основанием для постановки машино-места на государственный кадастровый учёт и последующих регистрационных действий.

Специальные условия по оформлению Технического плана на машино-место регламентированы статьёй 24 Федерального закона № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости». Для изготовления технического плана машино-места необходимо предоставить следующие документы:

– разрешение на ввод в эксплуатацию здания, в котором расположено машино-место;

– проектная документация здания, в котором расположено машино-место.

Основными элементами, позволяющими сформировать машино-место как объект недвижимости и объект гражданских прав, являются:

– определение местоположения машино-места в привязке к поэтажному плану строения либо к плану одноэтажного здания;

– закрепление границ машино-места в натуре [2].

При производстве кадастровых работ по формированию машино-места как объекта недвижимости, местоположение части автостоянки для размещения транспортного средства определяется путем размещения геометрической фигуры, совпадающей по контурам с границами машино-места, в графической форме на поэтажном плане либо на плане строения. Для этого действия кадастровому инженеру необходимо установить фактические границы обследуемого машино-места. Границы машино-места формируются в соответствии с проектными документами на строение, и подлежат обозначению специальной разметкой. Такая разметка может наноситься правообладателем машино-места (например, арендатором), а также застройщиком или собственником строения.

Приказом Минэкономразвития РФ от 07.12.2016 г. № 792 «Об установлении минимально и максимально допустимых размеров машино-места» регламентированы минимальные и

максимальные размеры, в пределах которого осуществляется формирование обособленного места для размещения автомобиля:

– минимальный размер – 5.3×2.5 м;

– максимальный размер – 6.2×3.6 м [4].

Если обследуемое машино-место не удовлетворяет указанным параметрам, изготовление Технического плана невозможно и, соответственно, государственный кадастровый учет такого машино-места не осуществится.

Для вновь сформированных объектов, предназначенных для размещения автомобилей, происходит одновременная постановка на государственный кадастровый учет и регистрация прав на них, в результате чего сведения вносятся в Единый государственный реестр недвижимости (далее ЕГРН).

Помимо кадастровой документации на вновь сформированное машино-место, в орган учёта и регистрации прав (Федеральную службу государственной регистрации кадастра и картографии (далее – Росреестр)) необходимо представить документы, удостоверяющие права заявителя на машино-место, например, свидетельство о регистрации права собственности на строение, в котором находится машино-место или иной правоустанавливающий документ [2].

До вступления в силу Федерального закона № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» для владельцев таких стояночных мест была доступна только регистрация права общей долевой собственности на стоянку с выделением отдельных долей, пропорционально площади парковочного места. Регистрация машино-мест с 2017 года полностью совпадает с такой процедурой для других объектов недвижимого имущества. С 2017 года не потребуется согласие всех участников общедолевой собственности больше на выдел в натуре доли в праве общей долевой собственности на помещение и регистрации на машино-место права собственности, в том случае, если участник общей долевой собственности предоставит в Росреестр решение общего собрания о порядке пользования имуществом общей долевой собственности, либо согласие всех собственников.

После выдела машино-места из состава общедолевой собственности владелец машино-места имеет право пользоваться оставшимся имуществом общедолевой собственности, которое необходимо для прохода или подъезда к выделенному машино-месту. С того дня, когда последний участник долевой собственности осуществит выдел в натуре доли и регистрацию права собственности на машино-место, общая долевая собственность на помещение, в границах которого располагаются машино-места, прекращается [1].

По итогам регистрационных действий владелец может получить на руки выписку, подтверждающую внесение сведений о машино-месте в ЕГРН. Такое оформление прав на машино-место позволяет не только использовать объект для самостоятельного использования, но и распоряжаться им по своему усмотрению.

В процессе деятельности граждан и предприятий возникают ситуации, когда необходимо произвести изменения в расположении отдельных машино-мест на общей стоянке: раздел таких объектов или изменение границ между ними. Статья 41 вышеназванного Федерального закона № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» регламентирует, что при внесении подобных изменений в сведения государственного реестра недвижимости также должно устанавливаться соответствие границ новых объектов максимальным и минимальным параметрам, определенных для одного стояночного места [2].

Заказчиком по оформлению машино-мест могут быть:

- застройщик: на стадии оформления документации для ввода в эксплуатацию и постановки строения на государственный кадастровый учёт;
- владелец строения: в процессе эксплуатации строения;
- владелец места – в случае заключения договора о законном приобретении прав на часть общей стоянки (машино-место).

На практике, кадастровые работы по формированию машино-мест на вновь образованной общей стоянке проводится одновременно в отношении двух и более отдельных стояночных мест. С целью соблюдения прав и интересов каждого заинтересованного лица при выполнении данных кадастровых работ, может заключаться Договор подряда с множественностью лиц. Его результатом будет изготовление не одного Технического плана на отдельное место автостоянки, а сразу несколько Технических планов для группы заказчиков [8].

При определении параметров границ формируемых машино-мест для внесения их в план учитываются расстояния между характерными точками стояночных мест или расстояния между долговременными метками. Также законодательство регламентирует, что заказчик может установить требование для исполнителя кадастровых работ об определении координат специальных точек разметки и закреплении характерных точек границ стояночного места на поверхности пола строения.

После установления кадастровым инженером всех необходимых параметров стояночного места, данные вносятся в Технический план, форма которого регламентирована приказом Минэкономразвития № 953 «Об утверждении

формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений». Документ оформляется в электронной форме, удостоверяется цифровой подписью кадастрового инженера и направляется в органы кадастрового учета в электронном виде [5].

У заказчика есть право установить в договоре подряда условие об изготовлении плана на бумажном носителе. На практике, такая необходимость возникает у владельца строения при поиске потенциальных арендаторов или покупателей сформированных машино-мест на общей стоянке.

Сведения технического плана подлежат экспертизе в процессе постановки на государственный кадастровый учет, после чего вносятся в ЕГРН. В случае изменения технических параметров машино-места (например, его границ) владельцу необходимо привести в соответствие и техническую документацию. Для этого владелец места на общей стоянке должен заказать проведение новых кадастровых работ, после чего будут внесены изменения в кадастровые сведения, что также документально фиксируется в изменениях кадастрового паспорта машино-места как объекта недвижимости [8].

Таким образом, подготовка документов для государственной регистрации машино-места по новым правилам, представляет определённую проблему даже для опытных кадастровых инженеров и специалистов в данной сфере.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О внесении изменений в часть первую Гражданского кодекса Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 03.07.2016 года № 315-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс», 2017.
2. О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 13.07.2015 г. № 218-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс», 2017.
3. Смарт Вэй – техническая инвентаризация и кадастровые работы [Электронный ресурс]. URL: <http://smway.ru/registratsiya-mashinomesta.htm>. (дата обращения 19.04.2017)
4. Об установлении минимально и максимально допустимых размеров машино-места [Электронный ресурс]: Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 7 декабря 2016 года № 792. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс», 2017.

5. Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений [Электронный ресурс]: Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации 18.12.2016 г. № 953. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс», 2017.

6. Дыдочкина А.А., Затолокина Н.М., Колмыкова И.В. Проблема парковки в городе Белгороде // Международная научно-техническая конференция молодых учёных БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014.

7. Ширина Н.В., Кара К.А. Наполненность государственного кадастра недвижимости сведениями о границах и зонах Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 12. С. 215–216.

8. Ширина Н.В., Барабанова О.А. Изменения в системах учета и регистрации объектов недвижимости в Российской Федерации // VIII Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум». 2016. С. 14–15.

Danilenko E.P., Istomina E.A.

CADASTRAL WORKS AT FORMATION OF MACHINE PLACES

The article analyzed the structure of cadastral works at formation of machine places. Studied of the state cadastral registration and registration of the rights to the machine place. Examined the changes in legislation that came into force in 01.01.2017. Identified the difficulties encountered by specialists in setting up a registration machine places for cadastral registration. Proposed a method for forming a machine places and a variants of drawing up a technical plan.

Key words: *cadastral works, machine place, forming object cadastral registration. technical plan, state cadastral registration, registration of rights.*

Даниленко Елена Петровна, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

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

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

E-mail: danilenko_ep@mail.ru

Истомина Екатерина Александровна, студент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

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

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

E-mail: Kat_isto@mail.ru

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI: 10.12737/article_5968b451beddb7.75705966

Клименко В.Г., канд. техн. наук, доц.,
Гасанов С.К., аспирант,
Кашин Г.А., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ СУЛЬФАТ КАЛЬЦИЯ – МАГНЕТИТ

Klimenko3497@yandex.ru

На основании расчетных и экспериментальных исследований показана возможность использования железорудного концентрата Лебединского ГОКа в производстве гипсобетонов для защиты от ионизирующего излучения.

Ключевые слова: магнетит, гематит, нерастворимый ангидрит, гипс, строительный гипс, железорудный концентрат Лебединского ГОКа, потенциометрия, РФА, энергия Гиббса.

Введение. В настоящее время актуальным является поиск новых экранирующих наполнителей и новых вяжущих веществ для производства защитных композиционных материалов от ионизирующего излучения.

Определенный интерес в этом плане, представляют оксиды железа (гематит, гетит, маггемит, магнетит). Преимуществами данных веществ являются: достаточно широкая распространенность в природе, доступность, низкая стоимость, развитая удельная поверхность и большая сорбционная емкость, способность к модифицированию и регенерации, механическая прочность, магнетизм, высокая электропроводность, не токсичность. Сорбционная способность магнетита определяется выходящими на поверхность структурными атомами кислорода, частично гидратированными в воде, и способными поглощать катионы металлов [1]. Железосодержащие экранирующие наполнители позволят устранить основной недостаток бетонов, связанный с их низкой теплопроводностью, что затрудняет отвод тепла, выделяемого в защите конструкций.

В качестве вяжущих в исследуемых системах исследовались гипсовые вяжущие (строительный гипс и ангидритовое вяжущее). Причин тому несколько. Прежде всего, продукты гидратации гипсовых вяжущих имеют в своем составе 19–20 мас. % воды, которая уходит из материала в интервале 60–200 °С. Нагревание гипсовых материалов приводит к переходу кристаллизационной воды в пар с большим поглощением энергии, что значительно повышает огнестойкость материалов. Кроме того, данный вид вяжущих веществ позволяет получить перспективные, без-

опасные для окружающей среды и здоровья человека, легкообрабатываемые материалы и изделия.

Создание новых видов высокоэффективных композиционных материалов для защиты от ионизирующих излучений обуславливает необходимость совершенствования теории и практики их проектирования. Материалы, применяемые для защиты от радиации, должны обладать высокой радиационной стойкостью и относительно высоким коэффициентом ослабления гамма-излучения. В качестве строительного материала, удовлетворяющего данным требованиям и защищающего от ионизирующего излучения, нами был исследован гипсобетон на тонкодисперсном магнетитовом заполнителе.

Научная гипотеза. Гипсовые вяжущие, поверхность которых обладает амфотерными свойствами из-за наличия электронодонорных и электроакцепторных центров, могут подвергаться поликонденсационному взаимодействию с продуктами поляризационного взаимодействия магнетита с водой, создавая эффективные композиционные материалы. Этому способствует высокая сорбционная способность поверхности магнетита за счет отрицательной величины электрокинетического потенциала. У сульфатов кальция электрокинетический потенциал имеет положительное значение, что также будет способствовать образованию устойчивых композиций.

Цель работы. Изучение процессов и продуктов гидратационного взаимодействия в системе сульфат кальция – магнетит.

Методология. В качестве сырья в работе использовали железорудный концентрат (ЖК) Лебединского ГОКа. Химический состав концентрата, масс. %: Fe₃O₄ – 94–96; Fe₂O₃ – 0,5–1,0;

SiO₂ – 2,0–4,0. Магнетит (МГ), являющийся основной частью концентрата, – слабоокисленная железная руда с размером частиц не более 35 мкм. Модальный диаметр частиц 11,36 мкм. Фракционный состав, масс. %: 0,2–1,0 мкм – 1,3; 1,0–5,0 мкм – 31,0; 5,0–10,0 мкм – 33,0; 10,0–35,0 мкм – 34,0. Твердость – 6. Плотность – 5800 кг/м³. Предел прочности при сжатии до 200 МПа. Цвет – черный. Кристаллы магнетита имеют октаэдрическую форму. Рельеф их поверхности гладкий, местами шагреновый. Удельная поверхность магнетита 404-412 м²/кг [2]. Электрокинетический

потенциал магнетита (–40 мВ) [3], а гипса 8 мВ. Величина pH водных суспензий Fe₃O₄ (В/Т=12,5) равна 9,0–9,2.

На ДТА ЖК имеется два экзоэффекта: первый – при 250...375 °С (окисление до магнетита) и второй при 580...1000 °С (окисление до гематита) [4]. На РФА магнетиту соответствуют рефлексы при межплоскостных расстояниях, нм: 0,4848; 0,3909; 0,3345; 0,3126; 0,2974; 0,2536; 0,2426; 0,2099; 0,1799; 0,1720; 0,1612; 0,1479 (рис.1).

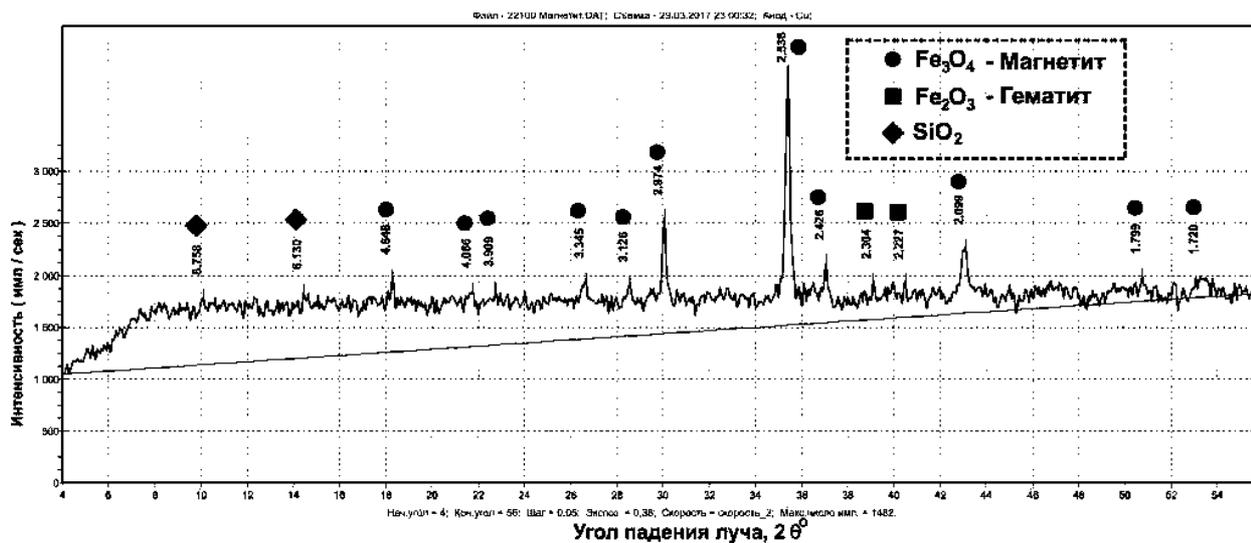


Рис. 1. РФА железорудного концентрата Лебединского ГОКа

В качестве строительного гипса использован гипс Г–4 (СГ) ООО «Унистром–Трейддинг», Московская область, г. Жуковский. Характеристики гипса: R_{сж.} = 4–5 МПа, R_{изг.} = 2,0–2,5 МПа, сроки схватывания 8–13 мин. Величина pH водных суспензий строительного гипса (В/Т=12,5) равна 7,4.

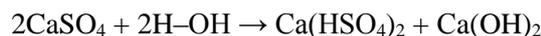
Термический нерастворимый ангидрит (AnII) получали обжимом природного гипса при температуре 650 °С в течение 3 часов. Величина pH его водных суспензий равна 11,2.

Для изучения кинетики гидратации использовали потенциометрический метод. Рассматривалось изменение величины pH водных суспензий (В/Т = 12,5). Исследуемые суспензии хранились в герметичных ёмкостях. В качестве активатора твердения ангидрита использовали K₂SO₄ спецификации ГОСТ 4145–74 и (NH₄)₂SO₄.

Основная часть. Одним из способов увеличения прочности низкомарочных гипсовых вяжущих является модифицирование их различными микронаполнителями. В представленной работе в качестве такого наполнителя исследован ЖК Лебединского ГОКа, основным компонентом которого является Fe₃O₄. Данное сырье обладает рядом преимуществ, позволяющих устранить ос-

новной недостаток цементных бетонов, связанный с их низкой теплопроводностью, что затрудняет отвод тепла, выделяемого в защите конструкций. Кроме того, при проектировании составов композиционных материалов на гипсовых вяжущих нужно учитывать как будут влиять наполнители и заполнители на процессы гидратации и твердения гипса, возможность микроармирования гипсового камня и перераспределение механических нагрузок между гипсовым камнем и частицами добавки.

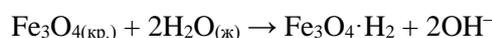
Суспензия AnII имеет щелочную реакцию среды (pH = 11,2) за счет поляризации воды ионами SO₄²⁻ [5].



Величина pH СГ находится в интервале 5,5–7,5 чему соответствует поляризация воды ионами Ca²⁺



МГ поляризует воду с отрывом ионов OH⁻.



При смешивании суспензий сульфата кальция и оксидов железа, в зависимости от кислот-

ности среды, могут проходить следующие реакции (реакции 1–14 см. табл. 1). Возможность протекания данных реакций была исследована на основании расчета стандартной энергии Гиббса (ΔG°_{298}) [6]. Проведенные расчеты показывают (табл. 1), что образование ферритов кальция в растворах $\text{Ca}(\text{OH})_2$ возможно в стандартных условиях. Реакции $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{кр.})$ и $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{кр.})$ с

$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{кр.})$ менее вероятны. В нейтральных суспензиях, содержащих сульфат кальция и оксиды железа, взаимодействие в стандартных условиях не возможно, так как $\Delta G^{\circ}_{298} > 0$. Реакция 5 возможна при высоких температурах, так как ($\Delta G^{\circ}_{\text{xp}} > 0$; $\Delta H^{\circ}_{\text{xp}} > 0$; $\Delta S^{\circ}_{\text{xp}} > 0$). Реакция 6 невозможна, так как ($\Delta G^{\circ}_{\text{xp}} > 0$; $\Delta H^{\circ}_{\text{xp}} > 0$; $\Delta S^{\circ}_{\text{xp}} < 0$).

Таблица 1

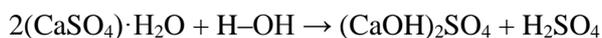
Стандартная энергия Гиббса реакций

№	Реакция	ΔG°_{298} , кДж/моль
1	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{кр.}) + \text{Ca}^{2+}(\text{р.}) + 2\text{OH}^-(\text{р.}) \rightarrow \text{Ca}(\text{FeO}_2)_2(\text{кр.}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж.})$	-41,16
2	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{кр.}) + \text{Ca}^{2+}(\text{р.}) + 2\text{OH}^-(\text{р.}) \rightarrow \text{Ca}(\text{FeO}_2)_2(\text{кр.}) + \text{FeO}(\text{кр.}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж.})$	-12,29
3	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{кр.}) + \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{кр.}) \rightarrow \text{Ca}(\text{FeO}_2)_2(\text{кр.}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж.})$	-9,76
4	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{кр.}) + \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{кр.}) \rightarrow \text{Ca}(\text{FeO}_2)_2(\text{кр.}) + \text{FeO}(\text{кр.}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж.})$	19,11
5	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{кр.}) + \text{Ca}^{2+}(\text{р.}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж.}) \rightarrow \text{Ca}(\text{FeO}_2)_2(\text{кр.}) + 2\text{H}^+(\text{р.})$	118,44
6	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{кр.}) + \text{Ca}^{2+}(\text{р.}) \rightarrow \text{Ca}(\text{FeO}_2)_2(\text{кр.}) + \text{Fe}^{2+}(\text{р.})$	75,83
7	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{кр.}) + 4\text{Ca}^{2+}(\text{р.}) + 8\text{OH}^-(\text{р.}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{ж.}) \rightarrow 4\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 13\text{H}_2\text{O} + \text{FeO}$	-833,36
8	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{кр.}) + 3\text{Ca}^{2+}(\text{р.}) + 6\text{OH}^-(\text{р.}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{ж.}) \rightarrow 3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{FeO}$	-442,30
9	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{кр.}) + 4\text{Ca}^{2+}(\text{р.}) + 8\text{OH}^-(\text{р.}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{ж.}) \rightarrow 4\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$	-862,23
10	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{кр.}) + 3\text{Ca}^{2+}(\text{р.}) + 6\text{OH}^-(\text{р.}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{ж.}) \rightarrow 3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	-471,17
11	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{кр.}) + 4\text{Ca}^{2+}(\text{р.}) + 6\text{OH}^-(\text{р.}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{ж.}) + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow 3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + \text{FeO}$	-848,86
12	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{кр.}) + 4\text{Ca}^{2+}(\text{р.}) + 6\text{OH}^-(\text{р.}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{ж.}) + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow 3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	-877,73
13	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{кр.}) + 6\text{Ca}^{2+}(\text{р.}) + 6\text{OH}^-(\text{р.}) + 28\text{H}_2\text{O}(\text{ж.}) + 3\text{SO}_4^{2-} \rightarrow 3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O} + \text{FeO}$	-2034,02
14	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{кр.}) + 6\text{Ca}^{2+}(\text{р.}) + 6\text{OH}^-(\text{р.}) + 28\text{H}_2\text{O}(\text{ж.}) + 3\text{SO}_4^{2-} \rightarrow 3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$	-2062,90

Гидроферриты кальция образуются в щелочной среде и являются труднорастворимыми соединениями. Согласно приведенным расчетам (табл. 1) эти реакции более предпочтительны, чем реакции образования ферритов (реакции 1–6). При уменьшении кислотности среды гидроферриты кальция разрушаются с образованием $\text{Fe}(\text{OH})_3$, который может коагулировать поры гипсового камня, увеличивая его непроницаемость.

Таким образом, термодинамически реакции образования гидроферритов и гидросульфферритов кальция возможны. Вместе с тем, будут протекать эти реакции или нет зависит и от кинетических факторов. Для проверки высказанных выше предположений были выполнены кратковременные (1 час) (рис. 2, а) и длительные (30 дней) (рис. 2, б) потенциометрические исследования процессов, протекающих в гипсомagnetитовых системах. Установлено, что МГ, имеющий слабощелочную реакцию среды, сокращает сроки схватывания строительного гипса (табл. 2). При pH 8–9 растворимость гипса максимальная, как и в сильно кислой среде. Известно, что вещества, увеличивающие растворимость гипса, являются ускорителями сроков схватывания [7].

Строительный гипс частично гидратируется по схеме:



ЖК, имеющий щелочную реакцию среды, смещает равновесие этой реакции вправо и тем самым сокращает сроки схватывания строительного гипса. В связи с этим в данных системах необходимо использовать замедлители сроков схватывания гипса. Нами предлагается использовать в качестве замедлителя сроков схватывания строительного гипса буру в количестве 0,25–0,50 мас. %.

Влияние добавок ЖК на водостойкость материалов было оценено с помощью коэффициента размягчения ($K_{\text{раз.}}$). ЖК несколько снижает $K_{\text{раз.}}$ материалов на основе строительного гипса. Так, у бездобавочных образцов $K_{\text{раз.}} = 0,408$, а у опытных – 0,367.

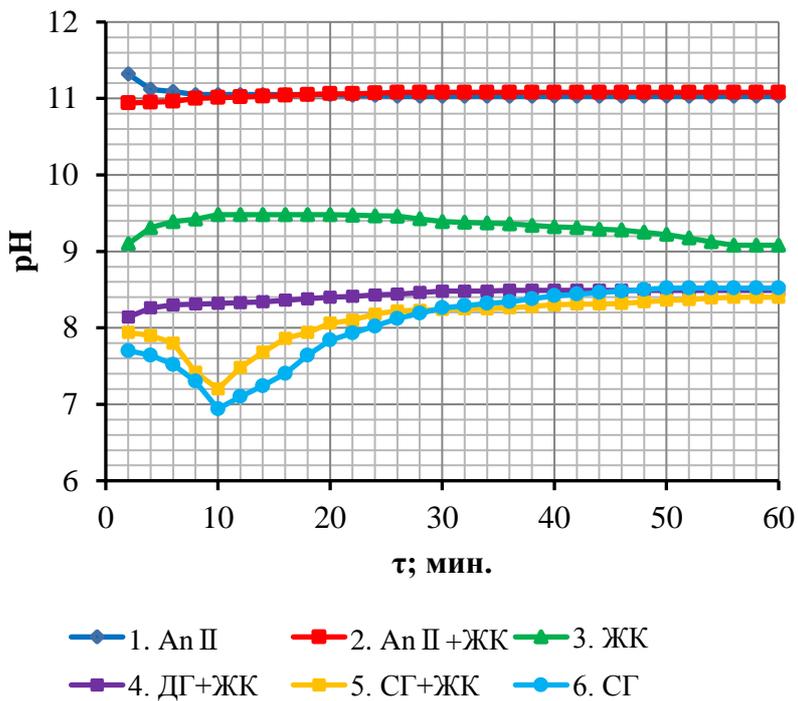
Добавки ЖК увеличивают величину pH двуводного и СГ и понижают pH AnII в начальные сроки гидратации (рис. 2, а). В более поздние сроки схватывания (рис. 2, б) величина pH гипсомagnetитовых систем падает, что служит косвенным подтверждением возможности протекания реакций 7–14 (табл. 1).

Длительные кинетические исследования (рис. 2 б) показали, что уже в первую неделю в водных суспензиях ЖК выпадает бурый осадок. Несколько позже бурый осадок образуется в системах на основе (гипс + ЖК) и (AnII + ЖК). В противоположность этому в системах на основе СГ и ЖК бурый осадок не образуется даже в длительные сроки гидратации. Объем твердой фазы

самый большой в системах на основе СГ и ЖК. Бурый осадок образуется за счет окисления Fe^{2+}

в Fe^{3+} и взаимодействия последнего с молекулами воды.

а



б

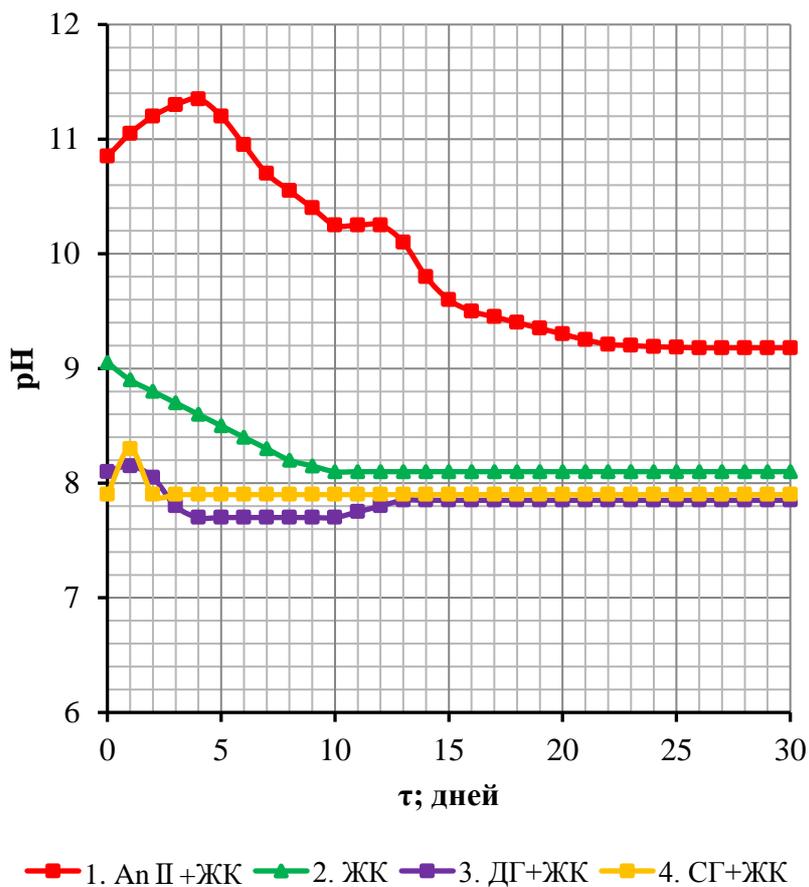


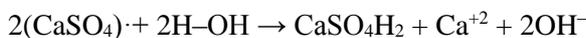
Рис. 2. Изменение величины рН в гипсомagnetитовых суспензиях:
а – краткосрочные исследования; *б* – длительные исследования

Таблица 2

Сроки схватывания материалов на основе строительного гипса

№	Состав композиции	Время, мин	
		начало схватывания	конец схватывания
1.	СГ	10	18
2.	СГ+ Fe ₃ O ₄	8,5	12,5

Нерастворимый ангидрит частично гидратируется по схеме:



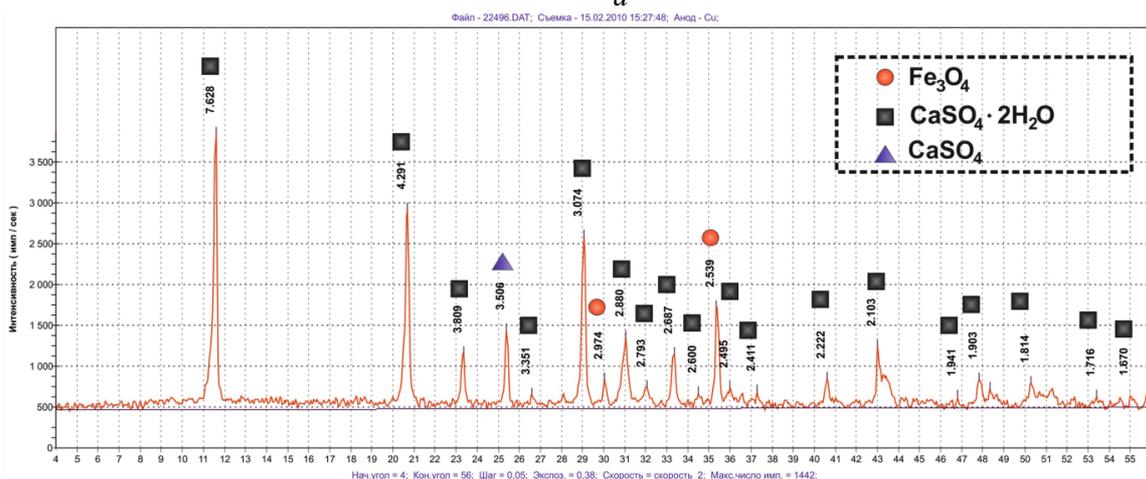
ЖК смещает равновесие этой реакции влево и тем самым ослабляет поляризацию ангидрита. OH⁻ ион, характеризующийся малым ионным радиусом (0,96 · 10⁻³ мкм), может проникать в структуру Fe₃O_{4(кр.)} и усиливать его гидратацию.

Рентгенофазовый анализ продуктов, образующихся в гипсомagnetитовых системах (рис. 3), показал наличие двухводного гипса (рефлексы при межплоскостных расстояниях, нм: 0,76283; 0,42908; 0,30737; 0,28801), магнетита (рефлексы при межплоскостных расстояниях, нм: 0,2974; 0,2536) и сингенита (рефлексы при межплоскостных расстояниях, нм: 0,95604; 0,5735; 0, 47702;

0,31699) при активации ангидрита K₂SO₄. При активации ангидрита (NH₄)₂SO₄ образуется коктаит (рефлексы при межплоскостных расстояниях, нм: 0,9992; 0,5809; 0, 4968; 0,3314; 0,2903). Рентгенофазовому анализу подвергались образцы на основе строительного гипса (СГМ-30) и ангидритового вяжущего (АМ-30) с содержанием магнетита 30 мас. %. Образование гидроферритов кальция и гидросульфферритов кальция на рентгенограммах не обнаружено.

Железорудный концентрат Лебединского ГОКа, имеющий щелочную реакцию среды, оказывает существенное влияние на гидроксильные твердые гипсовые частицы, смещая их кислотно-основные равновесия, что в конечном итоге отразится на структурообразовании гипсового камня. Потенциметрические исследования подтверждают это (см. рис. 2).

а



б

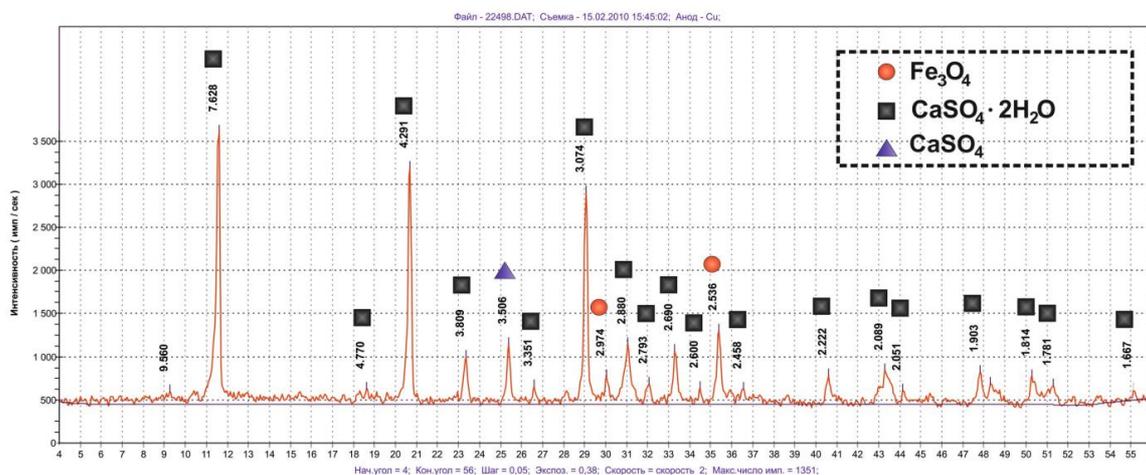


Рис. 3. Рентгенограммы композиционных материалов: а – СГМ-30; б – АМ-30

Выводы. На основании расчетных и экспериментальных исследований установлена возможность использования железорудного концентрата Лебединского ГОКа в производстве гипсобетонов для защиты от ионизирующего излучения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Колида Ю.Я., Антонова, Т.Н. Кропачева, В.И. Корнев Магнитные оксиды железа как сорбенты катионов тяжелых металлов // Вестник Удмуртского университета. Физика и химия. 2014. № 4. С. 52–61.
2. Матюхин П.В., Ястребинский Р.Н., Широков А.В. Основные физико-механические характеристики магнетита, подвергнутого воздействию высоких давлений прессования // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 9. С. 189–195.
3. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н. Полимерные радиационно-защитные композиты. Белгород: Изд-во БГТУ. 2009. 220 с.
4. Павленко В.И., Володченко А.Н., Клименко В.Г., Ястребинский Р.Н. Физико-химические свойства оксидов металлов и кремния: Учебный справочник. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2001. 99 с.
5. Klivenko V.G., Pavlenko V.I., Gasanov S.K. The Role of pH Medium in Forming Binding Substances on Base of Calcium Sulphate // Middle-East Journal of Scientific Research. 2013. Т. 17. № 8. pp. 1169–1175.
6. Третьяков Ю.Д. Термодинамика ферритов. Л.: Химия. 1969. 303 с.
7. Клименко В.Г. Многофазовые гипсовые вяжущие. Белгород: Изд-во БГТУ. 2010. 198 с.

Klivenko V.G., Gasanov S.K., Kashin G.A.

RESEARCH OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROCESSES IN THE CALCIUM SULPHATE – MAGNETITE SYSTEM

The possibility of using the iron ore concentrate of Lebedinsky GOK (Mining and Processing Plant) in the production of plaster concrete for protection against ionizing radiation was shown with reference to calculation and experimental studies.

Key words: magnetite, hematite, insoluble anhydrite, plaster, cement plaster, iron ore concentrate of Lebedinsky GOK, potentiometry, XRF, Gibbs free energy.

Клименко Василий Григорьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии.

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

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

E-mail: Klivenko3497@yandex.ru

Гасанов Суфиомар Курбанович, аспирант кафедры теоретической и прикладной химии.

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

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

E-mail: sufiomar_bl@mail.ru

Кашин Григорий Анатольевич, студент кафедры теоретической и прикладной химии.

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

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

E-mail: Klivenko3497@yandex.ru

Строкова В.В., д-р техн. наук, проф.,
Фанина Е.А., канд. техн. наук, доц.,
Кальчев Д.Н., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И АГРЕГАЦИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ГЕТЕРОГЕННОЙ СИСТЕМЕ

s-nsm@intbel.ru

В настоящее время разработан широкий спектр токопроводящих композиционных материалов различного назначения. Основой синтеза таких композитов безусловно является регулирование электрофизических свойств, для чего необходимо понимать механизм передачи электрического тока, его преобразование в тепловую энергию. В качестве электропроводящего компонента используют углеродсодержащие материалы, обладающие полупроводниковыми свойствами. В ранее разработанной модели, электрической проводимости гетерогенной системы учитывается фактор агрегации графита и антрацита, что позволяет определять ряд термодинамических параметров агрегации частиц.

Ключевые слова: УНТ, удельная электропроводность, нанотрубки, агрегация, энергия активации.

В настоящее время разработан широкий спектр токопроводящих композиционных материалов различного назначения. Основой синтеза таких композитов безусловно является регулирование электрофизических свойств, для чего необходимо понимать механизм передачи электрического тока, его преобразование в тепловую энергию. В качестве электропроводящего компонента используют углеродсодержащие материалы, обладающие полупроводниковыми свойствами. В ранее разработанной модели [1], электрической проводимости гетерогенной системы учитывается фактор агрегации графита и антрацита, что позволяет определять ряд термодинамических параметров агрегации частиц.

В связи с массовым синтезом в последние десятилетия бесчисленных форм элементарного углерода – фуллеренов, нанотрубок (УНТ), торoidalных, спиральных и прочих форм, большой интерес представляет сравнение электрофизических свойств таких материалов с традиционными [2].

В качестве исследуемой модели использовали систему УНТ – цементный камень, с диаметром полых углеродных волокон от 20 до 200 нм, полученных методом каталитического разложения углеводородов. Удельная поверхность составляет 90–120 м²/г, а удельная электропроводность близка к электропроводности металлов.

На рис. 1 представлена экспериментальная зависимость удельной электрической проводимости в зависимости от массовой доли УНТ, причем характер ее существенно отличается от зависимости удельной проводимости графита от концентрации. Это можно связать со специфическим строением нанотрубок, и подобно длинным мо-

лекулам ПАВ они будут адсорбироваться на поверхности твердого тела своими отдельными звеньями. При массовых долях УНТ менее 0,2 происходит образование первичных агрегатов размером до 200 нм, рис. 2, а. С увеличением массовой доли токопроводящего компонента происходит вторичная агрегация, когда более массивные, близкие по форме к сферическим, агрегаты образуют цепочки размером от 2 до 7 мкм.

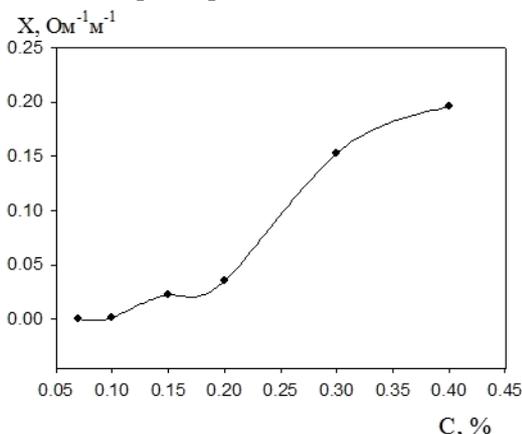


Рис. 1. Зависимость удельной электрической проводимости (X) системы УНТ – цементный камень от массовой доли УНТ, T = 293 К

Исследования структуры цементного камня, выполненные методом микроскопии, также подтверждают наличие агрегатов в гетерогенной системе. На микрофотографиях можно наблюдать трехмерные микросферы, образованные множеством нанотрубок, рис. 3, а, и цепочечные структуры из агрегатов углеродных нанотрубок, рис. 3, б.

Большим массовым долям УНТ (> 0,3 мас. %) на кривой зависимости отвечает пологий участок, показывающий, что удельное сопротивление мало зависит от концентрации.

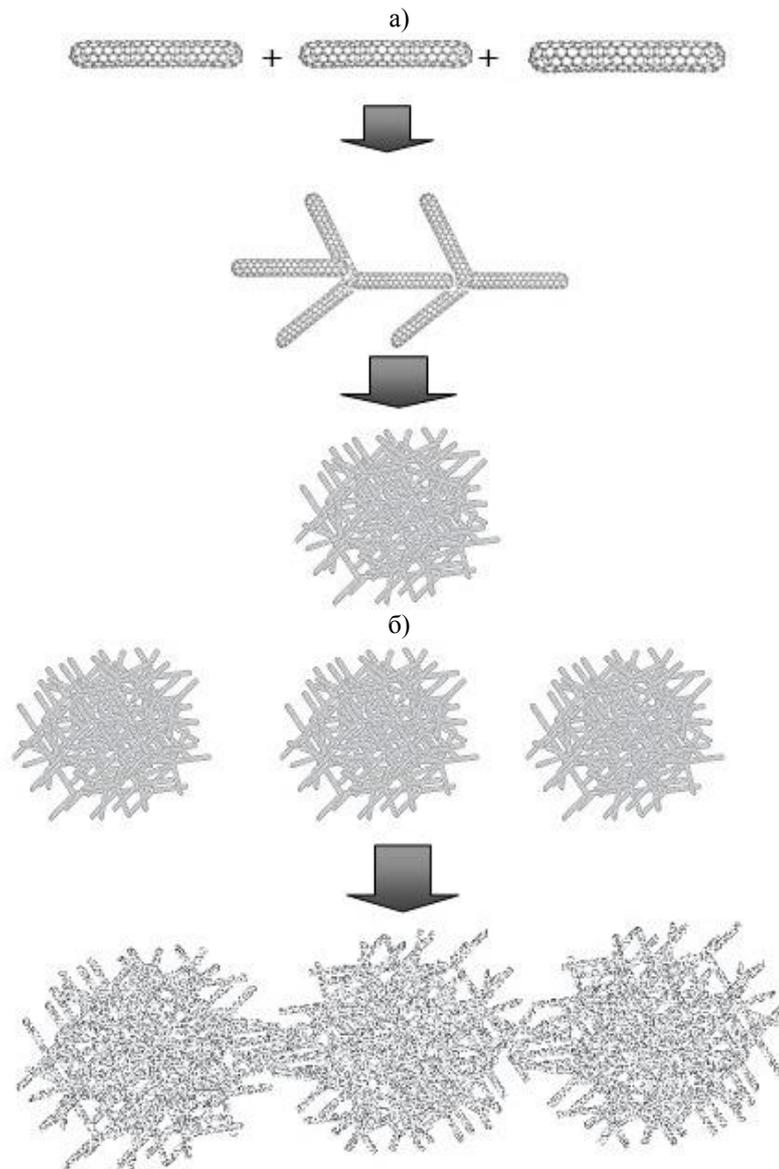
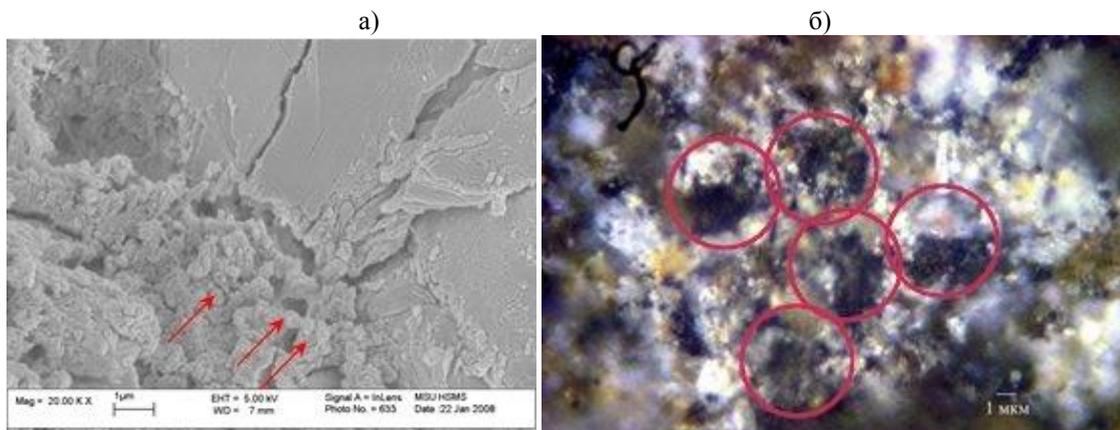


Рис. 2. Схема образования цепочечных структур углеродных нанотрубок: а) образование трехмерных микросфер; б) образование цепочечных структур



Фотография выполнена в лаборатории отделения факультета Наук о материалах Центра коллективного пользования МГУ «Технологии получения новых наноструктурированных материалов и их комплексное исследование»

Рис. 3. Микрофотографии агрегатов углеродных нанотрубок в цементном камне. Концентрация дисперсной фазы 0.007 мас.%, %

Используя уравнение $\sigma = \sigma_0 K \cdot C^v$ с помощью метода наименьших квадратов можно определить количество агрегатов при первичной агрегации: параметры $\ln(K\sigma_0) = 7.1$ и $v = 9.7$; а коэффициент корреляции составляет величину 0.99.

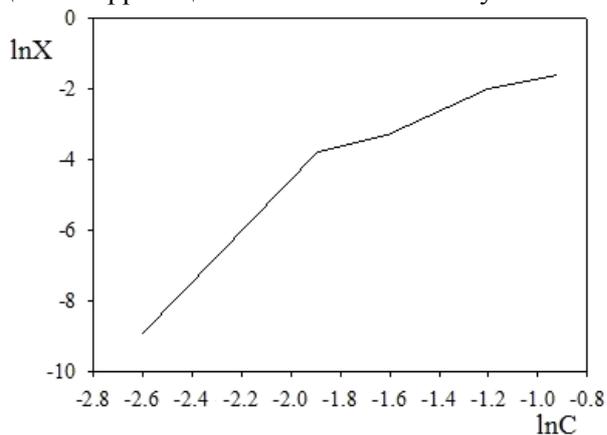


Рис. 4. Зависимость логарифма электрической проводимости ($\ln X$) от логарифма концентрации ($\ln C$) системы УНТ – цементный камень

При концентрации нанотрубок выше 15 % параметры интерполяции меняются: $\ln(K\sigma_0) = 0.56$ и $v = 5.6$; коэффициент корреляции 0.94. Это связано со структурно-механическим фактором стабилизации. Согласно этому фактору процесс агрегации прекращается в насыщенных или близких к насыщению системах вследствие возникновения структурно-механического барьера, препятствующего сближению частиц.

В работе изучали зависимость сопротивления от температуры с целью определения энергии активации. Энергия активации характеризует тот энергетический барьер, который необходимо преодолеть для переноса электрического заряда. Величину запрещенной зоны определяли в диапазоне температур от 293 до 393 К. На рис. 5 представлена зависимость изменения энергии активации от массовой концентрации нанотрубок в системе цементный камень – УНТ. Как видно, зависимость носит нелинейный характер, а при концентрации токопроводящего компонента около 20 % ширина запрещенной зоны является минимальной.

Уже при малых количествах углеродных нанотрубок (до 10 %) происходит резкое изменение электрических свойств цементного композита, что связано с высокими электропроводными характеристиками нанотрубок. Дальнейшее увеличение их концентрации до 15 % ведет к росту энергии активации. Такой эффект объясняется специфическим строением УНТ, в результате они не образуют дополнительных контактов между собой, располагаясь параллельно друг относительно друга. На этом этапе происходит об-

разование первичных агрегатов, которые не вносят особого вклада для роста удельного сопротивления силикатных композиционных материалов. С увеличением концентрации до 20 % происходит резкое снижение энергии активации до 0,1 эВ, что свидетельствует о дополнительном образовании контактов между локальными носителями заряда (вторичная агрегация).

При концентрации углеродных нанотрубок около 40 % образуется трехмерная объемная сетка из глобулярных агрегатов и дальнейшее увеличение их концентрации незначительно влияет на электрические характеристики системы цементный камень – УНТ: энергия активации составляет порядка 0,1 эВ, электрическая проводимость колеблется в промежутке от 0,18–0,2 Ом⁻¹·м⁻¹.

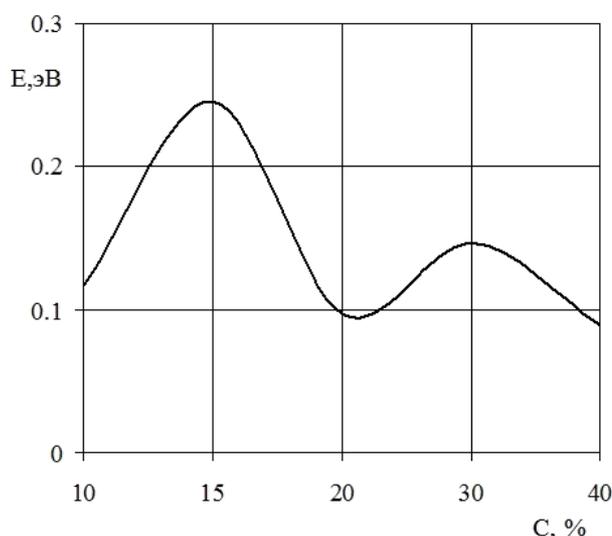


Рис. 5. Изменение энергии активации от массовой концентрации нанотрубок в системе цементный камень – УНТ

Таким образом, показано, что углеродные нанотрубки обладают аномальными по сравнению с графитами, электрическими зависимостями. В первую очередь это связано с размерами и формой частиц: малые размеры влияют на первичную агрегацию, а удлиненная форма влияет на «порог» агрегации, т.е. на ту критическую концентрацию частиц при которой происходит резкое увеличение удельной электрической проводимости (вторичная агрегация).

Говоря о прочностных характеристиках, следует обратить внимание на то, что уже небольшие концентрации УНТ приводят к потере прочностных характеристик токопроводящих силикатных композиционных материалов, рис. 6. Высокое аспектное число, большой модуль Юнга делают их несовместимыми при использовании в качестве армирующих компонентов в силикатных композиционных материалах. Достаточно слабая связь между углеродными частицами и

композитной силикатной матрицей приводит к выталкиванию УНТ из нее в процессе нагружения композита. При малых размерах (20–200 нм) нанотрубки не являются центрами кристаллизации; агрегируясь, они лишь образуют отдельные включения с низкой контактной прочностью, что приводит к снижению общей прочности.

Частично об этом эффекте свидетельствуют микрофотографии цементных систем, рис. 7. Визуально, поверхность излома цементного камня с добавлением углеродных нанотрубок выглядит более плотной и однородной.

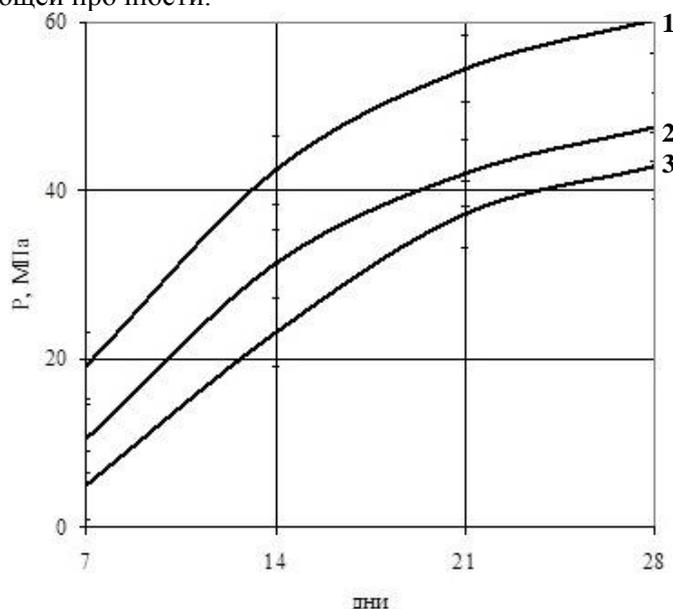


Рис. 6. Прочностные характеристики цементных систем:

1 – без добавок; 2 – с добавлением графита, 0,005 %; 3 – с добавлением углеродных нанотрубок, 0,005 %.

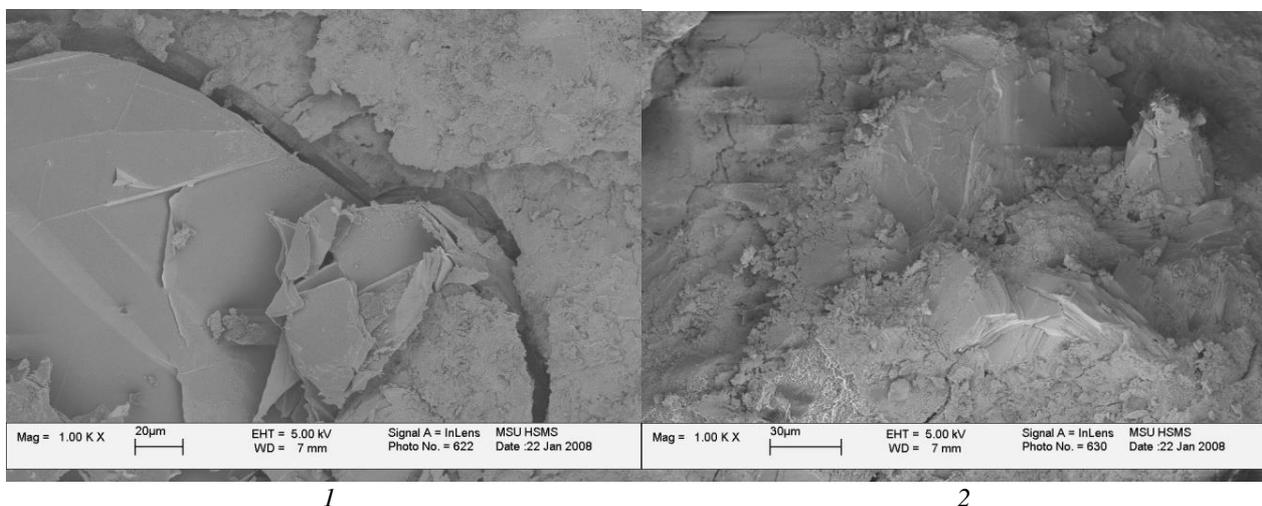


Рис. 7. Микрофотографии цементных систем:

1 – с добавлением графита, 0,005 %; 2 – с добавлением углеродных нанотрубок, 0,005 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фанина Е.А., Лопанов А.Н. Электропроводность и агрегация частиц антрацита и графита в гетерогенной системе // Химия твердого топлива. №1. 2009. С.46–50.

2. Мелешко А.И., Половников С.П. Углерод, углеродные волокна, углеродные композиты М.: «Сайнс-пресс», 2007. 192 с.

3. Лопанов А.Н., Прушковский И.В., Тихомирова К.В. Рациональное использование энергии и моделирование электрических свойств дисперсий в гетерогенных системах цементный камень-уголь // Энергетика и энергоэффективные технологии: межвуз. сб. ст. / под ред. М.Н. Нестерова. Белгород, 2014. С. 187–191.

Strokov V.V., Fanina E.A., Kalchev D.N.
**CONDUCTANCE AND AGGREGATION OF CARBONIC NANOTUBES
IN HETEROGENEOUS SYSTEM**

Currently, the wide range of conductive composition materials of different function is developed. A basis of synthesis of such aggregates certainly is regulation of electrophysical properties for what it is necessary to understand the mechanism of transmission of an electric current, its conversion to thermal energy. As an electroconductive component use the carboniferous materials having semiconductor properties. In earlier developed model, electrical conductance of heterogeneous system the factor of aggregation of graphite and anthracite is considered that allows to define a row of thermodynamic parameters of aggregation of particles.

Key words: CNT, specific conductance, nanotubes, aggregation, activation energy.

Строкова Валерия Валерьевна, доктор технических наук, профессор кафедры Материаловедения и технологии материалов, советник РААСН.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра материаловедения и технологии материалов

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

E-mail: s-nsm@intbel.ru

Фанина Евгения Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра безопасности жизнедеятельности.

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

E-mail: evgfanina@rambler.ru

Кальчев Дмитрий Николаевич, аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра безопасности жизнедеятельности.

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

E-mail: melancholy-COR@yandex.ru

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

DOI: 10.12737/article_5968b4520acbd1.62085217

Богданов В.С., д-р. техн. наук, проф.,
Лозовая С.Ю., д-р. техн. наук, проф.,
Федин Ю.М., канд. техн. наук, проф.,
Гавриленко А.В., ассистент,
Кулаков Л.С., магистрант,
Гавшин А.П., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИССЛЕДОВАНИЕ МУЛЬТИСОПЛОВОГО АЭРАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА В ПНЕВМОКАМЕРНОМ НАСОСЕ

andrej.402@mail.ru

Совершенствование оборудования предприятий строительных материалов требует значительных материальных затрат. Так и в производстве строительных материалов при транспортировании цемента с помощью пневмокамерных насосов (ПКН) с верхней разгрузкой потребляется большой расход сжатого воздуха. Для проведения модернизации с целью сокращения энергопотребления необходимо провести предварительные экспериментальные и теоретические исследования, по результатам которых можно определить рациональные параметры ПКН. В статье рассмотрены факторы, влияющие на производительность ПКН и расход сжатого воздуха и рассмотрен процесс создания псевдоожигженного слоя в нижней части камеры насоса. Представлены результаты имитационного моделирования, по которым можно оценить эффективность разработанного аэрационного устройства.

Ключевые слова: сжатый воздух, пневмокамерный насос, сыпучий материал, мультисопловое аэрационное устройство, псевдоожигжение.

Предприятия РФ имеют в значительной своей части промышленное оборудование 60–70 г.г. выпуска XX века, замена которого современным оборудованием требует больших капитальных затрат и длительных сроков окупаемости, в том числе необходимо переобучение персонала. Указанные причины затрудняют внедрение новых технологий из-за высокой стоимости начальных затрат и, как правило, приводят в среднесрочном периоде к росту себестоимости выпускаемого предприятием конечного продукта. Развитие промышленного производства ориентируется на применение новых машин и технологий, модернизацию существующего оборудования. Модернизация предполагает улучшение существующих параметров производительности оборудования при одновременном снижении удельных затрат на выпускаемую продукцию, т.е. направлена на энергосбережение и снижение себестоимости. Пневмокамерные насосы с верхней разгрузкой нашли очень широкое применение на заводах различных отраслей промышленности.

Анализ конструкций пневмокамерных насосов [1] с верхней разгрузкой показал, что наиболее целесообразно использовать соотношение высоты камеры к ее диаметру (H_k/D_k) равным

1,3–1,7 [1], также диаметр разгрузочной трубы связан с диаметром камеры насоса следующей зависимостью $D \approx 0,1D_k$, поэтому данные соотношения были применены при проектировании лабораторной установки ($H_k=0,7$ м, $D_k=0,4$ м, $D=0,04$ м, $\psi=90^\circ$).

Были проведены предварительные оценочные испытания по определению рационального угла раскрытия ψ конфузора, величина которого влияет на количество оставшегося цемента в камере насоса после окончания разгрузки. Также нужно отметить, что угол раскрытия влияет на интенсивность вовлечения материала в разгрузочную трубу. Были изготовлены конфузоры с углами раскрытия 50° , 70° , 90° . В результате экспериментов установлено, что при угле раскрытия больше 90° загружаемый материал зависает на крыльях конфузора, а при угле 50° процесс всасывания происходит с той же интенсивностью, что и без конфузора, поэтому целесообразно применять конфузоры с углом раскрытия примерно 80° – 90° .

В экспериментальных исследованиях использовались мультисопловые аэрационные устройства различных конструкций. Для созда-

ния псевдооживленного слоя применялось аэрационное устройство с прямыми соплами. А для создания псевдооживленного слоя с вихреобразным полем в зоне конфузора было изготовлено аэрационное устройство с соплами, концы которых относительно своей вертикальной оси имеют угол изгиба $\gamma_1=60^\circ$, а относительно радиуса, проведенного через ось сопла из центра аэрационного устройства, имеют угол поворота сопел $\gamma_2=25^\circ$ (рис. 1, б).

Угол изгиба γ_1 может варьироваться в пределах 50-70° в зависимости от размеров камеры насоса, количества и шага витков. Здесь очевидно, что чем больше размер камеры, шаг и количество витков, тем угол изгиба сопел должен

быть меньше. Угол поворота сопел γ_2 целесообразно изменять в пределах 15–30°, так как при угле поворота более 30° струи воздуха пересекаются и гасят друг друга, не образуя вихреобразное поле, способствующее вовлечению материала в разгрузочную трубу. При угле, меньшим 15°, происходит разделение потоков, при этом частицы, находящиеся у стенки камеры при соударении с ней будут опускаться на дно камеры, увеличивая время разгрузки. Что подтверждается результатами имитационного моделирования создания псевдооживленного слоя в зависимости от формы и расположения сопел (рисунок 1) с использованием программного продукта Solid Works [2, 3].

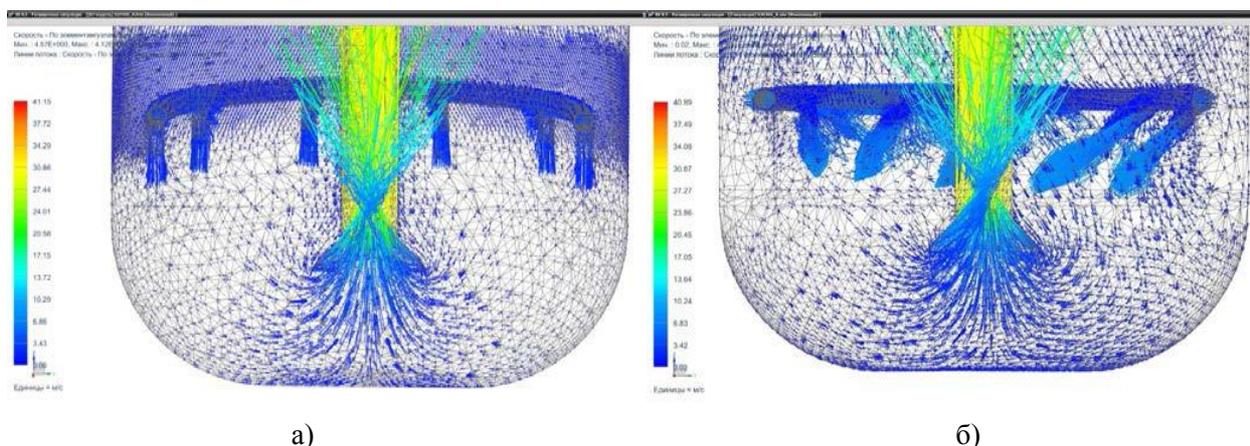


Рис. 1. Результаты имитационного моделирования создания псевдооживленного слоя в зависимости от формы и расположения сопел:
а – прямые сопла, б – сопла с углами поворота и изгиба

На рис. 1, а видно, что струя воздуха, выходящая из сопла, стремится к разгрузочной трубе практически по прямой траектории, и только у входа в разгрузочную трубу за счет встречи потоков воздуха, выходящих из соседних сопел, создается псевдооживленный слой, где и происходит активный процесс смешения воздуха с цементом. Но при этом возможно нежелательное создание поровых каналов, через которые воздух проходит, не оказывая воздействия на цемент, что является отрицательным в процессе псевдооживления. С другой стороны, у дна камеры насоса возникают так называемые мертвые зоны, в которых струи воздуха практически не оказывают полезного воздействия на загруженный материал, что влечет за собой увеличение времени разгрузки и расхода сжатого воздуха.

На рис. 1, б хорошо просматриваются потоки, которые создаются струями воздуха, выходящим из сопел с углами поворота и изгиба. Как видно, потоки воздуха активнее действуют на цемент в зоне подачи воздуха из сопел, наиболее удаленных от разгрузочной трубы, а также у дна камеры насоса [4]. У дна камеры ближе

к центру создается вихревое поле, которое оказывает более эффективное воздействие на материал и препятствует образованию сквозных каналов, из-за чего повышается однородность распределения цемента в псевдооживленном слое. За счет действия направленных вниз и по касательной составляющих скорости струи устраняются застойные зоны и поровые каналы, что существенно влияет на расход сжатого воздуха. При этом создаваемая зона псевдооживления (рис. 1, б) имеет большие размеры, чем при использовании прямых сопел (рис. 1, а), что облегчает процесс вовлечения цементно-воздушной смеси в разгрузочную трубу, а, следовательно, сокращает время разгрузки камеры насоса.

Здесь нужно отметить, что при некоторых условиях, например, при агрегировании цемента повышается его насыпная плотность, поэтому часто при подаче воздуха из сопел возникают так называемые поровые или сквозные каналы, через которые воздух проходит сквозь цемент, не смешиваясь с ним и не создавая в этой области кипящего слоя.

Количество сопел n_c , диаметр сопел D_0 , количество рядов сопел n_r , шаг между рядами сопел

h_r определяются геометрическими и технологическими параметрами пневмокамерного насоса, которые дают возможность струям воздуха, выходящего из сопел, охватить весь объем материала в зоне разгрузки [5].

Известно, что коэффициент загрузки камеры материалом зависит от ее конструкции, а также физико-механических свойств материала варьируется в пределах $k_z=0,75-0,85$, для насосов с верхней разгрузкой, как правило, используется $k_z=0,75$ [6].

Проведенные исследования показали эффективность работы разработанного аэрационного устройства за счет создания однородного псевдоожиженного слоя транспортируемого материала. Получены целесообразные соотношения величин основных факторов для наибольшего значения производительности пневмокамерного насоса и соответствующему оптимальному расходу сжатого воздуха, а также геометрические параметры мультисоплового аэрационного устройства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Урбан Я. Пневматический. Под ред. Л.М. Шведова. М.: Машиностроение, 1967. 253 с.
2. Гавриленко А.В. Определение потерь давления в установке пневматического транспорта

материалов // Вестник ИрГТУ. 2015. №4. С. 23–26.

3. Богданов В.С., Гавриленко А.В. Расчет оптимальных параметров аэрационного устройства пневмокамерного насоса // Научные технологии и инновации: сб. докладов Юбилейной Международной науч.-практ. конф., посвященной 60-летию БГТУ

4. Богданов В.С., Фадин Ю.М., Лунев А.С., Гавриленко А.В. Расчет основных параметров, характеризующих разгрузку пневмокамерного насоса // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов: межвуз. сб. ст. / под ред. В.С. Богданова. Белгород, 2014. Вып. XIII. С. 51–53.

5. Богданов В.С., Гавриленко А.В., Лунев А.С. Пневмокамерный насос для транспортировки сыпучих материалов // Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов VII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3 т. Т.1. / Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2014. С. 163–166.

6. Дуда В. Цемент. Пер. с нем. Е.Ш. Фельдмана. М.: Стройиздат, 1981. 464 с.

Bogdanov V.S., Lozovaja S.Y., Fadin Y.M., Gavrilenko A.V., Kulakov L.S., Gavshin A.P. INVESTIGATION OF A MULTI-SAFE AERATION DEVICE IN A AIR-CAMERA PUMP

Improving the equipment of construction materials companies requires significant material costs. So in the production of building materials for the transport of cement with pneumatic chamber pumps (PKN) with the top discharge a large consumption of compressed air is consumed. To carry out modernization in order to reduce energy consumption, preliminary experimental and theoretical studies should be carried out, based on the results of which it is possible to determine the rational parameters of PKN. In the article the factors influencing the productivity of the SCP and the compressed air consumption are considered and the process of creating a fluidized bed in the lower part of the pump chamber is considered. The results of simulation modeling are presented, according to which it is possible to estimate the efficiency of the developed aeration device.

Key words: *compressed air, pneumatic chamber pump, granular material, melissophobia aeration device, the fluidization.*

Богданов Василий Степанович, доктор технических наук, профессор кафедры механического оборудования. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Лозовая Светлана Юрьевна, доктор технических наук, профессор кафедры механического оборудования. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Фадин Юрий Михайлович, кандидат технических наук, профессор кафедры механического оборудования. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Гавриленко Андрей Владимирович, ассистент, научный сотрудник кафедры механического оборудования. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: andrej.402@mail.ru

Кулаков Леонид Сергеевич, магистрант кафедры механического оборудования.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: leo.kulakov@mail.ru

Гавшин Алексей Петрович, студент кафедры механического оборудования.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

DOI: 10.12737/article_5968b45239a2e4.40971667

Бешевли О.Б., аспирант,
Бушуев Д.А., канд. техн. наук,
Дуюн Т.А., д-р техн. наук, доц.,
Рубанов В.Г., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДУЛЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

tanduun@mail.ru

Предложена технология ремонтной обработки антифрикционной опорной поверхности крупногабаритных подшипников скольжения с использованием разработанного специального приставного модуля, которая позволяет существенно сократить время обработки, повысить качество обрабатываемой поверхности и увеличить срок межремонтного цикла работы крупногабаритных вращающихся агрегатов. Представлен кинематический анализ работы кривошипно-кулисного механизма предложенной конструкции модуля, позволяющий конструктивно предусмотреть необходимые технологические параметры механической обработки. Построена математическая модель и виртуальный прототип приставного модуля. Проведены исследования динамики виртуального прототипа приставного станка, позволяющие оценить сил моментные и скоростные режимы фрезерования, а также скорости перемещения на этапе рабочего хода, когда постоянство скорости обеспечивает стабильность процесса резания, соответствующего величине требуемой подачи режущего инструмента, и повышенной скорости перемещения на этапе холостого хода, способствующее сокращению общего времени обработки изделия.

Ключевые слова: крупногабаритные подшипники скольжения, ремонтная обработка, фрезерование, математическая модель, кинематический анализ, виртуальный прототип, технологические параметры, режимы резания.

Введение. Крупногабаритные подшипники скольжения нашли широкое применение в качестве опорных узлов мельниц самоизмельчения, сушильных барабанов и другого крупногабаритного вращающегося оборудования, используемого в строительной и горнорудной промышленности.

Для повышения эффективности ремонтной обработки антифрикционного слоя крупногабаритных подшипников скольжения предлагается использовать фрезерование, а для его реализации специальный переносной станок (рис. 1), конструкция которого защищена патентами [1, 2]. Замена традиционно используемого ручного шабрения на фрезерование обеспечивает существенное повышение производительности обработки при возможности получения стабильных параметров точности выдерживаемого размера и качества обрабатываемой поверхности [3–5].

Основная часть. Станочный модуль содержит корпус, выполненный в виде двух рам 1 и 2, опирающихся в нижней части опорными элементами, выполненными в виде специальных проточек 3, на соответствующие им проточки сектора подшипника скольжения 4. В верхней части рамы 1 и 2 соединены приводным валом 5, который опирается на их подшипниковые узлы 6.

Приводной вал 5 жестко соединен с конечным звеном кривошипно-коленного механизма 7 привода маятниковой круговой подачи. В привод входят редуктор 8 и электродвигатель 9, которые жестко закреплены болтовым соединением на полке 10, установленной на раме 1. На приводном валу 5 жестко закреплена рама 11, в нижней части которой расположен рабочий узел 12, имеющий направляющие 13 с установленным на них линейным модулем 14. Последний через направляющие 13 связан с шаговым двигателем привода продольного перемещения 15. На линейном модуле 14 закреплена фрезерная бабка 16 с закрепленной фрезой 17. На фрезерной бабке 16 расположен привод главного движения 18, который передает вращение фрезе 17. На концах специальных проточек рам 1 и 2 установлены лазерные датчики 19. На полке 10 закреплен управляющий блок 20 на базе микроконтроллеров с устройством ввода-вывода, входы которого соединены с лазерными датчиками 19, а выходы связаны с шаговым двигателем привода продольного перемещения 15 и линейным модулем 14 через панель управления 21.

В процессе проведения ремонтной обработки важной технологической задачей является обеспечение качества опорной поверхности

скольжения, к которой предъявляют весьма жесткие требования. Качество поверхности скольжения обуславливает коэффициент и условия трения-скольжения, удержание смази, износостойкость и, как следствие, прямолинейность

оси эксплуатируемого агрегата посредством минимального изменения величины зазора в подшипнике в процессе работы, а, следовательно, надежность работы подшипника скольжения и эксплуатируемого агрегата в целом.

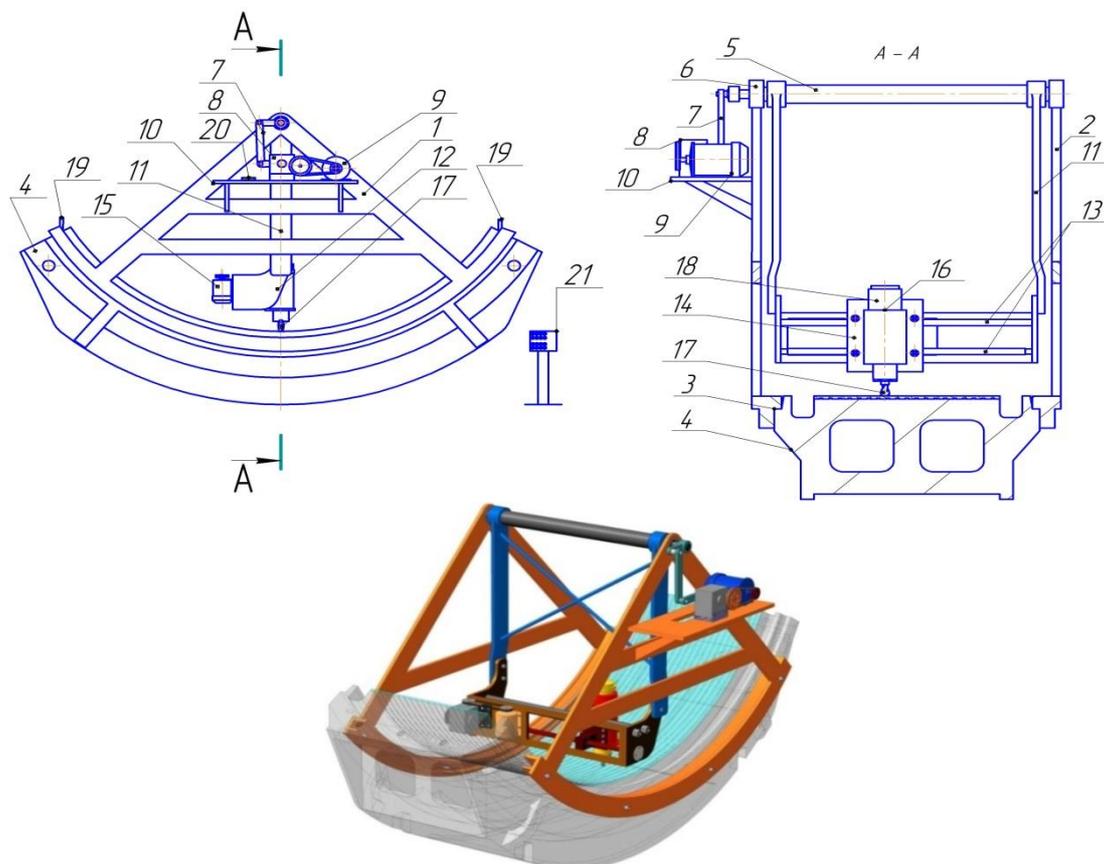


Рис. 1. Конструктивная схема и общий вид станка

Добиться требуемого качества обрабатываемой поверхности скольжения возможно, осуществляя процесс механической обработки баббита в определенном заданном интервале технологических параметров (табл. 1). Скорость и глубина резания, величина подачи режущего инструмента при фрезеровании баббита формируют микрорельеф поверхности, определяют температурно-силовые характеристики процесса резания, обуславливают износ режущего инструмента.

В отличие от традиционного фрезерования, где продольная подача – это прямолинейное поступательное перемещение инструмента, особенностью предлагаемого специального оборудования является перемещение инструмента по радиальной поверхности сегмента крупногабаритного подшипника скольжения. Кинематически движение продольной подачи реализовано с использованием четырехзвенного кривошипно-кулисного механизма, расчетная схема которого представлена на рис. 2.

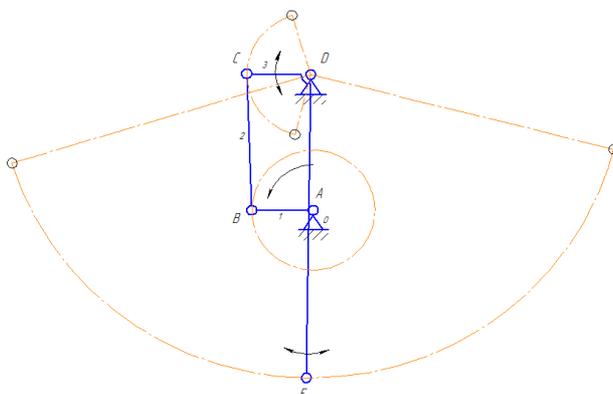


Рис. 2. Четырехзвенный шарнирный кривошипно-кулисный механизм

Вращательное движение кривошипу передается от электродвигателя через редуктор. Кулиса и коромысло преобразуют вращательное движение кривошипа в качательное движение стойки коромысла DE , на которой в точке E расположен режущий инструмент. Таким образом, формируется движение продольной подачи режущего инструмента. За один полный оборот кривошипа режущий инструмент совершает один рабочий и один холостой ход, вернувшись в исходное поло-

жение. Движение поперечной подачи осуществляется в конце каждого полного цикла работы механизма – рабочего и холостого хода. Для отвода инструмента и выполнения поперечной подачи использованы шаговые электродвигатели, которые включаются при пересечении фрезы с лучом лазерных датчиков. Главное движение – вращение фрезы вокруг собственной оси реализовано с использованием в качестве привода асинхронного электродвигателя с частотно-импульсным управлением.

Таблица 1

Технологические параметры фрезерования баббита

Диаметр фрезы, мм	Кол-во зубьев фрезы	Подача на зуб фрезы, мм/зуб	Глубина резания, мм	Шероховатость поверхности Ra , мкм	Стойкость фрезы, мин	Мощность резания, кВт	Скорость резания, м/мин
черновая обработка							
40	6	0,12	3,7 (4)	10	94	0,95	126
45	6	0,12	3,6 (4)	10	83	0,99(1,06)	141
50	6	0,12	3,5	10(7,6)	73	1,1	157
получистовая обработка							
40	6	0,12	3,1 (3,3)	6,3	94	0,76	126
45	6	0,12	3,0 (3,3)	6,3	83	0,84(0,91)	141(150)
50	6	0,12	2,8 (2,3)	6,3(3,4)	73	0,9(0,76)	157
чистовая обработка							
40	6	0,12	2,2 (2,5)	3,2	94	0,56(0,62)	126
45	6	0,12	2,0 (2,4)	3,2	83	0,59(0,69)	141(166)
50	6	0,12	1,6 (2,2)	3,2	73	0,56(0,73)	157(183)

Примечание: значения даны для баббита Б16, в скобках - для баббита Б83

Для достижения требуемых условий процесса фрезерования кинематические параметры используемого специального станочного модуля должны обеспечивать заданные технологические режимы. С этой целью разработан алгоритм кинематического расчета модуля, позволяющий определить выходные рабочие кинематические характеристики исполнительных элементов в зависимости от соотношений конструктивных элементов.

Входными параметрами для расчета являются: ω – угловая скорость вращения кривошипа O_1A ; l_1, l_2, l_3, l_4 – длины кривошипа O_1A , связующего звена AB , плеч коромысла O_2B и O_2C , соответственно; α – угол при вершине коромысла; l и h – смещение оси коромысла O_2 относительно опоры O_1 по горизонтали и вертикали, соответственно.

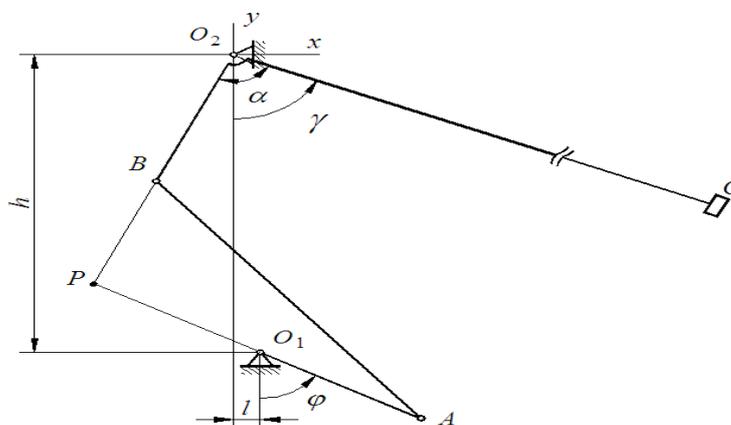


Рис. 3. Расчетная схема четырехзвенного шарнирного кривошипно-кулисного механизма

Начало системы координат расположено в точке O_2 , направления осей показаны на рис.3. Тогда координаты опоры O_1 будут следующими:

$$\begin{cases} x_{O1} = l \\ y_{O1} = -h, \end{cases} \quad (1)$$

а шарнира A –

$$\begin{cases} x_A = x_{O1} + l_1 \sin \varphi \\ y_A = y_{O1} - l_1 \cos \varphi, \end{cases} \quad (2)$$

где

$$\varphi = \omega t. \quad (3)$$

Координаты шарнира B могут быть определены из условий, что он находится на расстоянии l_2 от шарнира A и на расстоянии l_3 от оси коромысла O_2 :

$$\begin{cases} x_B^2 + y_B^2 = l_3^2 \\ (x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 = l_2^2. \end{cases} \quad (4)$$

Полученная система уравнений имеет следующее решение:

$$\begin{cases} x_B = \frac{C_1 x_A - \sqrt{C_1^2 x_A^2 - (x_A^2 + y_A^2)(C_1^2 - y_A^2 l_3^2)}}{x_A^2 + y_A^2} \\ y_B = \frac{C_1 - x_A x_B}{y_A}, \end{cases} \quad (5)$$

где

$$C_1 = \frac{1}{2} (l_3^2 - l_2^2 + x_A^2 + y_A^2). \quad (6)$$

Определяем координаты x_P и y_P мгновенного центра скоростей звена (МЦС) AB – точки P (рис.3). Для этого запишем уравнение прямой, проходящей через точки A и O_1 :

$$y = \frac{y_A + h}{x_A - l} (x - x_A) - h, \quad (7)$$

и уравнение прямой, проходящей через точки O_2 и B :

$$y = \frac{y_B}{x_B} x. \quad (8)$$

Решая совместно уравнения (7) и (8), найдем точку их пересечения, являющуюся МЦС звена AB

$$\begin{cases} x_P = \frac{l y_A + h x_A}{y_A + h + \frac{y_B}{x_B} (l - x_A)}, \\ y_P = \frac{y_B}{x_B} x_P. \end{cases} \quad (9)$$

Определяем расстояния от шарниров A и B до МЦС звена AB – точки P :

$$\begin{aligned} AP &= \sqrt{(x_A - x_P)^2 + (y_A - y_P)^2}, \\ BP &= \sqrt{(x_B - x_P)^2 + (y_B - y_P)^2}. \end{aligned} \quad (10)$$

Располагая найденными расстояниями шарниров A и B от мгновенного центра скоростей, получим:

угловую скорость звена AB :

$$\omega_{AB} = \frac{v_A}{AP}, \quad (11)$$

где $v_A = \omega l_1$;

скорость шарнира B

$$v_B = \omega_{AB} BP, \quad (12)$$

угловую скорость коромысла

$$\omega_{O2} = \frac{v_B}{l_3}, \quad (13)$$

и, наконец, скорость относительного перемещения режущего инструмента по обрабатываемой поверхности

$$v_C = \omega_{O2} l_4. \quad (14)$$

Угловая скорость ω_{O2} меняет знак при тех значениях угла поворота кривошипа φ , при которых величина y_B принимает экстремальные (минимальное, максимальное) значения.

Результаты кинематического расчета исполнительного механизма использованы для построения имитационной модели и виртуального прототипа в программном комплексе MSC Adams с целью кинематического и динамического анализа [6–10]. Модель механизма в среде MSC Adams представлена на рис. 4. Она состоит из четырех твердых тел в соответствии с расчетной схемой (рис.3).

Звенья O_1A , AB , BO_2 , O_2C заданы стандартными телами системы MSC Adams типа link, массы и моменты инерции которых определены по детализированной модели, созданной в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D. Звено BO_2 связано с Ground при помощи RevoluteJoint, а со звеном O_2C шарниром типа FixedJoint. Остальные звенья связаны между

собой посредством RevoluteJoint. К звену O_1A посредством RotationalJointMotion приложена постоянная скорость вращения $n=0,092 \text{ мин}^{-1}$ в соответствии с табл. 1. В качестве внешних сил

были заданы силы сопротивления в поворотных шарнирах, а в точке C приложена сила резания F , направленная по нормали к звену O_2C .

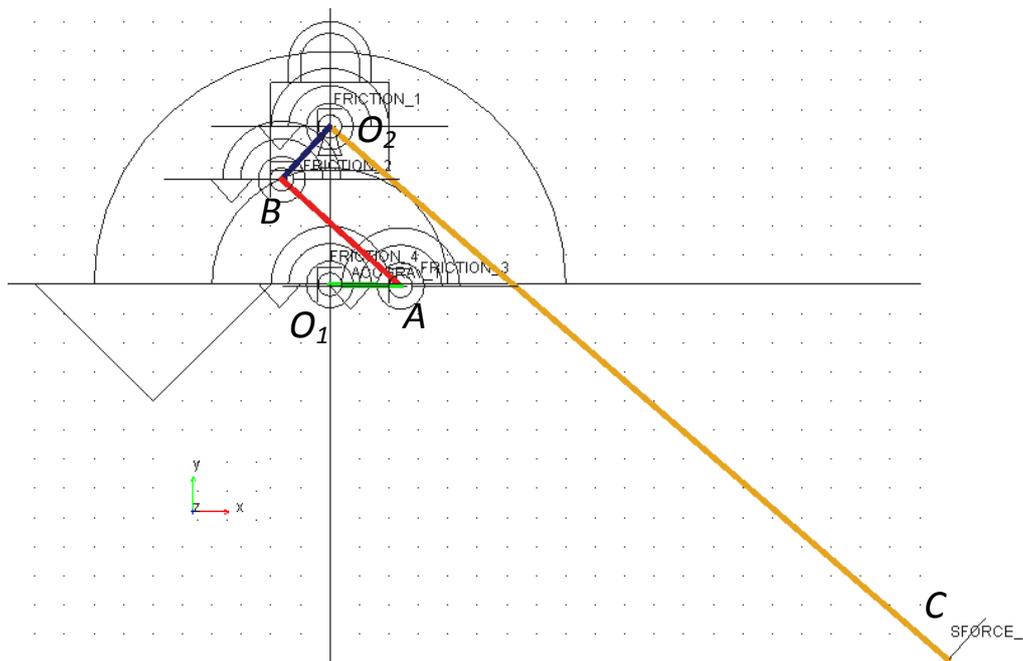


Рис. 4. Компьютерная модель механизма станка в среде MSC Adams с наложенными связями и движением

В результате выполнения кинематического анализа механизма определена траектория движения и скорость перемещения режущего инструмента относительно обрабатываемой поверхности. Рабочие длины кривошипа, кулисы и коромысла подобраны таким образом, чтобы максимальный угол качания фрезы был больше угла сегмента на определенную величину, необходимую для врезания и перебега инструмента, а также для осуществления продольной подачи (рис. 6). На графике рис. 5 отчетливо видны этапы рабочего хода и холостого перемещения

инструмента в зависимости от угла поворота кривошипа: на участке угла поворота $0^\circ-180^\circ$ выполняется быстрое перемещение при холостом ходе, на участке угла поворота $180^\circ-360^\circ$ – движение с рабочей подачей. Постоянное значение скорости перемещения на этапе рабочего хода обеспечивает стабильность процесса резания и соответствует необходимому значению продольной подачи режущего инструмента на зуб фрезы $S_z=0,12 \text{ мм/зуб}$ (табл. 1). Увеличение скорости перемещения на этапе холостого хода обеспечит сокращение общего времени обработки.

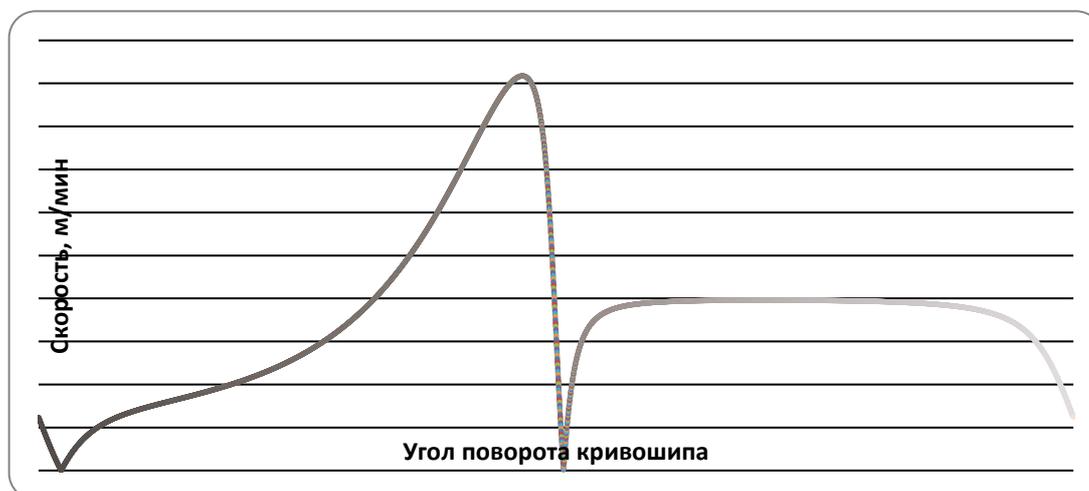


Рис. 5. Результаты кинематического анализа в среде MSC Adams

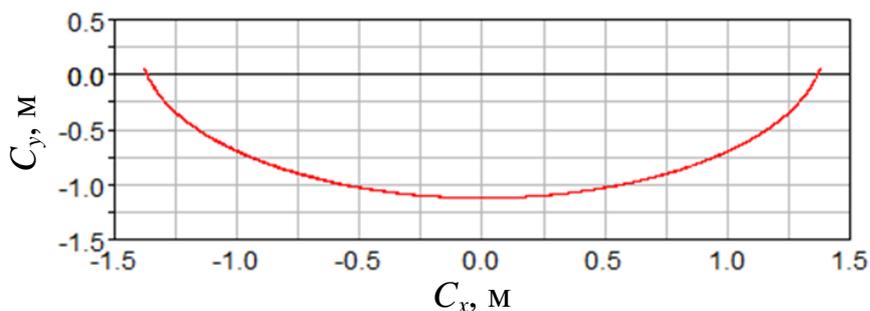


Рис. 6. График движения режущего инструмента

В результате динамического анализа механизма были найдены сил моментные характеристики: момент сопротивления M , который необходимо преодолеть для того, чтобы поддерживать постоянную скорость вращения n на валу кривошипа (рис. 7), и динамические реакции в шарнирах опор (рис. 8). Как видно, пиковые значения реакций наблюдаются при угле поворота кривошипа 180° и 360° , а их уровень свидетельствует, скорее всего, об ударном характере воз-

действия. Полученные результаты расчета момента сопротивления позволяют осуществить выбор электропривода и редуктора с учетом необходимого запаса по мощности, а динамические реакции в шарнирах – выбор подшипников.

Для уточнения влияния этого явления на износ подшипника и его опоры необходимо выполнить моделирование динамики механизма в пространственном представлении, т.е. с интеграцией CAD модели станка в среду MSC.Adams и использовании модуля Adams.Machinery.



Рис. 7. Результаты моделирования механизма в среде MSC Adams: 1 – сила резания; 2 – скорость подачи инструмента; 3 – момент сопротивления

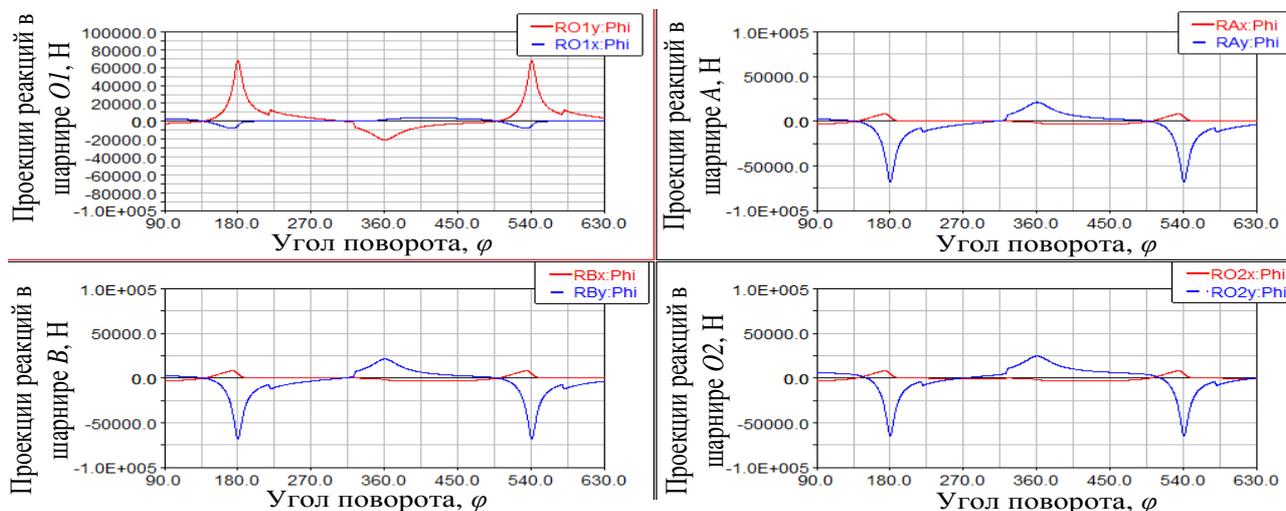


Рис. 8. Графики проекций динамических реакций в соответствующих шарнирах механизма станка

Выводы. Представленная методика кинематического и динамического анализа механизма специального модуля для ремонтной обработки опорной поверхности крупногабаритных подшипников скольжения позволяет конструктивно предусмотреть необходимые технологические параметры механической обработки, обеспечивающие заданное качество обрабатываемой поверхности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Станок для обработки вкладышей крупногабаритных подшипников скольжения: пат. 132012 Рос. федерация: МПК7 В23D 1/20, В23D 9/00 / Дуганов В.Я., Бешевли О.Б. и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородский государственный технологический ун-т им. В.Г. Шухова. № 2013100863/02; заяв. 09.01.13; опубл. 10.09.2013 Бюл. №25.
2. Станок для фрезерования баббитовых вкладышей крупногабаритных подшипников скольжения: пат. 169070 Рос. Федерация: МПК7 В23С 1/20 / Дуганов В.Я., Бешевли О.Б., Дуюн Т.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородский государственный технологический ун-т им. В.Г. Шухова. № 2016136002; заяв. 06.09.2016; опубл. 02.03.2017 Бюл. №7.
3. Бешевли О.Б., Дуюн Т.А. Оптимизация технологических параметров при фрезеровании баббита в условиях ремонтной обработки опорной поверхности скольжения крупногабаритных подшипников // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №8. С. 142–148.
4. Бешевли О.Б., Дуюн Т.А. Эмпирические модели шероховатости поверхности при фрезеровании баббита // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №7. С. 122–128.
5. Лозовая С.Ю., Бешевли О.Б., Дуюн Т.А., Воробьев Н.Д. Повышение эффективности ремонтной обработки опорных узлов крупногабаритных вращающихся агрегатов // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. №7. С. 60–66.
6. Qingni Y., Jian L., Weiji P., Qingyun, Y. Dynamics analysis and simulation of roll grinder components // Manufacturing Technology. 2014. № 14 (4). Pp. 600–607.
7. Cui Z., Wen G., Jiang C. Real time structural analysis and optimization of high speed grinder spindle system based on ADAMS ZhongguoJixieGongcheng // China Mechanical Engineering. 2009. № 20 (5). Pp. 518–522.
8. Li B., Hu X., Wang H. Analysis and simulation for a parallel drill point grinder - Part 2: Grinding kinematic modeling and simulation // International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2006. №30 (3-4). Pp. 221–226.
9. Сметанников О.Ю., Могильников К.А. Моделирование динамического поведения сложных механизмов в среде ADAMS-EASY5 // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 5. С. 54–58.
10. Бушуев Д.А., Воробьев Н.Д., Рубанов В.Г. Анализ динамических нагрузок в подшипниках помольно-смесительного агрегата как объекта автоматизации // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 143–148.

Beshevli O.B., Bushuev D.A., Duyun T.A., Rubanov V.G.

IMITATION MODELING OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE MODULE FOR PROCESSING OF LARGE-SIZED SLIDE BEARINGS

The technology of repair processing of the antifriction abutment surface of large-sized sliding bearings with using of the developed special wing-base unit, which allows to significantly reduce the processing time, improve the quality of the in-process surface and increase the period of the overhaul cycle of large rotating aggregates is proposed. The kinematic analysis of the crank-rocking mechanism which used for the proposed unit design, which allows providing constructively the necessary technological parameters of machining, is presented. Mathematical and computer models of the attachable unit in the MSC.Adams software are constructed. The dynamics of the attachable unit computer model is studied. The results allows to make it possible to evaluate the force-torque characteristics, high-speed milling modes and speed of movement on the stage of the working stroke, when the constancy of the speed ensures the stability of the cutting process that corresponds to the required cutting tool feed rate and the increased speed of movement on the stage of idling, which leads to reducing the overall processing time of the product.

Key words: large-sized sliding bearings, repair processing, milling, mathematical model, kinematic analysis, computer model, MSC.Adams, technological parameters, cutting modes.

Бешевли Олег Борисович, аспирант кафедры технологии машиностроения.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: oleg-beshevli@yandex.ru

Бушуев Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технической кибернетики.

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

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

E-mail: untame@list.ru

Дуюн Татьяна Александровна, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии машиностроения.

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

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

E-mail: tanduun@mail.ru

Рубанов Василий Григорьевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технической кибернетики.

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

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

E-mail: untame@list.ru

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

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

К ВОПРОСУ О ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЗЛА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА В ДЕЗИНТЕГРАТОРЕ

olimp69@narod.ru

В данной статье получено аналитическое выражение, позволяющее определить пропускную способность узла предварительного измельчения материала дезинтегратора. Представлена расчетная схема для определения пропускной способности дезинтегратора с вертикальной загрузкой материала. Построены графические зависимости пропускной способности дезинтегратора от геометрических параметров верхней ступени узла предварительного измельчения.

Ключевые слова: дезинтегратор, производительность, материал.

Дезинтеграторы являются помольным оборудованием, обеспечивающим получение измельченных материалов с заданным гранулометрическим составом [1].

В данной статье рассматривается конструкция дезинтегратора [2] (рис. 1), включающего загрузочный патрубок 1, разгрузочный патрубок 2,

верхний диск 3, нижний диск 4 с возможностью вращения в противоположные стороны, а также корпус 5 и ротор 6. В проточной зоне, образованной граненой поверхностью корпуса 5 и ротором 6 с ударными билами осуществляется предварительное измельчение материала, поступающего на ударные элементы 7,8.

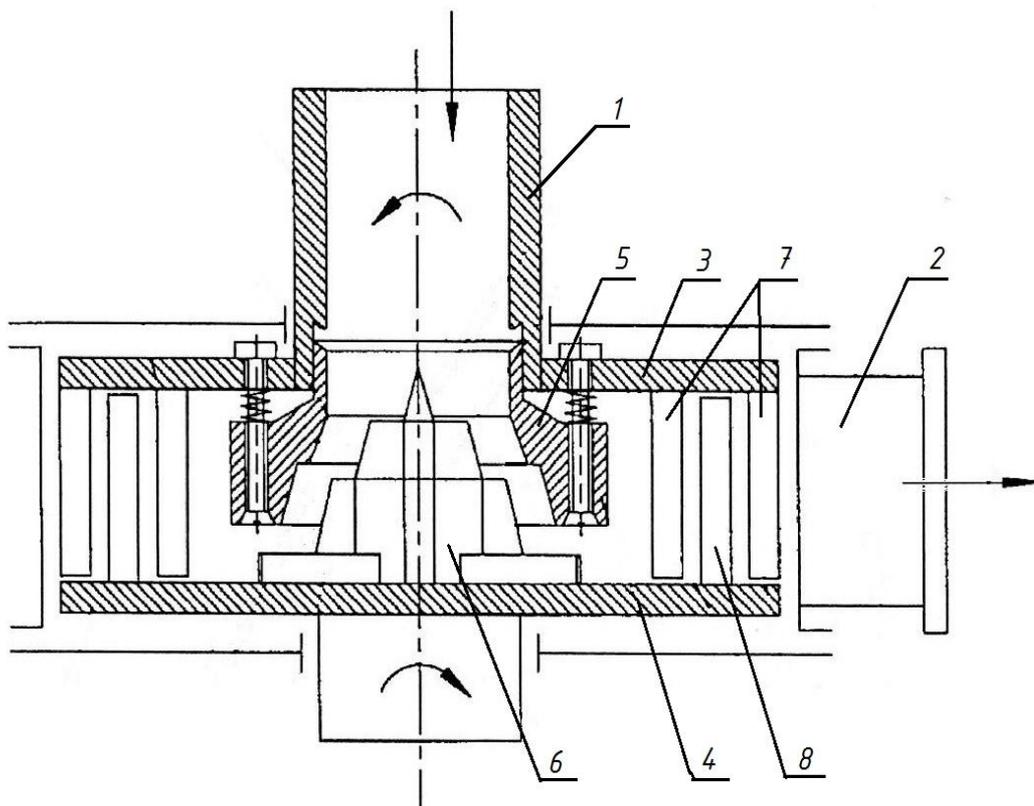


Рис. 1. Дезинтегратор с узлом предварительного измельчения материала

Производительность дезинтегратора с комбинированным воздействием на измельчаемый материал определяется пропускной способно-

стью верхней ступени узла предварительного измельчения (рис. 2). Била имеют незначительный объем, который можно не учитывать.

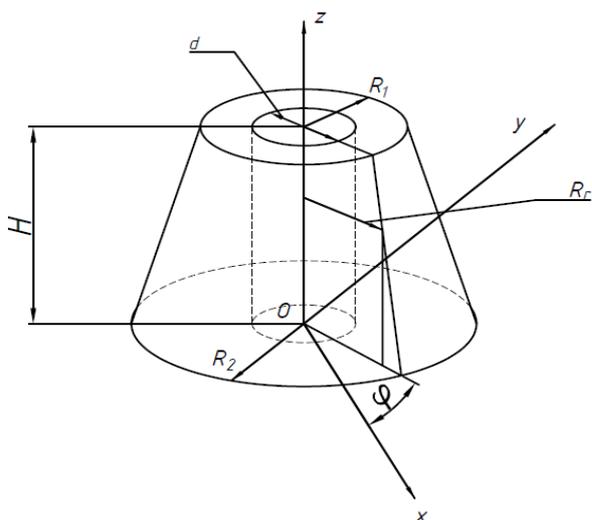


Рис.2. Расчетная схема к определению пропускной способности узла предварительного измельчения материала в дезинтеграторе

Массовая пропускная способность узла предварительного измельчения (рис. 2), согласно результату работы [3], определяется соотношением:

$$Q = \frac{d}{dt} \int_v \gamma dv, \quad (1)$$

где γ – насыпная плотность материала, поступающего в проточную зону узла предварительного измельчения; t – интервал времени, в течение которого происходит распределение материала по объему v проточной зоны узла предварительного измельчения;

$$Q = \gamma \cdot \omega \int_0^H \left(\frac{R_r^2}{2} - \frac{d^2}{8} \right) dz = \frac{\gamma \cdot \omega}{2} \int_0^H \left(R_r^2 + \frac{2ZR_2(R_1 - R_2)}{H} + \frac{Z^2}{H^2} (R_1 - R_2)^2 - \frac{d^2}{4} \right) dz = \frac{\gamma \cdot \omega \cdot H}{2} \left(\frac{1}{3} (R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2) - \frac{d^2}{4} \right). \quad (7)$$

На рис. 3 показана графическая зависимость пропускной способности узла предварительного

В формуле (1) от интегрирования по времени перейдем к интегрированию по углу поворота φ ротора 6 и корпуса 5 узла предварительного измельчения:

$$\varphi = \omega \cdot t, \quad (2)$$

имеем:

$$Q = \omega \cdot \gamma \frac{d}{d\varphi} \int \int \int d\varphi dz r dr, \quad (3)$$

где r, z, φ – текущие значения в цилиндрической системе координат с центром в основании верхней ступени; ω – циклическая частота вращения дисков.

Выражение (3) можно привести к следующему виду:

$$Q = \omega \cdot \gamma \iint_S dz r dr. \quad (4)$$

Согласно расчетной схеме на рис. 2, область интегрирования внутренней поверхности «S» корпуса 5 представим в следующем виде [4]:

$$Q = \gamma \cdot \omega \int_0^H \left(\int_{\frac{d}{2}}^{R_r} r dr \right) dz, \quad (5)$$

где величина R_r определяется согласно следующему соотношению:

$$R_r = R_1 + \frac{Z}{H} (R_2 - R_1), \quad (6)$$

где H – высота верхней ступени узла предварительного измельчения; d – диаметр вала ротора; R_1, R_2 – радиальные размеры проточной зоны; Z – высота, соответствующая радиальному размеру R_r .

Интегрирование соотношения (5) с учетом (6) приводит к следующему результату:

измельчения материала от радиальных размеров проточной зоны.

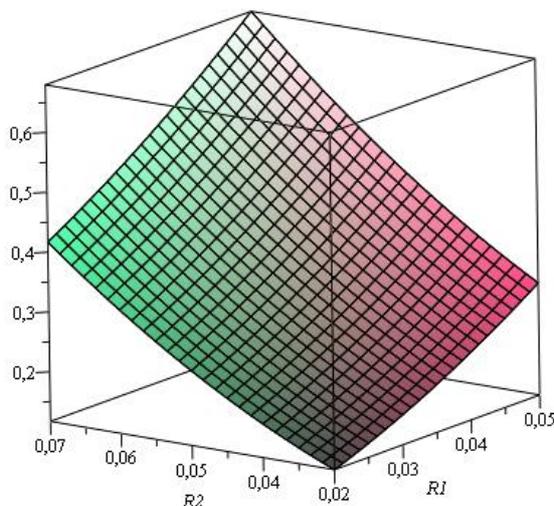


Рис. 3. Графическая зависимость пропускной способности Q узла предварительного измельчения материала от радиальных размеров R_1 и R_2 проточной зоны при $\omega = 50 \text{ с}^{-1}$; $\gamma = 250 \text{ кг/м}^3$; $H = 0,03 \text{ м}$; $d = 0,006 \text{ м}$; $R_1 = 0,02 \dots 0,05 \text{ м}$; $R_2 = 0,03 \dots 0,07 \text{ м}$.

Таким образом, полученное соотношение (7) определяет пропускную способность узла предварительного измельчения материала (рис. 1, 2) в зависимости от конструктивных (H, d, R_1, R_2) и технологических параметров (ω). Анализируя соотношение (7), можно сделать вывод что зависимость пропускной способности узла (рис. 2) от частоты вращения дисков 3, 4 имеет линейный характер, а от радиальных размеров проточной зоны – криволинейный (рис. 3).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хинт И.А. Основы производства силикатных изделий. М.: Стройиздат, 1962. 636 с.

2. Пат. №2429913 Российская Федерация, В 02С 13/20 Дезинтегратор / И.А. Семикопенко, В.С. Богданов, С.В. Вялых; заявитель и патенто-обладатель Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова; № 2010118902/21; заявл. 11.05.2010; опубл. 27.09.2011, Бюл. №27.

3. Семикопенко И.А., Воронов В.П., Жуков А.А. К вопросу о пропускной способности помольных агрегатов дезинтеграторного типа// Вестник БГТУ. № 2. 2016. С. 77–80.

4. Третьяк И.В. Математика. Универсальный справочник. М.: Изд-во «Эксмо», 2016. 352 с.

Semikopenko I.A., Voronov V.P., Florinskij V.V., Vyalyih S.V.

ON THE QUESTION OF BANDWIDTH NODE PRELIMINARY SHREDDING MATERIAL IN DISINTEGRATOR

In this article given analytic expression, allowed to define bandwidth node preliminary shredding material disintegrator. Calculation scheme is presented to determine the bandwidth disintegrator vertical with a load of material. Built graphics depends at bandwidth disintegrator by geometric parameters of upper-speed node preliminary shredding.

Key words: *disintegrator, throughput, knot, material.*

Семикопенко Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры механического оборудования.

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

Воронов Виталий Павлович, кандидат физико-математических, доцент кафедры механического оборудования.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

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

Флоринский Владимир Вячеславович, кандидат физико-математических, доцент кафедры механического оборудования.

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

Вялых Сергей Владимирович, аспирант, доцент кафедры механического оборудования.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: olimp69@narod.ru

Дубинин Н.Н., канд. техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Туренко А.В., д-р техн. наук, проф.

К РАСЧЕТУ ГЛИНОРАСТИРАТЕЛЯ

nndubinin@mail.ru

В статье рассмотрена необходимость определения закона изменения давления в рабочем канале глинорастирателя, среднего давления на поверхность лопасти, силы трения и крутящего момента на основании основного закона движения пластичных глин в рабочих камерах глиноперерабатывающих машин

Ключевые слова: *качество обработки, пластичные глины, рабочий канал, лопасть, процесс, конструкция, механизм.*

Глинорастиратель – машина со сложным воздействием рабочего органа на глиномассу. Пластичная глина в рабочем канале между лопастью и корпусом глинорастирателя перемешивается и диспергируется и одновременно продавливается через отверстия в решетках корпуса.

На производительность, качество обработки и энергозатраты влияет большое число различных параметров, в том числе размеры чаши, диаметр и число отверстий в корпусе, число оборотов крыльчатки, число лопастей и их геометрия, величина минимального зазора между лопастью и чашей.

Основным параметром, от которого зависит производительность глинорастирателя, является давление, возникающее в рабочем канале между лопастью и стенкой корпуса. Давление должно зависеть не только от геометрии рабочего канала, но

и в значительной степени от реологических свойств перерабатываемых пластичных глин.

Процесс обработки глиномассы в глинорастиртеле изучен недостаточно, и, практически, отсутствует методика расчета этой машины.

Задачей настоящего расчета является определение закона изменения давления в «рабочем канале» глинорастирателя, среднего давления на лопасть, силы трения на поверхности лопасти, крутящего момента, градиента скорости и некоторых других параметров.

Учитывая большие размеры корпуса машины и незначительный зазор между лопастью и корпусом, задачу можно упростить, считая корпус развернутым на плоскость, относительно которой движется лопасть (рис. 1)

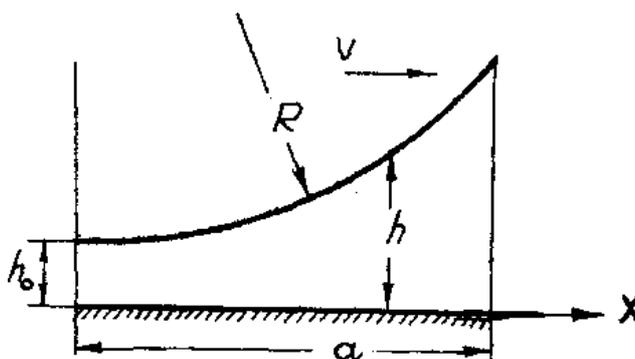


Рис. 1. Расчетная схема глинорастирателя

Граничные условия задачи:

1. На «нижней» плоскости корпуса

$$y = 0, u_x = 0, u_y = 0. \quad (1)$$

2. На поверхности лопасти

$$y = h, u_x = V, u_y = 0.$$

3. $P = p_0$ при $x = a$.

Движение глиняной массы в рабочем канале, образованном протирочной лопастью и перфори-

рованным корпусом глинорастирателя, происходит в направлении, указанном на рис.2. Вследствие этого в исходных уравнениях движения несжимаемой вязкой жидкости [1–4] можно отбросить члены, содержащие u_z и производные по z .

Пренебрегая действием массовых сил, при незначительной высоте канала деформации глиномассы ($F=0$), а также считая процесс движения установившимся, т.е.

$$\frac{\partial u_x}{\partial t} = 0$$

получим систему уравнений Навье Стокса, описывающую плоскопараллельное движение пластичного материала

$$\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{dP}{dy}$$

$$\frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{du_y}{dy} = 0 \quad (2)$$

Дважды интегрируя уравнение (2), получим

$$u_x = \frac{1}{2\mu} \frac{dP}{dx} y^2 + Ay + B, \quad (3)$$

$$V_x = \frac{1}{2\mu} \frac{dP}{dx} h^2 + Ah.$$

Откуда

$$A = -\frac{1}{2\mu} \frac{dP}{dx} h + \frac{V_x}{h}. \quad (4)$$

Тогда

$$u_x = \frac{1}{2\mu} \frac{dP}{dx} y^2 + \left(\frac{V_x}{h} - \frac{1}{2\mu} \frac{dP}{dx} h \right) y \quad (5)$$

и, окончательно,

$$u_x = \frac{1}{2\mu} \left(\frac{dP}{dx} \right) (y^2 - hy) + \frac{V_x y}{h}, \quad (6)$$

$\frac{dP}{dx}$ в уравнении (6) можно найти, воспользовавшись тем фактом, что «расход» материала Q через любое поперечное сечение рабочего канала одинаков:

$$Q = \int_0^h u_x dy = -\frac{1}{2\mu} \frac{dP}{dx} \frac{h^3}{6} + \frac{V_x h}{2}$$

и далее

$$\frac{dP}{dx} = -\frac{12}{h^3} \mu \left(Q - \frac{V_x h}{2} \right) = \frac{6\mu V_x}{h^3} \left(h - \frac{2Q}{V_x} \right) \quad (7)$$

Введем обозначение

$$h_1 = \frac{2Q}{V_x}, \quad (8)$$

тогда окончательно уравнение для градиента давления принимает вид

$$\frac{dP}{dx} = \frac{6\mu V_x}{h^3} (h - h_1). \quad (9)$$

Подставив уравнение (9) в уравнение (6), можно записать

$$u_x = \frac{3V_x}{h^3} (h - h_1)(y^2 - h y) + \frac{V_x y}{h}. \quad (10)$$

$$\frac{dP}{dx} = \frac{dP}{dh} \cdot \frac{dh}{dx}, \quad (11)$$

Так как $h = h_0 + \frac{x^2}{2R}$ (рис.2).

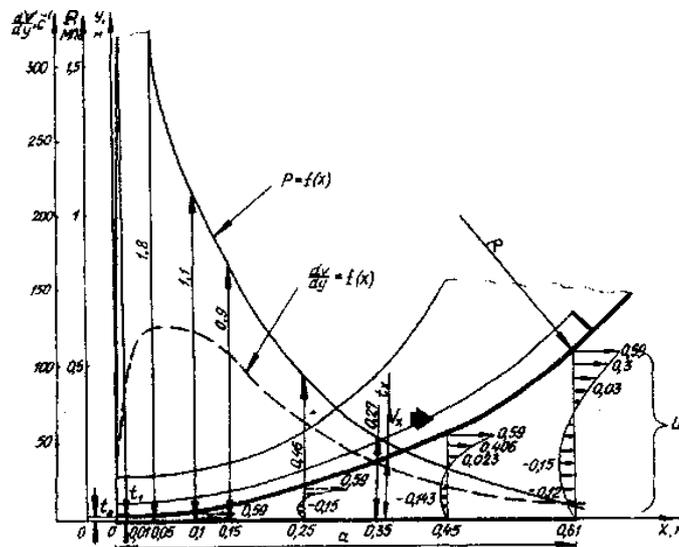


Рис. 2. Графики зависимости давления, градиента скорости, поля скоростей от длины «рабочей» части лопасти при $V = 0,59 \text{ м/с}$; $\mu = 0,006 \text{ мПа}\cdot\text{с}$

Отсюда после дифференцирования получим

$$\frac{dh}{dx} = \frac{x}{2R} \quad (12)$$

и следовательно,

$$\frac{dP}{dx} = \frac{dP}{dh} \cdot \frac{x}{R}, \quad (13)$$

но

Тогда

$$\frac{dP}{dx} = \frac{6\mu V_x}{h^3} (h - h_1).$$

$$\frac{dP}{dx} = \frac{6\mu V_x}{h^3} (h - h_1) \cdot \frac{R}{x}. \quad (14)$$

Воспользовавшись выражением x из (11) можно записать

$$\frac{dP}{dh} = \frac{6\mu V_x R(h-h_1)}{h^3 \sqrt{2R} \sqrt{h-h_0}} \quad (15)$$

$$\int \frac{dP}{dh} = \frac{6\mu V_x R}{\sqrt{2R}} \left(\int \frac{dh}{h^3 \sqrt{h-h_0}} - \int \frac{h_1 dh}{h^3 \sqrt{h-h_0}} \right)$$

Проинтегрируем уравнение(15):

В результате интегрирования получим

$$P = \frac{6\mu VR}{\sqrt{2R}} \left\{ \left[\frac{\sqrt{h-h_0}}{h_0 h} + \frac{1}{2h_0} \left(\frac{2}{\sqrt{h_0}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{h-h_0}{h_0}} \right) \right] \times \left(1 - \frac{3h_1}{4h_0} \right) - \frac{h_1 \sqrt{h-h_0}}{2h_0 h^2} \right\} + b \quad (16)$$

Для нахождения постоянных интегрирования b и h_1 воспользуемся граничными условиями(1):

Легко видеть, что

$$b = P_0. \quad (18)$$

при $X = 0; P = P_0; h = h_0;$ (17)

С учётом(18) из уравнения (16) получим после преобразований

при $X = a \quad P = P_0, h = h_0 + \frac{a^2}{2R}.$

$$h_1 = \frac{\frac{a}{\sqrt{2R} \left(h_0 + \frac{a^2}{2R} \right)} + \frac{1}{\sqrt{h_0}} \operatorname{arctg} \frac{a}{\sqrt{2R h_0}}}{\frac{a}{2\sqrt{2R} \left(h_0 + \frac{a^2}{2R} \right)^2} + \frac{3}{4} \left[\frac{a}{\sqrt{2R \cdot h_0 \left(h_0 + \frac{a^2}{2R} \right)}} + \frac{1}{h_0 \sqrt{h_0}} \operatorname{arctg} \frac{a}{\sqrt{2R h_0}} \right]}$$

С учётом постоянных интегрирование уравнение (16) принимает вид

$$P = \frac{6\mu V_x R}{\sqrt{2R}} \left\{ \left[\frac{\sqrt{h-h_0}}{h_0 h} + \frac{1}{h_0 \sqrt{h_0}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{h-h_0}{h_0}} \right] \left(1 - \frac{3h_1}{4h_0} \right) - \frac{h_1 \sqrt{h-h_0}}{2h_0 h^2} \right\} + P_0. \quad (20)$$

Эксплуатация глинорастирателей с зазорами установленными заводами изготовителями рекомендуются в пределах

$$h_1 \approx 1,33 h_0, \quad (21)$$

что позволяет для инженерных расчетов записать уравнение (20) в простом виде:

$$P = \frac{2\mu V_x \sqrt{2R(h-h_0)}}{h^2} \quad (22)$$

где h_1 для точных расчетов определяется уравнением (19), а h по формуле (11). Давление на поверхности лопасти в любом сечении позволяет рассчитать формула (22)

Для определения среднего значения давления на криволинейную поверхность рабочей части лопасти, проинтегрируем уравнение (22) по длине рабочей части лопасти в пределах от 0 до a .

$$\int_0^a p \cdot dx = \int_0^a \frac{3\mu V_x h_1 b \cdot x dx}{2h_0 \left(h_0 + \frac{x^2}{2R} \right)^2} = \frac{3\mu V_x h_1 b}{2h_0} \times \int_0^a \frac{4R^2 x dx}{\left[(\sqrt{2R h_0})^2 + x^2 \right]^2};$$

после преобразований получим

$$P_{cp} = \frac{3\mu V_x h_1 R a^2 b}{2h_0^2 (2R h_0 + a^2)}. \quad (23)$$

Для определения градиента скорости на поверхности лопасти продифференцируем по высоте канала уравнение (16)

$$\left(\frac{dU}{dy} \right)_{y=h} = \frac{h}{2\mu} \frac{dP}{dx} + \frac{U}{h}. \quad (24)$$

Подставив в уравнение (25) значение $\frac{dP}{dx}$ из уравнения (19) и проведя преобразования, получим

$$\left(\frac{dU}{dy} \right)_{y=h} = \frac{h}{2\mu} \frac{6\mu V_x}{h^3} (h - h_1) + \frac{V_x}{h} = \frac{4V_x}{h} - \frac{3V_x h_1}{h^2}. \quad (25)$$

Подставляя в уравнение (25) значения h , получим уравнение для определения градиента скорости в любой точке на поверхности лопасти:

$$\left(\frac{dU}{dy} \right)_{y=h} = \frac{4V_x}{h_0 + \frac{x^2}{2R}} - \frac{3V_x h_1}{\left(h_0 + \frac{x^2}{2R} \right)^2}. \quad (26)$$

Определение среднего значения градиента скорости на поверхности лопасти позволяет выполнить оптимальную геометрическую форму лопасти, связанную с конструкцией корпуса глинорастирателя. Для определения среднего градиента скорости проинтегрируем уравнение (26) по длине рабочей зоны лопасти:

$$\left\langle \frac{dU}{dy} \right\rangle_{[0,a]} = \frac{4V}{a} \int_0^a \frac{dx}{h_0 + \frac{x^2}{2R}} - \frac{3V h_1}{a} \int_0^a \frac{dx}{\left(h_0 + \frac{x^2}{2R} \right)^2} = \frac{V \cdot R}{2h_0 a} \left(\frac{16h_0 - 6h_1}{\sqrt{2h_0 R}} \operatorname{arctg} \frac{a}{\sqrt{2h_0 R}} - \frac{6h_1 a}{2h_0 R + a^2} \right). \quad (27)$$

Проектирование привода глинорастирателя и прочностные расчеты узлов и деталей машины требуют определения силы трения при переработке материала [5–7]. Напряжение сдвига, действующего на лопасть в зоне захвата материала, определяется зависимостью

$$\tau = \mu \left(\frac{dU_x}{dy} \right)_{y=h} \cdot \cos \alpha, \quad (28)$$

где $\left(\frac{dU_x}{dy} \right)_{y=h} \cdot \cos \alpha$ – проекция градиента скорости на нормаль поверхности лопасти.

Полная величина силы трения, действующей на единицу ширины лопасти, равна

$$F_{\text{тр}} = \frac{\mu V_x R \cdot b}{2h_0} \left(\frac{16h_0 - 6h_1}{\sqrt{2h_0 R}} \operatorname{arctg} \frac{a}{\sqrt{2h_0 R}} - \frac{6h_1 a}{2h_0 R + a^2} \right), \quad (31)$$

где b – ширина лопасти.

Приведенные в статье расчетные зависимости необходимы при проектировании глиноперерабатывающих машин типа глинорастирателей. Помимо нахождения прочностных характеристик рабочих органов машин полученные зависимости учитывают реологические свойства пластичных глин, отличающихся иногда на порядок и позволяют проектировать машины с оптимальными параметрами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур // Физико-химическая механика дисперсных структур. М.: Наука, 1966. 16 с.
2. Дубинин Н.Н. Бесшнековые машины для формования пластичных масс. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013. 113 с.
3. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов.: Учеб. пособие для строительных вузов. М: Высшая школа, 1978. 447 с.

$$F_{\text{тр}} = \int_0^{\ell} \mu \left(\frac{dU}{dy} \right)_{y=h} \cdot \cos \alpha \cdot d\ell, \quad (29)$$

где ℓ – длина лопасти в зоне захвата материала.

Но $\ell \approx a$ и $d\ell \cdot \cos \alpha = dx$ в области $0 \leq x \leq a$; следовательно,

$$F_{\text{тр}} = \mu \int_0^a \left(\frac{dU_x}{dy} \right)_{y=h} dx. \quad (30)$$

Интегрирование выражения $(dU/dy)_{y=h}$ было выполнено ранее в (27), окончательно формула для расчёта силы трения материала о лопасть может быть записана в виде

4. Ильина Т.Н., Севостьянов В.С., Шкарпеткин Е.А., Севостьянов М.В. Исследование условий процесса микрогранулирования в дисперсных системах // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №1. С. 81–86.

5. Дубинин Н.Н., Евтушенко Е.И., Немец И.И., Носов О.А., Осокин А.В. Роторные машины для производства стеновых керамических материалов. Rotary Machines for Production of Ceramic Wall Materials / N.N. Dubinin, E. I. Evtushenko, I.I. Nemets, O.A. Nosov, A.V. Osokin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2014. № 5(5). P. 1710–1718.

6. Дубинин Н.Н., Уральская Л.С., Аналитические исследования движения глиняных масс в рабочих органах // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. №4. С. 75–79.

7. Дубинин Н.Н., Михайличенко С.А., Уральская Л.С. Производительность роторных машин с камерой переменного сечения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. №4. С. 102–105.

Dubinin N.N., Turenko A.V.

TO CALCULATING THE GLYENER

The necessity of determining the law of pressure change in the working channel of a clay rubbing machine, the average pressure on the blade surface, the frictional force and the torque based on the basic law of motion of plastic clay mass in working chambers of clay machines

Key words: *processing quality, plastic clays, working channel, blade, process, structure, mechanism.*

Дубинин Николай Николаевич, кандидат технических наук, профессор.

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

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

E-mail: nndubinin@mail.ru

Туренко Арнольд Владимирович, доктор технических наук, профессор.

Адрес: Московская обл., г. Химки, Юбилейный проспект 47, кв.21

*Федоренко М.А., д-р техн. наук, проф.,
Бондаренко Ю.А., д-р техн. наук, проф.,
Погонин А.А., д-р техн. наук, проф.*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СМЕЩЕНИЕ ОСИ КРУПНОГАБАРИТНОГО ВАЛА В ПРОЦЕССЕ ЕГО РЕМОНТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

kdsm2002@mail.ru

В горной, химической и различных других отраслях промышленности используют оборудование, которое характеризуется большими габаритными размерами, частности диаметром и большой массой.

Одним из определяющих факторов повышения работоспособности и надежности крупногабаритного оборудования являются точность и качество его монтажа, профилактические своевременные ремонты, замена исчерпавших свой ресурс узлов и деталей. Все эти мероприятия следует выполнять в процессе эксплуатации оборудования, так как его простои приводят к большим материальным затратам. Остановка одного из агрегатов, который входит в состав технологического комплекса, может прервать технологическую цепь производства, что приводит к остановке всего оборудования.

Ключевые слова: *вал, цапфа, мельниц, восстановление, крупногабаритные детали, оборудование, подшипник.*

Введение. Наружные и внутренние поверхности деталей, как цилиндрические, торцевые, так и зубчатые можно обрабатывать на приставных станках. Наиболее высокие требования по точности и качеству поверхности предъявляются к посадочным, сопрягаемым поверхностям цапф, шеек валов, устанавливаемых на подшипники качения или скольжения, а так же высокие требования к поверхностям соединенным по посадке. Ремонтную обработку таких поверхностей с использованием приставных станков можно производить широкими резцами из быстрорежущей стали, шлифованием абразивным инструментом, который устанавливается на резцедержателе, обкатыванием роликом, ленточным шлифованием и другими видами обработки [1–4].

К обрабатываемым восстанавливаемым поверхностям предъявляются высокие требования по круглости формы и шероховатости, в связи с тем, что в последующем отремонтированная деталь, например, цапфа используется как опорная вращающаяся деталь, наружная цилиндрическая поверхность которой находится в сопряжении с подшипником скольжения.

При ремонте цапф крупногабаритных валов приставными станками необходимо выполнить расчет погрешности установки режущего инструмента, например резца, относительно оси вращения вала. Неопределенность расположения оси восстанавливаемого на приставном станке вала и режущего инструмента приводит в процессе обработки к нарушению

круглости обработанной поверхности. Несущие узлы опорных роликов основания приставного станка в динамическом и статическом состоянии под действием нагрузки деформируются и нужно учитывать величину этой деформации, её воздействие на формирование круглости и знать методы расчета.

При восстановлении опорных узлов помольных и сырьевых мельниц и крупногабаритных валов различного оборудования, без демонтажа в условиях эксплуатации, в некоторых случаях цапфы этих опорных узлов и валов находятся в сопряжении с подшипниками скольжения. В данном варианте нужно учитывать влияние слоя масла на смещение цапф, в связи тем, что при работе опорного узла им приходится преодолевать сопротивление масла и в следствии чего ось вращения оборудования может переместиться и статическая настройка приставного станка на заданную точность выполняемого размера нарушится.

По принципу формирования поля давления подшипники скольжения при таком виде обработки можно отнести к гидродинамическим, т.к. несущий смазочный слой создаётся свободно поступающим маслом и за счёт относительного движения цапфы и подшипника. Несмотря на малую толщину, смазочный слой подшипника скольжения оказывает существенное влияние на динамику цапфы [5–8].

При анализе процесса эксплуатации крупногабаритных вращающихся валов опирающихся на подшипники скольжения, следует найти реше-

ние совместной задачи теории колебаний и гидродинамики. Необходимо определить аналитические и динамические характеристики связи с неустановившимся течением смазки.

К статическим характеристикам рассматриваемого рабочего процесса относятся: кривая стационарных положений цапфы опорного узла восстанавливаемого оборудования, расход смазки, потеря мощности на преодоление сил трения сопряжений. Динамические характеристики определяют действующие на цапфу опорного узла агрегата дополнительные силы, возникающие при передвижениях цапфы из стационарного положения, и выражаются в коэффициентах. Величина этих коэффициентов дает возможность определить устойчивость колебаний при появлении внешних нагрузок (например, возникающих от сил резания), которые имеют малое значение по сравнению со статической нагрузкой.

Для проведения расчетов следует принять параметры: R – радиус цапфы опорного узла, Q – статическая нагрузка, l – длина опорной части подшипника скольжения, по которой базируются

$$\frac{\partial}{R\partial\theta}\left(\rho h^3 \frac{\partial\rho}{R\partial\theta}\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(\rho h^3 \frac{\partial\rho}{\partial x}\right) = 6\mu\omega R \frac{\partial(\rho h)}{R\partial\theta} + 12\mu \frac{\partial(\rho h)}{\partial t}, \quad (1)$$

где $h = h(\theta)$ – толщина зазора в сопряжении, ρ – плотность, μ – динамическая вязкость используемой смазки, θ , x – окружная и нормальная координаты. Уравнение Рейнольдса достоверно для любых типов опорных подшипников. Отличия появляются из-за различного характера

цапфа, Δ – зазоры между цапфой и подшипником скольжения, возникающие при совпадении осей.

Давление, которое возникает в масляном слое (рис. 1) будет сохранять цапфу 1 в требуемом положении в состоянии покоя на подшипнике скольжения 2 относительно обрабатываемого инструмента 4.

Следственно, обрабатывающий инструмент необходимо выставить относительно горизонтальной оси цапфы опорного узла без погрешности, таким образом, чтобы режущая кромка резца была выставлена по оси обрабатываемой цапфы опорного узла или вала.

В этом случае давление в смазочном слое сопряжения (наружная цилиндрическая поверхность цапфы опорного узла и подшипник скольжения) при $\Delta \ll R$ для обычной гидродинамической теории смазки и без учёта сил инерции смазки, в связи с тем, что в рассматриваемом случае масса восстанавливаемой детали значительно больше относительно этих сил и они оказывают влияние на колебание цапфы или вала не оказывают, тогда давление определится по уравнению Рейнольдса [9]:

зависимости плотности ρ от давления и динамической вязкости используемой смазки μ , от скорости, влияния внешнего давления p_s , конфигурации ограничительных условий, а так же вида зависимостей толщины слоя $h(\theta)$.

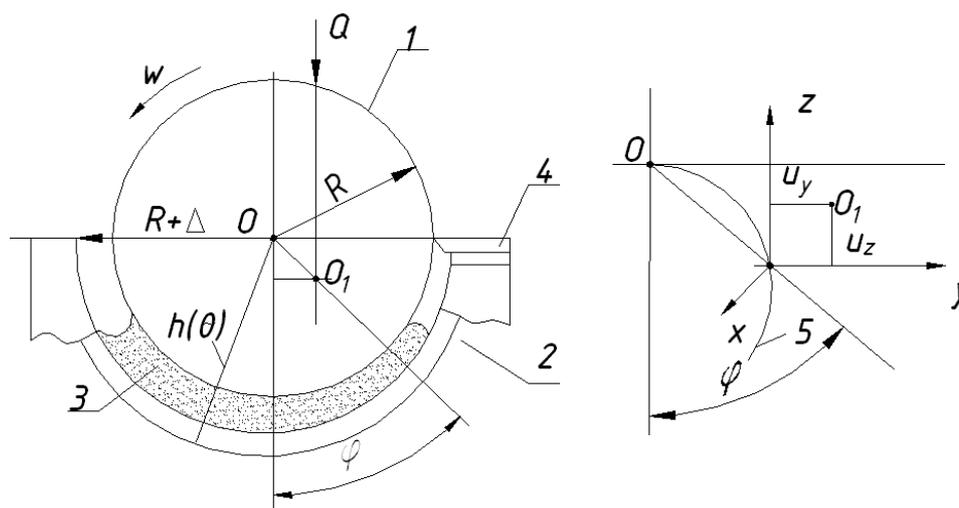


Рис. 1. Схема к расчету смещения центра вала в подшипнике скольжения:

1 – цапфа; 2 – подшипник скольжения; 3 – масляный клин; 4 – резец; 5 – траектория перемещения центра

Крупногабаритные детали и узлы, при ремонтной обработке, располагают небольшими частотами вращения, вследствие этого течение в

подшипниках ламинарное. При ламинарном течении в подшипниках скольжения уравнение будет линейным относительно давления P :

$$\frac{\partial}{R\partial\theta}\left(h^3\frac{\partial P}{\partial\theta}\right)+\frac{\partial}{\partial x}\left(h^3\frac{\partial P}{\partial x}\right)=6\mu\omega R\frac{\partial h}{\partial\theta}+12\mu\frac{\partial h}{\partial t} \quad (2)$$

Рассматриваемое уравнение находит решение при известных давлениях на входе и выходе. Цапфа опорного узла вращается равномерно, нагрузка Q не изменяется, таким образом, полагаем, что значение толщины слоя смазки не изменяется $\frac{\partial h}{\partial t} = 0$ и тогда для определения давления P_0 используем известное уравнение [5]:

$$\frac{\partial}{R\partial\theta}\left(h_0^2\frac{\partial\rho_0}{\partial\theta}\right)+\frac{\partial}{\partial x}\left(h_0^2\frac{\partial\rho_0}{\partial x}\right)=6\mu\omega R\frac{\partial h_0}{R\partial\theta}. \quad (3)$$

Условия равновесия цапфы опорного узла:

$$\int_F P_0 \sin \theta dF = 0; \quad \int_F P_0 \cos \theta dF + Q = 0, \quad (4)$$

где F – рабочая площадь подшипника скольжения.

При общем решении вышеприведенных уравнений определяем кривую (рис. 1) подвижного равновесия в виде зависимости эксцентриситета e от угла подъема φ .

Таким образом, имея зависимость изменения эксцентриситета, мы выносим корректировку на установку режущего инструмента, что приводит к снижению погрешности при восстановительной обработке.

Следственно, решение этой задачи даст возможность при автоматизации ремонтной обработки своевременно корректировать положение режущего инструмента относительно центра восстанавливаемой детали (цапфы или вала).

Таким образом, имея информацию об исходных данных обрабатываемого изделия и подвижности базовых опор, можно определить перемещение оси и внести необходимые поправки в движение реза.

Вывод. Рассмотрено влияние смещения деталей типа цапф опорных узлов или валов на масляной подушке подшипников скольжения и зависимость перемещения оси вращения в пространстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федоренко Т.М., Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А. Восстановление работоспособности цапф помольных мельниц с применением

переносного станка // Технология машиностроения. 2009. № 3. С. 20–21.

2. Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А., Санина Т.М., Маркова О.В. Технология восстановления работоспособности опорных бандажей вращающихся цементных печей // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2015. № 1. С. 13–15

3. Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А., Санина Т.М., Маркова О.В. Приставной станок для обработки крупногабаритных внутренних поверхностей цилиндрического типа // Технология машиностроения. 2015. № 11. С. 27–28.

4. Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А., Санина Т.М., Антонов С.И. Опора вращающегося обжигового печного агрегата // Технология машиностроения. 2015. № 9. С. 32–33

5. Биргер И.Л., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1979. 702 с.

6. Колебания валов в масляной пленке. Сборник статей. М.: Наука. 1968.

7. Олимпиев В.И. Собственные и вынужденные колебания роторов на гидростатических подшипниках: учебник. Машиностроение. 1976.

8. Позняк Э.Л. Исследования устойчивости движения роторов на подшипниках скольжения: учебник. Издательство АИСССР. ОТН. Механика и машиностроение. № 2. 1963.

9. Кудинов В. А. Динамика станков: учебник М.: Машиностроение. 1967. 358 с.

Fedorenko M.A. Bondarenko Y.A. Pogonin A.A.

THE LARGE DISPLACEMENT OF THE AXIS OF THE SHAFT IN THE PROCESS OF REPAIRING IT WHEN USING SLIDING BEARINGS

In mining, chemical and various other industries use equipment, which is characterized by large overall dimensions, particularly diameter and a large mass. One of the defining factors of increase of efficiency and reliability of large equipment are precision and quality of its installation, preventive maintenance work, the replacement of the exhausted components and parts. All these activities should be performed in the operation

of the equipment, since its downtime lead to higher material costs. Stop by one of the units, which is part of the technological complex, can interrupt the technological chain of production that leads to stop of equipment.

Key words: *shaft, axle, mills, recovery, large parts, hardware, bearing.*

Федоренко Михаил Алексеевич, доктор технических наук, профессор кафедры технология машиностроения Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: kdsm2002@mail.ru

Бондаренко Юлия Анатольевна, доктор технических наук, профессор кафедры технология машиностроения Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: kdsm2002@mail.ru

Погонин Анатолий Алексеевич, доктор технических наук, профессор кафедры технология машиностроения Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: kdsm2002@mail.ru

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

DOI: 10.12737/article_5968b452655ff8.60896378

*Еременко В.Т., д-р техн. наук, проф.,
Лобанова В.А., канд. техн. наук, доц.,
Фомин Н.И., аспирант*

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

ИССЛЕДОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ВЫРАБОТКИ ВЯЗКИХ БИТУМОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ МИНИ-НПЗ

wladimir@orel.ru

В статье представлена структура технологического процесса производства битумов и топлива из тяжелой нефти в условиях мини-НПЗ, предложена методология моделирования и способы управления сложными технологическими процессами нефтепереработки на примере установки для производства битумов и топлива из тяжелой нефти.

Ключевые слова: вязкий битум, мини-НПЗ, тяжелые нефти

Введение. С ростом дорожного строительства встает вопрос о качестве изготавливаемых асфальтобетонных смесей и получаемых для них вязких нефтяных битумов. Исходя из того, что битум длительный период не являлся в нашей стране целевым нефтепродуктом, совершенствованию технологических процессов его производства не уделялось соответствующего внимания. Слабая поддержка битумного производства привела к тому, большинство оборудования по производству битумов на российских НПЗ устарело. Вследствие чего вырабатываемые битумы и их количество не конкурентоспособны на современном рынке. Поэтому вопросы реконструкции битумного производства в России достаточно актуальны.

Нефтяные битумы, благодаря ряду ценных эксплуатационных свойств и увеличивающимся масштабам производства, являются одними из наиболее широко используемых в строительной индустрии продуктов нефтепереработки, особенно в дорожном строительстве.

Нефтеперерабатывающая промышленность России за 2016 год произвела 4,5 млн. т. дорожных, кровельных, изоляционных и строительных марок нефтяных битумов, из них 0,25 млн. т. производится на мини-НПЗ. Мини-НПЗ – это нефтеперерабатывающее, основной функцией которого является переработка нефти (объемом до 1 миллиона тонн сырья/год) в бензин, дизельное топливо, мазут и битум [1].

Мини-НПЗ относятся к классу сложных технических объектов, так как взаимодействие между компонентами происходит в различных режимах и характеризуется многими парамет-

рами под управлением локальных систем автоматического регулирования и централизованных систем автоматизированного управления.

В связи со сложностью или невозможностью измерения ряда параметров и показателей, многие технологические и производственные процессы переработки особенно тяжелой нефти являются количественно трудноописуемыми, что затрудняет применение методов детерминированной математики для моделирования и оптимизации их режимов работы. Это привело к необходимости применения новых методов формализации и решения данных задач, опирающихся на теорию нечетких множеств. Особое значение решения этих практических задач приобретает для таких сложных технологических объектов, как установка для производства битумов и топлива из тяжелой нефти, характеризующаяся сложностью, а иногда и невозможностью, измерения ряда параметров. Методы решения этих задач основаны на использовании нечеткой информации, получаемой от лица принимающего решения, и специалистов экспертов в виде их суждений о функционировании объекта и учитывающей их предпочтения в процессе выбора решений [8]. На основе этих методов составляются математические модели основных агрегатов установки.

Основная часть. В настоящей работе рассматриваются основные подходы к моделированию колонн в промышленных условиях и способы управления сложными технологическими процессами нефтепереработки на примере установки для производства битумов и топлива из тяжелой нефти, в состав которой входят блоки: отбензинивания, обезвоживания, окислительный и атмосферный [12]. Продуктами переработки

нефти на данной установке являются бензин, дизельное топливо, мазут, керосиногазойлевая фракция и битум различных марок.

Исследование проводилось для установки, структура технологического процесса производства битумов и топлива из тяжелой нефти, которой приведено на рис. 1.

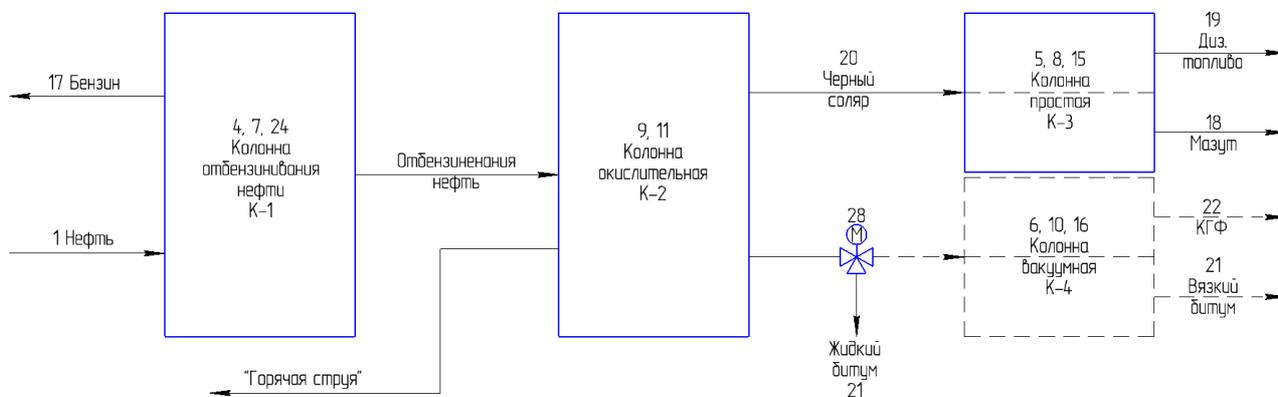


Рис. 1. Структура технологического процесса производства битумов и топлива из тяжелой нефти

Процесс управления делится на две части: динамическую и статическую. Выходными параметрами статической части являются количества: бензина, дизельного топлива (или керосиновая фракция) и мазут. Оптимальное управление установкой невозможно без учета качественных показателей целевых нефтепродуктов. Так же введены значения, поддержание которых на требуемом уровне является достаточным условием получения кондиционных нефтепродуктов. К ним принадлежат: температура конца кипения бензина, температура начала кипения Д/Т, температура конца кипения Д/Т, температура конца кипения мазута. Исходя из выше сказанного в качестве выходных параметров статики, кроме количественных, принимается четыре качественные характеристики.

Из числа входных параметров выделяются возмущающие воздействия, под которыми понимаются координаты, управление с помощью которых или невозможно вообще, или нецелесообразно по определенным причинам.

В зависимости от того, поддаются или нет возмущения измерению или контролю, они подразделяются на контролируемые и неконтролируемые.

К числу основных контролируемых внешних возмущений относится расход сырья и расход отбензиненной нефти.

Измеряемыми внутренними возмущениями являются перекрестные связи по каналам расходов I, II, III циркуляционных орошений.

Характерной особенностью данного технологического процесса, выгодно отличающего его от подобных на других НПЗ, является возможность (в зависимости от конкретных потребностей) работы как в режиме получения вязкого битума, так и в режиме получения жидкого битума.

Исследовав выходные (управляемые) и входные (управляющие и возмущающие) параметры как статической, так и динамической частей объекта управления - установки для производства битумов и топлива из тяжелой нефти, ее структурную схему как объекта управления представим в виде, показанном на рис. 2.

Многокритериальность исследуемых систем затрудняет разработку математического описания процессов на основе которых осуществляется процедура оптимизации. Из-за ненадежности, недостатков или отсутствия необходимых средств сбора и обработки статистических данных, собранная информация для описания исследуемого комплекса может оказаться в значительной степени неполной, достаточно неопределенной. Проведение специальных экспериментов для сбора недостающей информации, даже при возможности их проведения, часто оказывается экономически нецелесообразным. Основным источником информации в этих ситуациях является человек (специалист-эксперт, ЛПП: технолог, оператор), который дает нечеткое описание проблемы, т.е. возникает проблема неопределенности, связанная с нечеткостью исходной информации [5, 6].

Исследование ректификационных колонн рассматриваемой установки показало, что из-за сложности или невозможности учета ряда факторов, таких как химический состав сырья и продуктов, состав фаз и содержание продуктов, результаты моделирования традиционными методами часто получаются неадекватными текущей технологической ситуации.

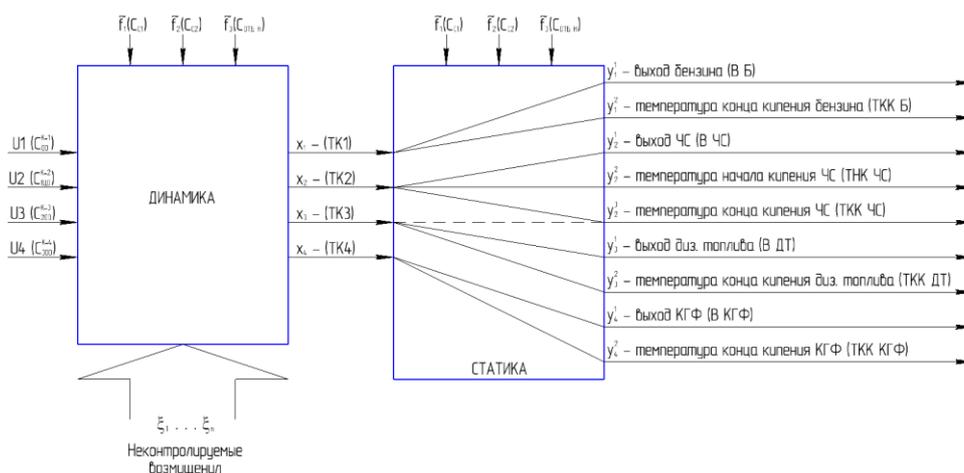


Рис. 2. Структурная схема объекта управления

Основная причина невозможности учета таких параметров колонны в реальном процессе связана с отсутствием или нехваткой непрерывных промышленных средств их контроля, а определение параметров лабораторным путем требует времени. Все это серьезно затрудняет проведение экспериментальных работ по сбору необходимой статистической информации для построения адекватной модели, учитывающей эти трудноизмеримые показатели.

Поэтому для моделирования и оптимизации таких колонн в промышленных условиях, характеризующихся неопределенностью, целесообразно дополнительно применить методы теории нечетких множеств и экспертных оценок. При

этом разработку модели можно осуществлять на основе алгоритма синтеза моделей в нечеткой среде [14], [15].

Выделяется три основных подхода к моделированию объектов, удовлетворяющие этим требованиям, которые основаны на методах теории нечетких множеств:

1. Подход, основанный на построении статистических моделей объектов с нечеткими коэффициентами на основе модификации методов регрессионного анализа.

2. Подход, основанный на использовании логических правил условного вывода, например, в следующем виде:

$$if \tilde{x}_1 \in \tilde{A}_1(\tilde{x}_2 \in \tilde{A}_2(\dots, (\tilde{x}_n \in \tilde{A}_n), \dots)), \tilde{y}_j \in \tilde{B}_j; j = \overline{1, m}, \tag{1}$$

где $\tilde{x}_i, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$, – соответственно, входные и выходные лингвистические переменные объекта, влияющие на технико-экономические и экологические показатели объекта, \tilde{A}_i, \tilde{B}_j – нечеткие подмножества, характеризующие \tilde{x}_i, \tilde{y}_j .

3. При построении моделей системы, представляющей собой комплекс взаимосвязанных блоков различного типа с различной исходной информацией, приходится использовать комбинированную информацию.

В результате анализа и обобщения возможных подходов моделирования сложных объектов при нечеткости исходной информации в данной работе предлагается методика, на основе которой разработан алгоритм синтеза моделей технологического комплекса при нечетких входных и выходных параметрах, который использует логические правила условного вывода и реализует второй подход нечеткого моделирования и позволяет построить лингвистические модели в нечеткой среде.

В первом пункте методики, определяется необходимое количество входных и выходных параметров объекта для построения модели. С этой целью в зависимости от требуемой точности и изученности процесса выделяются основные параметры процесса. Диапазоны изменения этих параметров удобно задать в виде отрезков: $x_i = [a_i^{min}, a_i^{max}]$, $y_j = [b_j^{min}, b_j^{max}]$ и каждый из этих отрезков разбивается на интервалы дискретизации:

$$a_i^{min} = a_{i1} < a_{i2}, \dots, < a_{if} = a_i^{max}, \tag{2}$$

$$b_j^{max} = b_j < b_{j2}, \dots, < b_{jl} = b_j^{min}, \tag{3}$$

В общем случае, интервалы дискретизации (длина квантов) не равны, а также диапазоны изменения могут быть разбиты на различное количество квантов.

Во втором пункте для построения терм - множества состояний объекта - значения параметра каждого кванта словесно характеризуются соответствующими нечеткими терминами.

$$u_i = \{ \text{ниженормы, норма, вышенормы} \}$$

$$y_j = \{ \text{низкая, нижесредней, средняя, вышесредней, высокая} \}.$$

Выбранные параметры являются и лингвистическими переменными, так как используются специалистами для описания состояния на языке нечетких множеств. Каждый интервал дискретизации характеризуется определенным термом, и этому терму соответствует нечеткое множество, которое определяется функцией принадлежности на соответствующем ей уровне градации.

В случае, когда количество термов, определяющих множество входных и выходных параметров, велико трудно определить большое число необходимых ступеней принадлежности, и возникает задача интерполяции промежуточных значений, т.е. синтеза новых термов по небольшому количеству имеющихся термов.

$$\mu_{A_i}^p(u_i) = \exp\left(-Q_{ip}^A \times C_{A_{ip}}^{-1} \times \left| (u_i - a_{ip}^{md})^{N_{ip}^A} \right|\right), \quad (4)$$

где $\mu_{A_i}^p(u_i)$ – функции принадлежности параметров u_i к нечеткому множеству A_i ; p – номер градации; Q_{ip}^A – параметры, которые находятся при идентификации функции принадлежности и определяющие уровень нечеткости;

В третьем пункте строятся функции принадлежности. Основным фактором является построение графической кривой степени принадлежности того или иного параметра соответствующему нечеткому множеству. На основе этого графика подбирается такой вид функции, который наилучшим образом аппроксимирует его. После этого решаем задачу идентификации параметров функции. Обработка результатов экспертного опроса показала, что функции принадлежности нечетких подмножеств, формализующие принятые термины, характеризуются следующей зависимостью:

$C_{A_{ip}}^{-1}, N_{ip}^A$ – коэффициенты для изменения области термов и формы функции принадлежности нечетких параметров.

Аналогично определяются функции принадлежности и выходных параметров y_j .

$$\mu_{B_j}^p(y_j) = \exp\left(-Q_{jp}^B \times C_{B_{jp}}^{-1} \times \left| (y_j - b_{jp}^{md})^{N_{jp}^B} \right|\right), \quad (5)$$

где a_{ip}^{md}, b_{jp}^{md} – нечетное подмножество, характеризующее выходные лингвистические переменные.

$$a_{ip}^{md} = \frac{a_{ip} + a_{ip+1}}{2}, \quad (6)$$

$$b_{jp}^{md} = \frac{b_{jp} + b_{jp+1}}{2}, \quad (7)$$

Четвертым пунктом является построение лингвистической модели объекта, на основе которой строятся нечеткие отображения R_{ij} , определяющие связь между входными и выходными параметрами. Формализацию такого нечеткого отображения удобно осуществить методом логической оценки. В этом случае на основе поступающей с объекта информации используются терм

– множества лингвистических переменных входа и выхода, задается полное описание всех возможных ситуаций. Это описание называется лингвистической моделью и состоит из набора логических правил вида:

$$\text{если } \tilde{X}_1 \text{ то } \tilde{Y}_1$$

где X_i, Y_i – входные и выходные лингвистические переменные. Каждое такое логическое правило определяет одно из состояний объекта, а их набор определяет возможные ситуации.

Для практического применения отображения R_{ij} нужно построить матрицы нечетких отношений $\mu_{R_j}(u_i, y_j)$, например, в общем случае для выделенных интервалов дискретизации:

$$\mu_{R_j}(u_i, y_j) = \min[\mu_{A_i}(u_i), \mu_{B_j}(y_j)], i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, \quad (8)$$

Затем применением операции объединения определяются искомые отображения:

$$R_{ij} = \bigcup_{p=1}^k R_{ij}^p, \quad (9)$$

Пятый пункт. Синтез нечеткой модели заключается в применении композиционного правила вывода:

$$\mu_{B_j}(u_i^*, y_j^*) = y_j \max\{\min[\mu_{A_i}(u_i^*), \mu_{R_{ij}}(u_i, y_j)]\}, \quad (11)$$

Имея u_i^* – измеренные значения входных переменных, определяются их функции принад-

$$B_j = A_i \times R_{ij}, \quad (10)$$

С помощью этого правила осуществляется расчет выходных переменных по следующему выражению:

лежности. Затем, используя максимумное произведение, определяются прогнозируемые значе-

ния выходных переменных y_j в виде соответствующих функций принадлежности. Конкретные числовые значения выходных параметров из нечеткого множества определяются по следующему критерию:

$$y_j^{**} = \arg \max_{y_j} \mu_{V_j}(y_j), \quad (12)$$

т.е. выбираются те значения выходных параметров, имеющие максимум функций принадлежности.

В шестом пункте проверяется условие адекватности модели. Если условие выполняется модель рекомендуется для исследования и управления объектом, в противном случае вернуться к предыдущим пунктам для уточнения модели.

Таким образом, проблема неопределенности решается созданием математического аппарата для описания и исследования нечетко определенных объектов.

В результате анализа доступных данных и исследования режимов работы этих блоков для разработки их моделей выбраны комбинированные методы синтеза математических моделей с учетом дополнительной нечеткой информации от специалистов-экспертов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуреев А.А., Коновалов А.А., Самсонов В.В. Состояние и перспективы развития производства дорожных вяжущих материалов в России // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2008. №1. С. 12–16.
2. Глуховский А.П. Все начинается с битума // Автомобильные дороги. 2003. №2. С. 16–17.
3. Гун Р.Б. Нефтяные битумы. М.: Химия, 1973. 432 С.
4. Анисимов Я.В., Бодров В.М., Покровский В.Б. Математическое моделирование и оптимизация ректификационных установок. М.: Химия, 1975. 212с.
5. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М. 1981. С. 32–43.
6. Оразбаев Б.Б., Сериков Т.П. Применение методов экспертных оценок для исследования и управления технологическими объектами нефтепереработки. Аналит. обзор КазгосИНТИ. Атырау. ЦНТИ. 1994. 25с.
7. Дианов В.Г. Автоматизация процессов в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. М. Химия, 1968. С. 296–297, 299–300.
8. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976.
9. Умергалин Т.Г., Галиаскаров Ф.М. Методы расчетов основного оборудования нефтепереработки и нефтехимии. Учебное пособие. Уфа: Изд-во: Нефтегазовое дело, 2007. 236 с.
10. Kehr H. Zum Haftverhalten von niedermolekularmodifizierten Bitumen // Bitumen. 1998. № 4. S. 141–142.
11. Pubii D., Frade E. Fuzzy Sets and Systems. Theory and application // Acad. Press. N-York, 1980.
12. Дворецкий С.И., Егоров А.Ф., Дворецкий Д.С. Компьютерное моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования: учебное пособие. Тамбов: Изд-во «ТГТУ», 2003. 224 с.
13. Грушко И.М., Королев И.В., Борщ И.М., Мищенко Г.М. Дорожно-строительные материалы. Учебник. М.: Транспорт, 1991. 357 с.
14. Леонович И.И., Стрижевский В.А., Шумчик К.Ф. Испытание дорожно-строительных материалов. Учебное пособие. Минск.: Высшая школа, 1991. 280 с.
15. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.

Eremenko V.T., Lobanova V.A., Fomin N.I.

THE STUDY AND MANAGEMENT OF THE PROCESS TO PRODUCE VISCOUS BITUMEN FOR ROAD CONSTRUCTION IN TERMS OF MINI-REFINERIES

The article presents the structure of the technological process of production of bitumen and fuel from heavy oil in conditions of a mini-refinery, the proposed modeling methodology and methods of control of complex technological processes of oil refining, for example, installations for the production of bitumen and heavy fuel oil.

Key words: viscous bitumen, oil refineries, heavy oil.

Ерёменко Владимир Тарасович, доктор технических наук, профессор кафедры «Электроника, радиотехника и системы связи»

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева.

Адрес: Россия, 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 40.

E-mail: wladimir@orel.ru

Лобанова Валентина Андреевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроника, радиотехника и системы связи»

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева.

Адрес: Россия, 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 40.

E-mail: lvanata@yandex.ru

Фомин Николай Иванович, аспирант кафедры «Электроника, радиотехника и системы связи»

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева.

Адрес: Россия, 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 40.

E-mail: Fobos-0203@yandex.ru

*Дорошенко А.Ю., аспирант
Курский государственный университет*

О ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ РАЗДЕЛЯЮЩЕЙ ГИПЕРПОВЕРХНОСТИ

doroshenkoay@bk.ru

В статье рассматривается предложенный нами ранее в серии работ подход к решению задачи машинного обучения классификации данных. Его основная идея состоит в нахождении разделяющей гиперповерхности с помощью адаптированного метода вычисления срединной оси, основанного на многомерной триангуляции Делоне. Получаемая таким способом гиперповерхность располагается на равном удалении от множеств объектов классов, что в общем случае является более предпочтительным. Рассматривается принцип контроля обобщающей способности данного классификатора, реализуемый с помощью метода сглаживания Лапласа. Приводятся некоторые результаты экспериментального исследования программной реализации предложенных методов на реальных данных, что дает возможность составить общее представление об эффективности решений в целом. Вкратце анализируются основные преимущества и недостатки подхода.

Ключевые слова: классификация, машинное обучение, триангуляция Делоне, гиперповерхность, переобучение, срединная ось.

Выбор модели для машинного обучения классификации данных всегда определяется условиями конкретной задачи и предполагает поиск компромиссного по различным критериям решения. Существующее многообразие методов и алгоритмов [1–4] достаточно полно покрывает пространство встречающихся задач, включающих, например, разработку новых лекарств [5–7], биометрическую идентификацию [8], оценку кредитоспособности [9], геостатистику [10, 11]. Тем не менее, совершенствование методологии и разработка новых идей, предполагающих получение оптимального при имеющихся ограничениях решения, являются актуальной задачей. Рассматриваемый в настоящей работе подход [12, 13] в некоторых случаях позволяет получать более предпочтительные модели, обладающие меньшей средней ошибкой распознавания.

В общей постановке задачи обучению классификации требуется построить (обучить) математическую модель (классификатор), аппроксимирующую некоторую зависимость по известному набору данных (обучающему), заданному в виде пар

$$(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n), \quad (1)$$

где $x_i \in X$ – d -мерный вектор пространства признаков (объектов) X , отождествляемого здесь с Евклидовым пространством E^d , а $y_i \in Y$ – значение (класс) пространства ответов $Y = \{1, \dots, q\}$. Важно, чтобы с помощью полученного классификатора можно было бы с приемлемой точностью распознать не только данные обучающего набора, но также и неизвестные. В противном случае модель является бесполезной и называется «переобученной» или не способной к обоб-

щению. В дальнейшем изложении будет описываться предлагаемый подход на примере разделения двух классов, поскольку обучение модели для q (q больше или равно двум) классов сводится к построению $(q - 1)$ двухклассовых моделей по схеме «один против всех» – i -й классификатор отделяет класс i от классов $(i + 1), \dots, q$, где $i = 1, \dots, (q - 1)$. Также отметим, что приведенные в статье иллюстрации поясняют текст на примерах двумерного пространства, но предлагаемые решения применимы для пространств произвольной размерности.

Формализация задачи машинного обучения классификации образов может также интерпретироваться как задача реконструкции гиперповерхности, разделяющей классы в пространстве признаков. В отсутствии какой-либо априорной информации о распределении классов, предпочтительной более обоснованно можно считать равноудаленную от границ классов гиперповерхность. Учитывая недостаточную полноту обучающего набора, дающего возможно лишь приближенное представление об истинном распределении, такой выбор гарантирует наиболее уверенную классификацию объектов обоих классов. Вычисление данной гиперповерхности, обозначаемой здесь и далее HS , можно свести к задаче вычисления срединной оси (см. [14, 15]) замкнутой фигуры, состоящей из гиперповерхностей границ классов (см. рисунок 1).

Для оценивания граничных гиперповерхностей классов, требуется установить некоторый критерий необходимой сложности их структуры, поскольку при излишней или недостаточной выбранной детальности представления, результиру-

ющий классификатор может оказаться не способным к обобщению. В такой постановке вопроса можно пытаться найти наиболее простую возможную форму описания, обеспечивающую максимальный отступ между ближайшими точками различных классов. Приближенное к такому представлению может быть получено с помощью многомерной триангуляции Делоне (см. [14, 15]).

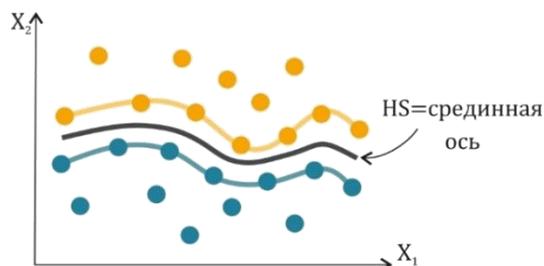


Рис. 1. Незамкнутая фигура, образованная границами гиперповерхностей (линий) классов, и её срединная ось

Рассмотрим триангуляцию Делоне $DT(x_1, \dots, x_n)$ для векторов x_1, \dots, x_n обучающей выборки. Симплексы (фигура в d -мерном пространстве, имеющая $(d + 1)$ вершин, не лежащих в одной гиперплоскости) этой триангуляции, имеющие среди своих вершин точки различных классов, очевидно, располагаются между классами (рис. 2а) и далее будут называться виртуальными (равно как и их ребра, имеющие вершины в точках различных классов). Предлагается совокупность их вершин считать вершинами гиперповерхностей границ классов, при этом для вычисления срединной оси, как целевой разделяющей гиперповерхности HS , с использованием такого представления можно применять соответствующие алгоритмы, основанные на триангуляции Делоне [16, 17]. Адаптированный с учетом специфики задачи алгоритм описывался в работе [12].

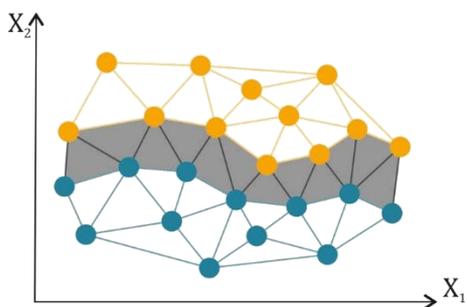


Рис. 2. Представление незамкнутой фигуры, образованной виртуальными симплексами триангуляции Делоне

Разделяющая гиперповерхность задается в виде совокупности сегментов, где каждый сегмент является сечением виртуального симплекса гиперплоскостью, проходящей через середины

виртуальных ребер этого симплекса. Виртуальные ребра симплекса определены множеством пар его вершин

$$\{(p_i, q_j)\}_{i=1, j=1}^{l, m}, \tag{2}$$

то множество вершин соответствующего симплексу сегмента задается как

$$\{(p_i + q_j)0.5\}_{i=1, j=1}^{l, m}, \tag{3}$$

где p_1, \dots, p_l и q_1, \dots, q_m – вершины симплекса, являющиеся элементами первого и второго классов. Отдельно заметим, что общее число вершин, определяемое произведением lm оценивается как

$$d \leq lm \leq \left\lfloor \frac{(d+1)^2}{4} \right\rfloor, \tag{4}$$

где $\lfloor \cdot \rfloor$ – целая часть значения, заключенного в скобки.

В рассматриваемом подходе сегмент задается пересечением $k \in \{d, d + 1\}$ полупространств β_1, \dots, β_k , ограниченных проходящими через его стороны гиперплоскостями, с гиперплоскостью α , в которой он лежит (Рисунок 3).

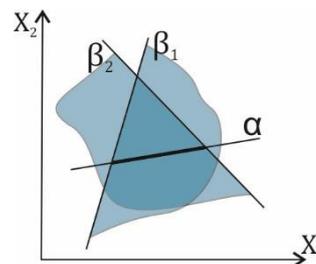


Рис. 3. Представление сегмента: β_1, β_2 – полупространства, проходящие через стороны сегмента, α – плоскость, в которой лежит сегмент

Формально сегмент можно описать в виде множества точек

$$S = \{x \in E^d | x \in (\alpha \cap \beta_1 \cap \dots \cap \beta_k)\}, \tag{5}$$

или, подставив соответствующие неравенства полупространств и уравнение гиперплоскости, и обозначив через $u \cdot v$ операцию скалярного произведения некоторых векторов u и v :

$$S\{x \in E^d | w_\alpha \cdot x + b_\alpha = 0, w_{\beta_i} \cdot x + b_{\beta_i} \geq 0, i = 1, \dots, k\}, \tag{6}$$

где $w_\alpha, w_{\beta_1}, \dots, w_{\beta_k}$ – нормальные векторы гиперплоскости α и ограничивающих полупространства β_1, \dots, β_k гиперплоскостей соответственно, $b_\alpha, b_{\beta_1}, \dots, b_{\beta_k}$ – смещение от начала координат.

Для вычисления параметров уравнения гиперплоскости α в d -мерном пространстве находятся d некопланарных точек среди вершин сегмента. Для исключения полного перебора всех возможных вариантов, предлагается выбирать комбинацию из вершин сегмента, вычисленных

из виртуальных ребер, множество концевых точек которых включает все вершины симплекса. В качестве гиперплоскостей, ограничивающих полупространства β_1, \dots, β_m , выбираются гиперплоскости, проходящие через грани симплекса, и для определения параметров неравенств полупространств используются вершины этих граней.

Рассмотрим применение разработанного метода для классификации объектов. Очевидно, что данная задача сводится к определению положения относительно гиперповерхности произвольной точки, для чего предлагается использовать адаптированный метод трассировки луча (*even-odd rule*) [14].

В отличие от оригинального алгоритма в измененной версии устанавливается, лежит ли распознаваемая точка p с той же стороны, относительно гиперповерхности, что и некоторая точка q . Как следствие, если известно, к какому классу принадлежит q , что можно обеспечить, выбрав её из обучающей выборки, можно указать и класс точки p . Формально идея заключается в определении числа пересечений отрезка прямой линии (p, q) с сегментами гиперповерхности. При четном количестве пересечений или их отсутствии точка p находится с той же стороны, что и q (см. рис. Рис. 4(а) и 4(б)), при нечетном – с разных (рис. Рис. 4(в)).

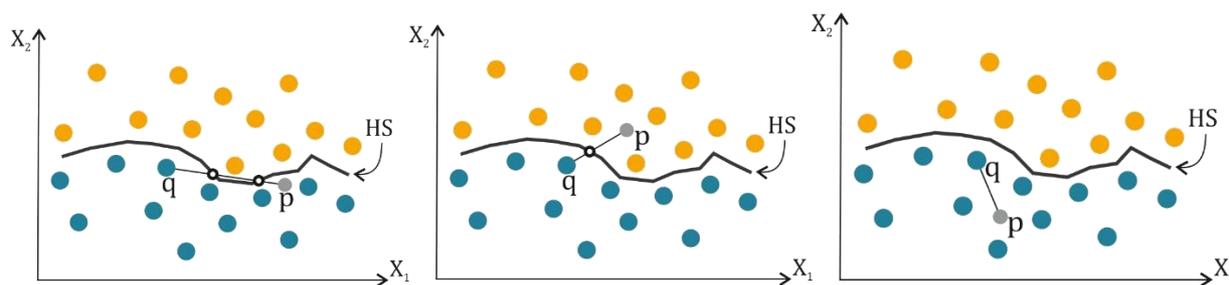


Рис. 4. Идея определения положения точки p относительно разделяющей гиперповерхности: при четном количестве пересечений (а) или их отсутствии (в) точка p лежит с той же стороны, что и q , а при нечетном (б), соответственно, по разные

Для проверки пересечения отрезка и сегмента вычисляется точка пересечения отрезка с плоскостью α сегмента, и, если она принадлежит полупространствам β_1, \dots, β_k , принимается, что пересечение есть. Формально данное условие записано в (5) и (6). Отдельно следует обсудить случай, когда отрезок проходит через грань сегмента. Следуя общей рекомендации для классического алгоритма трассировки луча, выполняется малое смещение (поворот) рассматриваемого отрезка прямой линии в произвольную сторону так, чтобы было или явное пересечение, или его отсутствие. В целом такие действия не влияют на точность результата. В данной работе также предлагается смещать отрезок не в произвольном направлении, а в направлении нормали гиперплоскости, задающей грань, через которую проходит отрезок. Тем самым доставляется пересечение с сегментом, что повышает точность классификации в случае прохождения отрезка через краевые сегменты разделяющей гиперповерхности.

Качество получаемого описанным методом классификатора сильно зависит от полноты и качества представленной для обучения выборки, поэтому существует вероятность получения модели, не способной к обобщению для распознавания неизвестных объектов. Эффективным статисти-

ческим подходом снижения такого риска является поиск модели, оптимальной по двум противоречивым критериям – количеству ошибок на обучающем наборе и её сложности [18, 19]. Вторым критерий выбирается из априорных предположений о целевой функции, например, что она должна быть гладкой или, что её параметр по модулю не должен превышать некоторого значения. Поскольку в предлагаемом методе используется геометрический подход к построению классификатора, его трудно явно свести к такой постановке. Однако, применяя методы сглаживания поверхностей, использующие информацию о смежных точках, при различных конфигурациях параметров, можно получить более предпочтительное исходному решение. В настоящей работе для достижения поставленной цели рассматривается метод Лапласа (Laplacian smoothing) [20–22].

Пусть поверхность задана в виде (V, E) , где V содержит её вершины x_1, \dots, x_n , а E определяет множества пар индексов связанных между собой точек (ребра), а также для каждой из вершин известны индексы смежных точек

$$N_i = \{j | (i, j) \in E\}, \quad i = 1, \dots, n. \quad (7)$$

Обозначив исходный набор точек как $x_1(0), \dots, x_n(0)$, метод сглаживания Лапласа на итерации $k \in \{1, \dots, R\}$ можно формализовать в следующем виде:

$$x_i(k) = x_i(k-1) + \beta |N_i|^{-1} \sum_{j \in N_i} (x_j - x_i(k-1)), \quad i = 1, \dots, n, \quad (8)$$

где $|\cdot|$ – операция определения числа элементов (мощности) множества, заключенного в скобки, а R и β – параметры сглаживания, определяющие количество итераций и величину (вес) смещения соответственно. Как видно, приведенные формулы (7) и (8) не зависят от размерности поверхности сглаживания, поэтому их можно применять в пространствах произвольной мерности.

Используемое представление разделяющей гиперповерхности не позволяет корректировать позиции вершин сегментов, поскольку, согласно (4) их может быть больше чем размерность пространства. Переместив какую-нибудь из них, возникнет неоднозначность при определении сегмента, так как его вершины будут лежать в разных гиперплоскостях. Поэтому предлагается сглаживать не разделяющую гиперповерхность, а граничные гиперповерхности классов, получаемые с помощью многомерной триангуляции Делоне (см. рис. 2). При этом также решается и задача нахождения смежных точек – точки одного класса, являющиеся вершинами виртуального симплекса, будут смежными друг другу. Подбор

параметров сглаживания требует выполнения ряда тестов для получения приемлемого результата [13]. В ходе экспериментов установлено, что для многих задач достаточно 2–10 итераций сглаживания, а величина β лежит диапазоне [0.001,1] и обратно пропорциональна количеству итераций R .

Для определения практической значимости предложенного подхода разработана его программная реализация с использованием объектно-ориентированного языка программирования Java в свободно распространяемой среде программирования с открытым исходным кодом Eclipse IDE for Java Developers версии Luna Service Release 2 (4.4.2), предоставляющей широкие возможности и удобный интерфейс для решения поставленной задачи. Тестирование проводилось на реальных данных, доступных в базе данных UCI [23]. В силу существующих ограничений рассматриваемого метода выбирались наборы данных, имеющих до восьми признаков, описание которых отражено в таблице ниже.

Таблица 1

Используемые для тестирования наборы данных, доступные в базе UCI

Наименование	Количество признаков	Количество классов	Размер выборки	Тип данных
Balance Scale	4	3	625	категориальные
Banknote Authentication	4	2	1372	вещественные
Haberman's Survival	3	2	306	целые
Iris	4	3	150	вещественные
Qualitative Bankruptcy	6	2	250	категориальные
Skin Segmentation	3	2	245057	вещественные
Blood Transfusion Service Center	4	2	748	вещественные

Из исходного набора данных 70 % элементов использовались для обучения, а оставшиеся 30 % для тестирования модели. В качестве аналогов использовались известные реализации различных моделей классификации, включенные в свободно распространяемые программные библиотеки WEKA [24] и LIBSVM [25]. В частности, применялись метод опорных векторов (SVM) с радиальной базисной функцией в качестве ядра, метод k -ближайших соседей (kNN), обучаемые алгоритмом C4.5 решающие деревья (J48), метод «Random forest» (RF), ансамблевый алгоритм (бустинг) AdaBoost. Оптимальные параметры, при которых достигалась наибольшая точность классификации для каждой модели подбирались

экспериментально. Полученные результаты приведены в табл. 2

Как видно из таблицы на некоторых наборах данных точность модели, построенной предложенным методом, выше, чем у аналогов. Наибольшее преимущество достигается при распознавании классов, описываемых вещественными признаками.

Рассмотренный выше подход наиболее близок к методу ближайшего соседа. Действительно, разбиение пространства признаков, полученное методом ближайшего соседа, соответствует двойственной триангуляции Делоне структуре – диаграмме Вороного (см. [14, 15]), использование которой для аппроксимации срединной линии и привело бы к идентичному методу (рис. 5).

Таблица 2

Точность классификации различных алгоритмов на наборах реальных данных, доступных в базе UCI

Наименование	HS	AB	J48	RF	kNN	SVM
Balance Scale	88.3%	75.2%	80%	81.1%	91.7%	100%
Banknote Authentication	100%	100%	99%	99.4%	100%	100%
Haberman's Survival	79%	75.8%	75.8%	71%	79%	77.4%
Iris	97.1%	97.1%	97.1%	97.1%	100%	100%
Qualitative Bankruptcy	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Skin Segmentation	99.7%	98.8%	98.11%	98.7%	99.5%	99.3
Blood Transfusion Service Center	80.7%	80.7%	80.7%	71.1%	82.4%	79.8%

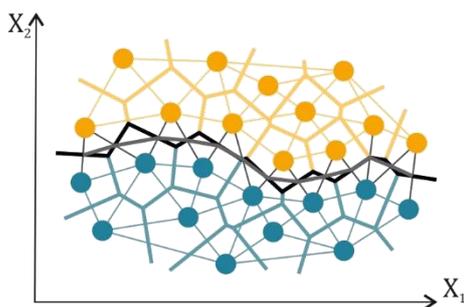


Рис. 5. Разделение точек классов с помощью Диаграммы Вороного. Серая линия показывает разделение с помощью предлагаемого метода

Однако, точность распознавания классификатора, получаемого выбранным способом, на разных выборках превышает точность метода ближайшего соседа и его обобщения – метод k ближайших соседей. Применяя метод сглаживания Лапласа можно избежать проблемы переобучения, хотя данная процедура требует проведения экспериментов для подбора параметров, что повышает время обучения.

Область применения предложенного метода ограничена пространствами 2–8 измерений. Данное утверждение отталкивается от верхней оценки количества симплексов триангуляции $O(n^{\lceil d/2 \rceil})$ [26] (где $\lceil u \rceil$ означает округление u к большему целому числу), откуда видно, что уже для 100 точек (которых может быть недостаточно для адекватной оценки существующей зависимости) в пространстве с девятью измерениями будет порядка 10^{10} симплексов. Несмотря на указанное ограничение, метод может эффективно применяться в некоторых задачах классификации, включающих классы со сложными линейно неразделимыми конфигурациями их пространственных образов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Marshland S. Machine learning: an algorithmic perspective. CRC press, 2009. 390 pp.

2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание: Пер. с англ. Москва: Издательский дом Вильямс, 2006. 1104 с.

3. Shalev-Shwartz S., Ben-David S. Understanding machine learning: From theory to algorithms. Cambridge University Press, 2014. 449 pp.

4. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning. Springer Series in Statistics, 2009. 745 pp.

5. Murphy R.F. An active role for machine learning in drug development // Nat. Chem. Biol. 7. 2011. 327–330 pp.

6. Lavecchia A. Machine-learning approaches in drug discovery: methods and applications // Drug Discov. today. 2015. No. 20. 318–331 pp.

7. Gawehn E., Hiss J.A., Schneider G. Deep learning in drug discovery // Mol. Inform. 2016. No. 35 (1). 3–14 pp.

8. Banerjee S.P., Woodard D.L. Biometric authentication and identification using keystroke dynamics: A survey // Journal of Pattern Recognition Research. 2012. Vol. 7. №. 1. 116–139 pp.

9. Lessmann S., Seow H.-V., Baesens B., Thomas L. C. Benchmarking state-of-the-art classification algorithms for credit scoring: A ten year update // Eur. J. Oper. Res. 2015. Vol. 247. №. 1. 124–136 pp.

10. Белозеров Б.В., Бочков А.С., Урмаев О.С., Фукс О.М. Использование метода ближайших соседей при восстановлении обстановки осадконакопления // Машинное обучение и анализ данных. 2014. Т. 1. № 9. С. 1319–1329.

11. Kanevski M., Pozdnoukhov A., Timonin V. Machine Learning Algorithms for GeoSpatial Data. Applications and Software Tools // Integrating sciences and information technology for environmental assessment and decision making. 2008. Vol. 1. Pp 320–327.

12. Довгаль В.М., Дорошенко А.Ю. Об алгоритме построения разделяющей

гиперповерхности для решения задачи классификации при линейной неразделимости классов образов // Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2016. Вып. №3(7). 12 с. URL: <http://auditorium.kursksu.ru/pdf/012-013.pdf> (дата обращения: 04.06.2017)

13. Дорошенко А.Ю., Довгаль В.М. Об одном подходе к решению проблемы переобучения классификатора // Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2017. Вып. №1(13). 9 с. URL: <http://auditorium.kursksu.ru/pdf/013-009.pdf> (дата обращения: 04.06.2017)

14. Ласло М. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++: Пер. с англ. Москва: БИНОМ, 1997. 304 с.

15. Препарата Ф., Шеймос М. Вычислительная геометрия: Введение / Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 478 с.

16. Kimmel R., Shaked D., Kiryati N., Bruckstein A.M. Skeletonization via distance maps and level sets // Computer Vision and Image Understanding. 1995, 62:3. 382-391 pp.

17. Zou J.J., Chang H.-H., Yan H. A new skeletonization algorithm based on constrained Delaunay Triangulation // in Proc. 5th ISSPA. 1999. Vol. 2. Australia. 927-930 pp.

18. Vapnik V.N. Statistical Learning Theory // John Wiley and Sons, Inc. New York, 1998. 768 p.

19. Vapnik V.N. The Nature of Statistical Learning Theory // Springer-Verlag. New York, 1995. 314 p.

20. Buell W.R., Bush B.A. Mesh generation – a survey // Trans. ASME, J. Eng. Ind. 1973. 332-338 pp.

21. Kobbelt L., Campagna S., Vorsatz J., Seidel H.-P. Interactive multiresolution modeling on arbitrary meshes // Computer Graphics (SIGGRAPH 98 Proceedings). 1998. 105–114 pp.

22. Vollmer J., Mencl R., Müller H. Improved Laplacian Smoothing of Noisy Surface Meshes // Computer graphics forum. Vol. 18. Wiley Online Library. 1999. 131–138 pp.

23. Linchman M. UCI Machine Learning Repository [<http://archive.ics.uci.edu/ml>] // Irvine, CA: University of California. School of Information and Computer Science

24. Hall M., Frank E., Holmes G., Pfahringer B., Peter R., Witten I. H. The WEKA data mining software: an update // ACM SIGKDD explorations newsletter. 2009. 11(1). 10-18 pp.

25. Chang C.C., Lin C.H. LIBSVM: a library for support vector machines // ACM Trans. Intell. Syst. Technol. 2. 3. Article 27. 2011. 27 p.

26. Seidel R. The upper bound theorem for polytopes: an easy proof of its asymptotic version // Computation Geometry. 1995. 5(2). 115–116 pp.

Doroshenko A.Y.

ABOUT SEPARATING HYPERSURFACE METHOD FOR SOLVING THE PROBLEM OF DATA CLASSIFICATION

The article considers the approach to solve the problem of data classification that we proposed earlier. Its main idea is to find the separating classes hypersurface using an adapted method for calculating the medial axis, based on the multidimensional Delaunay triangulation. The hypersurface thus obtained is located at an equal distance from the sets of objects of classes, which in general is more preferable. The principle of control of the generalizing ability of this classifier based on the Laplacian smoothing method is considered. Some results of an experimental research of the implementation of the proposed methods on real data are given, which make it possible to draw up a general idea of the effectiveness of solutions as a whole. A brief discussion of the advantages and disadvantages is given.

Key words: *classification, machine learning, Delaunay triangulation, hypersurface, overfitting, medial axis.*

Дорошенко Александр Юрьевич, аспирант кафедры программного обеспечения и администрирования информационных систем.

Курский государственный университет.

Адрес: Россия, 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33.

E-mail: doroshenkoay@bk.ru.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

DOI: 10.12737/article_5968b452b07910.28047397

Виноградова Д.И., магистрант,
Шарапова А.В., стар. препод.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФАКТОРНОГО ПРОСТРАНСТВА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТАХ

d_vinogradova93@mail.ru

В статье обосновывается важность реализации проведенного анализа организационно-технологических рисков при реализации инвестиционно-строительного проекта и обосновывается целесообразность применения предлагаемых моделей для оценки рисков. Применение статистическо-математических моделей позволяет учитывать, как количественные, так и прогнозируемые характеристики, а также представлять статистические описания с помощью предлагаемы множеств и переменных уравнений. Описываемая математическая модель содержит 10 входных переменных, характеризующих факторы риска и 6 входных переменных, характеризующих организационно-строительные риски ИСП. Методика позволяет выявить взаимосвязь между факторами и рисками, а также позволяет вычислить более значимые факторы и оценить динамику рисков.

Ключевые слова: инвестиционно-строительный проект, рисковое окружение, организационно-технологический риск, строительные риски, рисковые факторы, количественный показатель риска, факторный анализ, регрессия, корреляция.

Введение. Строительство является одной из ведущих отраслей экономики страны. Она связана с удовлетворением важнейших потребностей населения и сосредоточила значительные людские, материальные и финансовые ресурсы. Поэтому финансирование строительства занимает одно из ведущих мест в инвестиционной политике различных коммерческих организаций [1].

Инвестиционно-строительная деятельность, как и любая отрасль современной интенсивной экономики, основанная на прогнозах и предположениях подвержена воздействию неопределенности и риска [2]. Неопределенность и риск считаются естественными и неотъемлемыми свойствами любого инвестиционного процесса [3].

В изучении рискового окружения ИСП сегодня имеется еще ряд слабоизученных проблем, требующих скорейшего разрешения. В частности, к ним можно отнести проблему формирования эффективного управления инвестиционными рисками в строительной отрасли, а также принятия эффективных инвестиционных решений в условиях риска. Специфика строительной отрасли накладывает определенные особенности на динамику проявления конкретных ситуаций неопределенности, что позволяет говорить о различной степени актуальности и специфических особенностях тех или иных рисков применительно к ИСП [4].

Методология. Строительство как отрасль материального производства характеризуется уникальным набором внешних и внутренних факторов, сопутствующих инвестиционным процессам, формирующим устойчивый спектр организационно-технологических и финансовых рисков, отражающий вид, качество и последовательность производимых строительного-монтажных работ (СМР) [5]. Установлено, что 47–50 % потерь прибыли строительной организации приходится на факторы, связанные с использованием трудовых ресурсов, 28 % приходится на внешние факторы, не зависящие от деятельности строительного предприятия, а также на финансовые, 20 % – с организацией и технологией строительного производства, 4 % – с использованием материалов. Эти цифры свидетельствуют о возможности упрощенного деления инвестиционно-строительных рисков на организационно-технологические (3/4 потерь) и финансово-экономические. Таким образом, большая часть рисков ИСП являются прямо связанными непосредственно с самим процессом строительства [6]. В этой связи риски, присущие отдельным видам строительного-монтажных работ укрупненно классифицированы по следующим группам:

- риск ошибок в проектировании;
- риск увеличения сроков строительства;
- риск увеличения сметной стоимости строительства;

- риск срыва поставок материалов и качество;
- риск отказа строительной техники;
- риск несоблюдения технологического процесса.

Каждый риск подвержен влиянию различных факторов [7]. Связь между этими факторами, и в некоторых случаях, невозможность их деления, вынуждают в каждом конкретном случае наблюдать совокупный эффект многих причин, из которых только лишь некоторые могут оказать значительное влияние на размеры риска, остальные, в свою очередь, могут являться побочными факторами [8]. В связи с этим необходимо выявить и проранжировать наиболее значимые факторы организационно-технологических и финансовых рисков, которые оказывают максимальное влияние на экономическую эффективность всей инвестиционно-строительной деятельности [9]. Так как наибольшая часть рисков связана со строительным процессом, то можно определить причины, которые наиболее влияют на организационно-технологический процесс строительства объектов недвижимости [10].

Основная часть. Прогнозирование уровня организационно-технологических рисков предлагается проводить в несколько этапов:

На 1-ом этапе выявляем факторы, которые влияют, как каждый в отдельности, так и в факторной совокупности на каждую группу рисков.

Затем, применяя метод анализа иерархий (МАИ), определяем весовые коэффициенты j_i , которые варьируются в зависимости от влияния на тот или иной риск. Система парного сравнения факторов представляется в виде обратной симметричной матрицы, элементами которой является интенсивность проявления элемента иерархии

одного фактора (например, Ф1) относительно элемента иерархии другого фактора (Ф2), оценивая по шкале интенсивности от 1 до 9. Компонент нормализованного вектора приоритетов (НВП) или j_i вычисляем по формуле:

$$\text{НВП} = j_i = \frac{a_n}{\sum a_i}, \quad (1)$$

$$a_n \sqrt[n]{\text{приведение элементов в } n - \text{й строки}}, \quad (2)$$

где a_n – элементы матрицы (факторы организационно-технологических рисков).

Таблица 1

Идентификация факторного пространства

Факторы ОТР	Обозначение
1	2
I. Архитектурные (физические) факторы	
Объемно-планировочные характеристики	Ф1
Конструктивные характеристики	Ф2
II. Организационно-производственные факторы	
Технология строительного производства	Ф3
Качество строительных материалов и конструкций	Ф4
Функционирование строительного оборудования и машин	Ф5
Трудовые ресурсы	Ф6
Сроки строительства	Ф7
III. Финансовые факторы	
Сметная стоимость строительства	Ф8
Источники финансирования	Ф9
IV. Внешние факторы	
Непредвиденные и форс-мажорные обстоятельства	Ф10

Таблица 2

Определение весовых коэффициентов МАИ

Наименование фактора	Весовой коэффициент по группе риска, j_i					
	Риск ошибок в проектировании	Увеличение сроков строительства	Увеличение сметной стоимости	Срыв поставок мат-в и их качество	Отказ строительной техники	Несоблюдение технологического процесса
1. Объемно-планировочные хар-ки	0,33	0,09	0,21	0,07	0,07	0,24
2. Конструктивные хар-ки	0,22	0,03	0,12	0,11	0,05	0,47
3. Технология строительства	0,03	0,12	0,21	0,06	0,04	0,55
4. Качество строительных мат-в	0,02	0,14	0,26	0,50	0,03	0,05
5. Функционирование строит. техники	0,12	0,12	0,12	0,04	0,54	0,06
6. Трудовые ресурсы	0,33	0,13	0,08	0,03	0,03	0,41
7. Сроки строительства	0,15	0,34	0,09	0,12	0,15	0,14
8. Сметная стоимость	0,13	0,06	0,55	0,14	0,06	0,07
9. Источники финансирования	0,07	0,15	0,33	0,31	0,06	0,09
10. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства	0,04	0,21	0,21	0,25	0,22	0,07

На 2-ом этапе присвоим количественный показатель каждому фактору по группе риска, что в свою очередь, отразит характер проявления не-

благоприятных ситуаций на строительной площадке [11]. Для количественной оценки ОТР применим метод балльной оценки рисков. В первую очередь, необходимо выбрать частные

показатели, характеризующие каждый фактор; для этого назначим балльную шкалу от 0 до 10 – на этапе исследования отдельного объекта недвижимости, таким образом, сформировав, факторные показатели [12].

1. Конструктивные и объемно-планировочные характеристики здания – укрупненно анализируется шаг несущих конструкций и высота

этажа. Такой критерий оценки характеризует гибкость планировки и внутренний полезный объем здания(сооружения), зависимость эффективности внутреннего пространства исследуемого объекта от шага конструкций и высоты этажа [13]:

Таблица 3

Предлагаемая шкала балльной оценки для конструктивных и объемно-планировочных характеристик здания

Конструктивная схема	Шаг несущих конструкций	Высота этажа	Балл
Бескаркасная	расстояние между несущими стенами до 6 м	высота этажа до 5 м	1
Бескаркасная	расстояние между несущими стенами от 6 м до 12 м	высота этажа до 5 м	2
Бескаркасная	расстояние между несущими стенами от 6 м до 12 м	высота этажа от 5 до 10 м	3
Бескаркасная	расстояние между несущими стенами от 6 м до 12 м	высота этажа более 10 м	4
Бескаркасная	расстояние между несущими стенами 12 м и более	высота этажа более 10 м	5
Каркасная	шаг колонн до 6 м	высота этажа до 5 м	6
Каркасная	шаг колонн от 6 м до 12 м	высота этажа до 5 м	7
Каркасная	шаг колонн от 6 м до 12 м	высота этажа от 5 до 10 м	8
Каркасная	шаг колонн от 6 м до 12 м	высота этажа более 10 м	9
Каркасная	шаг колонн 12 м и более	высота этажа более 10 м	10

2. Технология строительного производства – анализируются методы и последовательность выполняемых строительно-монтажных работ:

Поточный метод – 2 балла;

Комбинированный метод – 4 балла;

Последовательный метод – 6 баллов;

Последовательно-параллельный метод – 8 баллов;

Параллельный метод – 10 баллов.

3. Качество строительных материалов и конструкций:

Экологическое воздействие материала – 2 балла;

Срок годности строительных материалов – 4 балла;

Правильность применения строительных материалов – 6 баллов;

Условия хранения и применения материалов – 8 баллов;

Соответствие заводским характеристикам материала – 10 баллов.

4. Функционирование строительного оборудования и машин – анализируется количеством участвующей техники при строительном производстве:

20 % комплексной механизации – 2 балла;

40 % комплексной механизации – 4 балла;

60 % комплексной механизации – 6 баллов;

80 % комплексной механизации – 8 баллов;

100 % комплексной механизации – 10 баллов.

5. Трудовые ресурсы:

Потери рабочего времени (болезни, отпуска) – 2 балла;

Стаж работы – 4 балла;

Управленческие ошибки – 6 баллов;

Квалификация персонала – 8 баллов;

Производительность труда – 10 баллов.

6. Сроки строительства – учитываются показатели, влияющие на сроки выполнения строительно-монтажных работ:

Погодные условия – 2 балла;

Несвоевременная поставка МТР – 4 балла;

Незапланированные финансовые затраты – 6 балла;

Размер и сложность конструкции – 8 балла.

7. Сметная стоимость строительства – анализируются статьи затрат строительного производства:

Сметная прибыль – 6 баллов;

Накладные расходы – 8 баллов;

Прямые затраты – 10 баллов.

8. Источники финансирования:

Собственные средства девелопера – 2 балла;

Долевое финансирование – 4 балла;

Облигационные займы – 6 баллов;

Банковское кредитование – 8 баллов.

9. Непредвиденные и форс-мажорные обстоятельства:

Террористические акты – 2 балла;

Стихийные бедствия – 4 балла;

Пожары – 6 баллов;

Аварии – 8 баллов;

Климатические условия – 10 баллов.

В качестве примера выберем проектируемый гостинично-развлекательный комплекс в г. Белгород с переменной этажностью. Форма здания в плане сложной конфигурации, и имеет 2 основных объема в пять и два этажа. Высота здания составляет 22,5 м. Высота первого этажа составляет 4,5 м, типовых жилых этажей – 3,0 м. Размеры в основных осях (1-19; 16-25; А-Ю; Е-Ф);

составляет 68,4 м, 24,7 м, 135,8 м и 49,3 м соответственно. Конструктивная схема здания — полный железобетонный монолитный каркас со съемной опалубкой, с сеткой колонн 9×9 м, сечение которых составляет 400×400 мм. Работы производятся поточным методом. Срок строительства по календарному плану составляет 482 дней (около 1,3 года).



Рис.1. Перспектива обследуемого объекта недвижимости

На основании выбранных факторных критериев и исследуемого объекта произведем балльно-рейтинговую оценку рисков и вычислим итоговые баллы, применив формулу:

$$P = \sum P_i \times j_i, \tag{3}$$

где P – интегральная оценка инвестиционной привлекательности объекта недвижимости; P_i – индивидуальный балл для каждого фактора; j_i – рейтинговый весовой коэффициент для каждого фактора.

Таблица 4

Определение количественных показателей факторного пространства ОТР

Обозначение фактора	Индивидуальный балл (P _i)	Весовой коэффициент по группе риска, j							Итоговый балл					Общий балл фактора
		Риск ошибок в проектировании	Увеличение сроков строительства	Увеличение сметной стоим-ти	Срыв поставок мат-в и их качество	Отказ строительной техники	Несоблюдение технолог процесса	Риск ошибок в проектировании	Увеличение сроков строительства	Увеличение сметной стоим-ти	Срыв поставок мат-в и их качество	Отказ строительной техники	Несоблюдение технолог процесса	
Ф1	7	0,33	0,09	0,21	0,07	0,07	0,24	2,28	0,61	1,48	0,47	0,49	1,67	1,17
Ф2	7	0,22	0,03	0,12	0,11	0,05	0,47	1,51	0,24	0,81	0,80	0,33	3,31	1,17
Ф3	2	0,03	0,12	0,21	0,06	0,04	0,55	0,06	0,23	0,41	0,12	0,07	1,10	0,33
Ф4	6	0,02	0,14	0,26	0,50	0,03	0,05	0,15	0,81	1,53	2,99	0,19	0,32	1,00
Ф5	6	0,12	0,12	0,12	0,04	0,54	0,06	0,75	0,71	0,73	0,23	3,23	0,35	1,00
Ф6	10	0,33	0,13	0,08	0,03	0,03	0,41	3,32	1,26	0,77	0,31	0,26	4,08	1,67
Ф7	8	0,15	0,34	0,09	0,12	0,15	0,14	1,20	2,76	0,76	0,95	1,20	1,14	1,33
Ф8	10	0,13	0,06	0,55	0,14	0,06	0,07	1,30	0,57	5,47	1,39	0,59	0,69	1,67
Ф9	8	0,07	0,15	0,33	0,31	0,06	0,09	0,52	1,18	2,67	2,49	0,45	0,70	1,33
Ф10	8	0,04	0,21	0,21	0,25	0,22	0,07	0,36	1,65	1,65	2,02	1,78	0,54	1,33
ИТОГО								11,44	10,03	16,27	11,77	8,58	13,91	

На данной стадии уже можно спрогнозировать динамику строительного процесса и сделать выводы о наступлении конкретных рисков неэффективности инвестиционных проектов.

На 3 - ем этапе выявим тесноту связей изучаемых факторов и рисков, которая оценивается линейным коэффициентом корреляции r_{xy} и задается формулой:

$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \times \sum(y_i - \bar{y})^2}}, \tag{4}$$

где x – факторы, принимаемые переменной X; y – значение группы риска по фактору, принимаемые переменной Y; \bar{x} – среднее значение по X; \bar{y} – среднее значение по Y.

Результаты вычислений сведем в таблицу.

Таблица 5

Расчет коэффициента корреляции

	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
y	1	0,4959	0,4607	0,5653	0,273	-0,59855	0,2569	-0,4767	0,7847	0,5793	-0,1777
x1		1	0,638	0,3147	-0,45	-0,37477	0,7963	-0,3158	0,2389	-0,252	-0,8893
x2			1	0,8302	-0,308	-0,41346	0,8712	-0,3393	-0,133	-0,297	-0,7652
x3				1	-0,203	-0,36863	0,6247	-0,1391	0,0311	-0,084	-0,4056
x4					1	-0,44334	-0,569	-0,2354	0,3431	0,8902	0,64615
x5						1	-0,407	-0,0035	-0,493	0,7156	0,6008
x6							1	-0,0035	-0,263	-0,536	-0,9515
x7								1	-0,493	-0,308	0,10475
x8									1	0,7156	0,21517
x9										1	0,6008
x10											1

Коэффициент корреляции изменяется в интервале от -1 до 1. Получив статистические данные, выберем те переменные $y = f(x)$, где $r = \{0,5; 1\}$; это означает, что значения, входящие в этот диапазон оказывают среднее и сильное влияние на результат риска. Таким образом, на данном этапе статистически определяются те факторы, которые в рамках настоящего исследования имеют большее влияние на наступление рискованного случая, и для дальнейшего расчета будут учитываться только факторы Ф3, Ф5, Ф8 и Ф9 [14].

$$\begin{cases} \sum y = na + b_1 \sum x_1 + b_2 \sum x_2 + \dots + b_m \sum x_m, \\ \sum yx_1 = a \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum x_1x_2 + \dots + b_m \sum x_mx_1, \\ \sum yx_m = a \sum x_m + b_1 \sum x_1x_m + b_2 \sum x_2x_m + \dots + b_m \sum x_m^2. \end{cases} \quad (5)$$

Параметры при x характеризуют среднее изменение рисков с изменением соответствующего фактора на единицу при неизменном значении других факторов. Вычислив параметры при x , получим следующее уравнение регрессии:

$y = 10,31 + 5,74x_1 - 5,19x_2 + 11,05x_3 - 1,85x_4$, где x_1 – технология строительства (Ф3), x_2 – функционирование строительной техники (Ф5), x_3 – сметная стоимость (Ф8), x_4 – источники финансирования (Ф9).

Значимость данного уравнения оценивается с помощью F – критерия Фишера:

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \times \frac{n-m-1}{n}, \quad (6)$$

где n – число наблюдений, равное 6; m – число факторов, равное 10; R – коэффициент множественной корреляции. Фактическое значение F-критерия сравнивается с табличным. Если фактическое значение превышает табличное ($F_{\text{табл}} = 4,3$), то дополнительное включение фактора x_i в модель статистически оправданно и коэффициент чистой регрессии b_i при факторе x_i статистически значим [15].

Таким образом, получим, что $F = 12,49$, $R = 0,99$, R -квадрат = 0,98. Это означает, что состав-

На 4-ом этапе построим уравнение множественной регрессии и определим его статистическую значимость в целом и отдельные параметры в целом. Множественная регрессия представляет собой уравнение связи с несколькими переменными $y = f(x_1, x_2, \dots, x_m) + \varepsilon$. Уравнение будет иметь вид: $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4$.

Для оценки параметров уравнения применим метод наименьших квадратов (МНК). Построим систему нормальных уравнений, решение которых позволит получить оценки параметров регрессии:

Уравнение регрессии признается статистически значимым и связь между группами исследуемых ОТР и факторами весьма тесная.

Выводы. Предлагаемый нетрадиционный многоступенчатый подход позволяет вычислить не только количественные показатели организационно-технологически рисков инвестиционно-строительного процесса, но и статистически выделить характер поведения того или иного риска посредством выявления более зависимых факторов. Таким образом, можно спрогнозировать ход строительного процесса объектов любой недвижимости, и, исходя из исследований, прибегать к мерам снижения конкретного риска или системе рисков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глушенко С.А. Нечеткая модель и инструментарий управления рисками инвестиционно-строительных проектов // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Выпуск 3. СПб: Университет ИТМО, 2014. С. 172–174.

2. Жариков И.С. Методологический подход к учету технического состояния объектов недви-

жимости при определении их стоимостных характеристик // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. 2014. № 22. С. 100–104.

3. Авилова И.П. Совершенствование критериев и методов оценки экономической эффективности инвестиционно-строительных объектов: дисс. на соиск. учен. степ. к.э.н.: Спец. 08.00.05.; БГТУ, 2007. 199 с.

4. Авилова И.П., Жариков И.С. Методика оценки инвестиционной привлекательности реконструкции здания (сооружения) для последующей его реализации как объекта недвижимости коммерческого, жилого или социального назначения // Экономика и предпринимательство. 2015. № 4-1 (57-1). С. 966–971.

5. Шалабанов А.К., Роганов Д.А. Практикум по эконометрике с применением MS Excel. Линейные модели парной и множественной регрессии. Казань 2008. 53 с.

6. Зуева Л.М. Учет факторов риска в строительном производстве // Экономика строительства. 1997. № 8. С. 46–53.

7. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. Успех реализации инвестиционно-строительного проекта в контексте инфраструктурных факторов // Научные труды SWorld. 2015. Выпуск 3(40). Том 9. С. 40–44.

10. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. К вопросу об учете рисков при анализе эффективности инвестиционно-строительных проектов // Образование и наука: современное состояние и перспективы развития: сборник научных

трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 августа 2015 г. Том 1. Тамбов, 2015. С. 180–183.

11. Щенятская М. А., Авилова И. П., Наумов А. Е. Строительное инвестирование как особый вид инвестиционной деятельности // Мир науки и инноваций. Выпуск 2(2). Том 9. Иваново: Научный мир, 2015. С. 61–65.

12. Жариков И.С., Дедов Е.В., Тюремских М.А. Квалиметрия рискованного окружения инвестиционно-строительных проектов // В сборнике: Международный студенческий строительный форум - 2016 (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): электронный сборник докладов. 2016. С. 832–837.

13. Абдразаков Ф.К., Поморова А.В., Байдина О.В., Жариков И.С. Современный механизм взаимоотношений участников инвестиционно-строительной деятельности // Экономика и предпринимательство. 2014. № 12-3 (53-3). С. 557–561.

14. Авилова И.П., Жариков И.С., Товстий В.П. О содержательной основе ставки дисконтирования метода NPV // Экономика и предпринимательство. 2013. № 12-1 (41-1). С. 641–643.

15. Авилова И.П., Жариков И.С., Шарапова А.В., Желевский А.В. Комплексная модель технико-экономического обоснования инвестиционно-строительного проекта // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 5. С. 174–178.

Vinogradova D.I., Sharapova A.V.

A METHOD OF CONSTRUCTION THE MATHEMATICAL MODEL OF FACTOR SPACE OF ORGANIZATIONAL-TECHNOLOGICAL RISKS IN INVESTMENT-BUILDING PROJECTS

The article substantiates the importance of applying the analysis of organizational and technological risks in the implementation of the investment and construction project and justifies the advisability of applying the proposed models for risk assessment. The application of statistical-mathematical models allows to take into account both quantitative and predicted characteristics, as well as to represent statistical descriptions using the proposed sets and variable equations. The described mathematical model contains 10 input variables characterizing risk factors and 6 input variables characterizing the organizational and construction risks of ISP. The methodology allows us to identify the relationship between factors and risks, and also allows us to calculate more significant factors and assess the dynamics of risks.

Key words: *Investment and construction project, risky environment, organizational and technological risk, construction risks, risk factors, quantitative risk indicator, factor analysis, regression, correlation.*

Виноградова Дана Игоревна, магистрант кафедры экспертизы и управления недвижимостью
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: d_vinogradova93@mail.ru

Шарапова Анна Викторовна, старший преподаватель кафедры экспертизы и управления недвижимостью
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: igor_bgtu@mail.ru

Усманов Д.И., канд. экон. наук, ст. преп.,
Андрусенко Д.С., магистрант

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

ПАРТНЕРСКИЕ ОТНОШЕНИЯ РОССИИ И СТРАН ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ДОСАНКЦИОННЫЙ ПЕРИОД

usmanov@bsu.edu.ru

В статье затрагиваются ключевые направления процессов глобализации с точки зрения социально-экономических факторов взаимодействия России с зарубежными и отдельными странами Европы. Основной фокус внимания направлен на подробный анализ степени включенности России в международные торговые отношения по показателям структуры экспорта и импорта (строительные материалы, машинное оборудование, ядерные реакторы, электрическое и электронное оборудование, пластик и изделия из него, химические продукты, натуральные химикаты, железо и сталь, руда, шлак, зола и др.) с основными торговыми партнерами стран запада и Евросоюза.

Ключевые слова: глобализационные процессы, внешняя торговля, удельный вес торгового оборота, интеграционные объединения, степень включенности и др.

В сложившихся социо-политико-экономических условиях вопросы оценки состояния и развития экономических связей России с отдельными странами Евросоюза, выявление проблем, препятствующих развитию их эффективного сотрудничества, а также определение перспективных направлений взаимодействия между указанными странами являются особо актуальными.

Современное положение России в международной экономике, в частности, в экономике стран Евросоюза явно диссонирует со своими возможностями. Обладая уникальными природными ресурсами, производственным и кадровым потенциалом, Россия остается страной топливно-сырьевой направленности.

В настоящее время наблюдается напряженная геополитическая обстановка и сохранение международных санкций по отношению к России и ее ответных действий. Первые санкции, введенные в связи с украинским кризисом, были введены ЕС и рядом других стран в марте-апреле 2014 года в отношении российских компаний, а

также отдельных лиц. Они являются наиболее масштабными за всю историю России по количеству стран-участников. Инициатором введения санкций выступили США.

По прогнозам многих экономистов санкции еще будут сохраняться долгое время. В мае 2017 года главы МИД ЕС поддержали продление антироссийских санкций. По мнению глав государства ЕС «минские соглашения не выполняются» и, следовательно, говорить об отмене санкций рано. В июне 2016 года Владимир Путин продлил продуктовое эмбарго России до 1 января 2018 года.

При этом, экономические санкции изменяют структуру российской экономики и пути интеграции России в мировое пространство. Прошедший 2016 год стал одним из самых неудачных с точки зрения внешней торговли.

Рассмотрим общие итоги внешней торговли Российской Федерации за 2015–2016 года в период воздействия различных санкций на экономику страны в таблице ниже.

Таблица 1

Общие итоги внешней торговли Российской Федерации на 2015- 2016 года, млн. долл. США

	Январь - декабрь 2015 г.			Доля в обороте, %	Январь - декабрь 2016 г.			Доля в обороте, %	Темпы роста, %		
	Оборот	Экспорт	Импорт		Оборот	Экспорт	Импорт		Оборот	Экспорт	Импорт
Весь Мир	526261,4	343542,8	182718,7	100,0	467752,8	285491,1	182261,7	100,0	88,9	83,1	99,7
ЕС	235827,5	165635,8	70191,7	44,8	200391,6	130491,0	69900,6	42,8	85,0	78,8	99,6

Источник: Федеральная таможенная служба

По данным Федеральной таможенной службы, внешнеторговый оборот России за 2016 год составил 467752,8 млн. долларов. Это меньше, чем за 2015 год на 11,1 % (526261,4).

Объемы экспорта в стоимостном выражении упали до минимальных значений за последние пять лет. Причины: девальвация рубля, сокращение производства и действующее продовольственное эмбарго. Однако после провала в первом полугодии показатели стали приходить в

норму, и уже в ноябре-декабре 2016 года России почти удалось догнать прошлогодние объемы торговли. По итогам 2016 года экспорт России в стоимостном выражении сократился на 17 % и составил 285,49 млрд. долларов. При этом самые низкие показатели были характерны для января, когда он упал сразу на 37,2 %.

Импорт 2016 года тоже снизился как в стоимостном выражении (182,2 млрд. долл.) так и в объемах. Наиболее провальным для него стали январь и февраль, когда он сократился на 18,7% и 16,7 % соответственно. Одной из главных причин сокращения поставок являлось падение курса рубля – закупка импортных товаров стала обходиться значительно дороже для российского покупателя. Падение общих объемов импорта стало результатом действия различных запретов, которые в изобилии вводились в 2016 году. Помимо действовавшего продовольственного эмбарго, которое привело к рекордному снижению

поставок продовольствия из стран Европы, с 1 января 2016 года Россия ввела запрет на ввоз сельскохозяйственной продукции из Турции. Под запрет попадало почти 60 % всего продовольственного экспорта Турции в Россию. Частично осенью он был снят, однако всё же успел заметно повлиять на объемы поставок.

Уже несколько лет подряд падает и другая крупная статья импорта. Поставки транспортных средств, на которые приходится почти половина всех поставок из-за рубежа стремительно сокращается – чрезмерно высокие ставки ввозных пошлин в совокупности с утилизационным сбором стали настоящим барьером для импортной техники.

В целом внешнеторговый оборот России и Евросоюза снизился. В таблице ниже представлены данные за 2015 – 2016 года по импорту, экспорту и внешнеторговый оборот ЕС, а также стран Западной Европы.

Таблица 2

Внешняя торговля со странами Западной Европы 2015-2016 года (млн. долл. США)

	Январь - декабрь 2015 г.			Доля в обороте, %	Январь - декабрь 2016 г.			Доля в обороте, % Экспорт	Темпы роста, %		
	Оборот	Экспорт	Импорт		Оборот	Экспорт	Оборот		Импорт	Экспорт	Оборот
ЕС	235827,5	165635,8	70191,7	44,8	200391,6	130491,0	69900,6	42,8	85,0	78,8	99,6
Германия	45791,9	25351,4	20440,5	8,7	40709,4	21258,5	19451,0	8,7	88,9	83,9	95,2
Великобритания	11196,8	7474,5	3722,3	2,1	10375,9	6943,8	3432,0	2,2	92,7	92,9	92,2
Франция	11631,5	5712,4	5919,1	2,2	13267,5	4778,2	8489,2	2,8	114,1	83,6	143,4
Ирландия	1103,9	273,0	830,8	0,2	1214,3	317,0	897,3	0,3	110,0	116,1	108,0
Люксембург	157,3	46,2	111,1	0,0	181,7	43,4	138,3	0,0	115,5	93,9	124,5
Бельгия	8453,9	6361,2	2092,7	1,6	8010,0	5741,1	2269,0	1,7	94,7	90,3	108,4
Нидерланды	43944,4	40848,7	3095,7	8,4	32275,7	29254,6	3021,1	6,9	73,4	71,6	97,6
Австрия	3175,2	1162,6	2012,5	0,6	2886,7	1051,9	1834,7	0,6	90,9	90,5	91,2

Итак, по итогам 2016 года внешнеторговый оборот России со странами дальнего зарубежья составил 85 % от всего объема торговли. При этом доля Европейского союза уменьшилась с 44,8 % до 42,8 % в пользу стран АТЭС, и главным

образом Китая – с 28,1 % до 30 %. Из-за девальвации рубля российские экспортеры отчасти переориентировались на страны дальнего зарубежья, поскольку валюты государств СНГ также ослабли из-за девальвации, и выход на иные рынки нередко был более привлекательным.

Внешнеторговый оборот России и стран Западной Европы 2015 год в млн. долл. США



Рис. 1. Внешнеторговый оборот России и стран Западной Европы 2015 год в млн. долл. США

В 2015 году с перевесом лишь в 1% лидером среди стран Западной Европы в более тесных торговых отношениях замечена Германия (36%),

второе место с 35 % занимают Нидерланды. Третье место делит Франция и Великобритания с 9 процентами. Далее Бельгия, Австрия, Ирландия, Люксембург.

Внешнеторговый оборот России и стран Западной Европы 2016 год в млн. долл. США



Рис. 2. Внешнеторговый оборот России и стран Западной Европы 2016 год в млн. долл. США

В 2016 году свою лидирующую позицию не уступает Германия, но уже в 37 %. Затем также Нидерланды, но с менее львиной долей, нежели в прошлом году (30 %). Ни смотря на продление санкций Франция увеличила обороты с 9 до 12 %, а Великобритания до 10 %. Неизменно свою нишу занимают: Бельгия, Ирландия и полный аутсайдер – Люксембург.

Не смотря на сохранение процентного соотношения между странами объемы торговли значительно снизились. Так, внешнеторговый оборот между Россией и Германией снизился на 11,1 %; Великобритании на 7,3 %; Бельгия на 5,3 %;

Австрия на 9,1 %; Нидерланды как в процентом, соотношении между странами сдали свои позиции, так и в числовом на 26,6 %. Ирландия, Люксембург и Франция показывают положительный результат вне зависимости от санкций и контрсанкций. Внешнеторговый оборот с Ирландией вырос на 10 %, с Францией на 14,1 %, Люксембург увеличил свои показатели на 15,5 %.

Определяя место России в экономике стран Евросоюза, необходимо определить удельный вес стран-партнеров в экспорте и импорте нашей страны.

Доля (удельный вес) в экспорте Российской Федерации 2015 год (млн долл США)



Рис. 3. Доля (удельный вес) в экспорте Российской Федерации 2015 год (млн. долларов США)

Рассматривая долю в экспорте Российской Федерации в 2015 году, выделим, что лидирующую позицию в экспорте России занимают преимущественно Нидерланды (47 % всего экспорта в ЕС). Следующим «в рейтинге» рынком сбыта отечественной продукции является Германия

(29 %). Среднюю нишу занимают: Великобритания (9 %), Бельгия (7 %) и Франция (7 %). Остальные же рассматриваемые страны Западной Европы априори выступают «внешнеторговыми аутсайдерами» в отношении РФ (Ирландия и Люксембург) и имеют очень малые доли рынка нашей страны.

Доля (удельный вес) в экспорте Российской Федерации 2016 год (млн долл США)



Рис. 4. Доля (удельный вес) в экспорте Российской Федерации 2016 год (млн. долларов США)

По итогам 2016 года экспорт России в стоимостном выражении сократился на 17 % и составил 285,49 млрд. долларов. При этом самые низкие показатели были характерны для января, когда он упал сразу на 37,2 %.

Что касается ЕС, то в стоимостном выражении экспорт упал на 21,2 %. По итогам года неизменным лидером остаются Нидерланды, которые занимают практически половину рынка торговли

со странами Западной Европы – 42 %. Второе почетное место занимает Германия – 31 %. Третий кластер - от 10 % и ниже занимают такие страны как: Великобритания (10 %), Бельгия (8 %), Франция (7%), Австрия 2 %. Аутсайдерами признаются: Люксембург и Ирландия.

В стоимостном же выражении по сравнению с 2015 годом экспорт снизился практически у всех стран, исключением стала Ирландия. Экспорт в эту страну вырос на 16,1 % с 2015 года.

Хотя Германия начала занимать большую долю рынка всё же в стоимостном выражении экспорт упал на 16,1 %. В Великобритании дела обстоят аналогичным образом: повышение занимаемой доли рынка, однако падение стоимостных показателей на 7,1 % (530,7 млн. долл). Во Франции снижение достигло 16,4 %. Падение менее 10 % наблюдается в Люксембурге, Бельгии и Австрии. В Нидерландах показатели спада являются самыми мощными- 28,4 %. Такие показатели являются следствием того, что Нидерланды входят в список стран, экспорт ряда видов продукции из

которых в Россию запрещен в рамках «продуктового» эмбарго. Кроме того, Россельхознадзор с 10 августа 2015 года ввел тотальный контроль за поставками голландских цветов и разрешает их ввоз только по результатам экспертизы. Это связано с тем, что в цветах, выращенных в Нидерландах, обнаруживаются опасные вредители и болезни растений.

По итогам года импорт тоже снизился. В стоимостном выражении он составил 183,6 млрд долларов, что меньше, чем за прошлый год на 0,3 %.

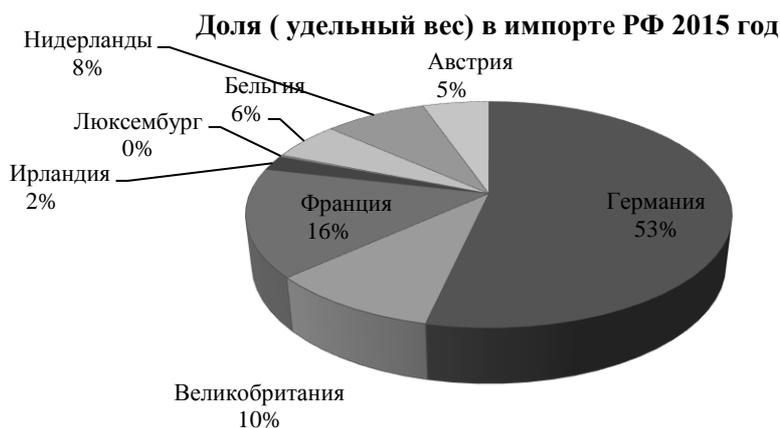


Рис. 5. Доля (удельный вес) в импорте РФ 2015 год

Как видно из рисунка выше большую долю рынка в 2015 году занимает Германия (53 %). С гораздо меньшей долей, не смотря на санкции, продолжает поддерживать торговые отношения с Россией Франция (16 %). От 10 и ниже процентов занимают остальные страны Западной Европы:

Великобритания (10 %), Нидерланды (8 %), Бельгия (6 %), Австрия (5 %), Ирландия (2 %). Не смотря на то, что доля импорта из Люксембурга очень мала, торговые отношения с этой страной развиваются. Этому свидетельствует стоимостное увеличение импорта в 24,5 %.



Рис. 6. Доля (удельный вес) в импорте РФ 2016 год

Рынок в 2016 году значительно поменялся. Германия уже не занимает львиную долю рынка и даже не лидирует по стоимостным объемам. Всему виной нарастающий конфликт, санкции и напряженная мировая обстановка в целом. Так,

лидером среди стран Западной Европы в импорте в РФ занимает Франция – 17 %. В стоимостном выражении эта страна увеличила свои поставки в нашу страну на 43,4 %. Второе место занимает Люксембург (14 %). Он тоже увеличил поставки

на 24,5 %. Тройку лидеров замыкает Бельгия – 13 %. Она продолжает тенденцию увеличения в стоимостном выражении, но уже на меньшую сумму: 176,3 млн. долларов США. Ирландия показывает показатель в 12 %. Оставшиеся страны

Западной Европы (Великобритания, Германия, Австрия, Нидерланды) демонстрируют интерес к российскому рынку в 11 %. При этом данная группа стран характеризуется снижением показателей по сравнению с 2015 годом.

Таблица 3

Результаты введения санкций и контрсанкций в товарообороте с Россией

Страна	Объемы внешней торговли до ввода санкций (2013 год) миллионов долларов США	Характеристика санкций и ответных мер	Объемы внешней торговли после ввода санкций (2016 год) миллионов долларов США
Германия	22162,6	<p>19 марта 2014 года приостановила выполнение военного контракта с Россией стоимостью 120 млн евро;</p> <p>21 марта прекратила экспорт оборонной продукции в Россию;</p> <p>19 апреля отказалась участвовать в ежегодных межправительственных российско-германских консультациях в рамках «Петербургского диалога»;</p> <p>24 апреля прекратила экспорт военной продукции в Россию;</p> <p>28 мая отказала корвету Балтийского флота Российской Федерации «Бойкий» в участии в традиционном морском фестивале «Кильская неделя»;</p> <p>4 августа отозвала у компании Rheinmetall разрешение на строительство центра боевой подготовки для российских солдат в поселке Мулино;</p> <p>15 января 2016 года Министерство иностранных дел Германии отказало в выдаче визы министру сельского хозяйства России Александру Ткачеву для участия в выставке «Зеленая неделя-2016», ежегодно проходящей в Берлине. В связи с этим российская делегация заявила о невозможности своего участия в выставке</p>	40709,4
Великобритания	7180,5	<p>13 марта 2014 года приостановила военное сотрудничество с Россией, в том числе остановила поставки в Россию предметов военного назначения и отменила запланированные совместные военные учения;</p> <p>15 мая отказалась участвовать в 14-й министерской встрече Международного энергетического форума в Москве в связи с позицией России по Украине;</p> <p>13 июля исключила Россию из списка стран, которым разрешено приобретать британскую авиапродукцию, и отказала в выдаче виз членам российской делегации, которая должна была представлять Россию на авиасалоне «Фарнборо»;</p> <p>21 июля приостановила действие всех лицензий на поставки оружия, компонентов вооружений и продукции двойного назначения в Россию, а также отменила все визиты на высшем уровне, визиты военных специалистов и командования, поездки инвестиционных и экономических делегаций и полностью заморозила всё военное сотрудничество с Россией;</p> <p>28 июля отказалась от поддержки культурного проекта «Год культуры России», от проведения мероприятий были отозваны все британские министры и чиновники;</p> <p>16 февраля 2015 года отказала России в участии в выставке оборонных технологий DSEI-2015</p>	10375,9

Франция	7995,9	2 марта 2014 года приостановила большую часть военного сотрудничества с Россией, в том числе обмен визитами и проведение совместных учений; 3 сентября приостановила поставку в Россию первого из двух заказанных ранее вертолетоносцев класса «Мистраль» — корабля «Владивосток» в связи с действиями России в конфликте на востоке Украины; 5 августа 2015 года расторгла контракт на поставку вертолетоносцев класса «Мистраль» России	13267,5
Ирландия	494,4	Ответное продуктовое эмбарго из ЕС	1214,3
Люксембург	56,1	Ответное продуктовое эмбарго из ЕС	181,7
Бельгия	4043,1	Ответное продуктовое эмбарго из ЕС	8010,0
Нидерланды	26642,9	11 апреля 2014 года Нидерланды приостановили военное сотрудничество с Россией	32275,7
Австрия	1788,7	Ответное продуктовое эмбарго из ЕС	2886,7

Сравнения выше были представлены в актуальный для нас момент, но давайте сравним показатели до введения санкций. Напомним, что 17 марта 2014 года Европейским Союзом был введен первый пакет санкций против 21 российского и крымского политика, и чиновника (физических лиц), в частности: запрет въезда на территорию Евросоюза или транзита, а также замораживание «всех средств и экономических ресурсов, которые принадлежат, находятся в собственности или контролируются данными лицами». С каждым днем пакет санкций возрастал. В таблице ниже представлены последствия введенных санкций для каждой из стран Западной Европы.

Рассмотрим последствия санкций против РФ и ее ответных мер для каждой из стран Западной Европы. Анализируя данные Германии можно сказать о потере около 97 тысяч рабочих мест. Согласно выводам ученых из университетов Лейпцига и Бремена, еще в 2014 и 2015 годах немецкие предприятия были вынуждены сократить до 60 тысяч рабочих мест, также правительство «не досчиталось» 13,5 млрд евро. Следует отметить, что бизнесмены Европы выступают за скорейшую отмену санкций.

Считается, что потери Франции от санкций были менее глобальными, но всё же весомыми. Так, в 2014-2015 годах Франция ежемесячно теряла в среднем 176,94 миллиона долларов, что составляет 22,22 % от торгового потенциала. Что касается продуктов, попавших под российское эмбарго, то здесь убытки составили более 50 % от торгового потенциала.

Согласно отчету официального Брюсселя, Ирландия входит в тройку самых пострадавших стран Евросоюза из-за санкций российского правительства. Ирландия за год была вынуждена снизить объемы своих международных поставок на 83 миллиона евро. Произошло 70 % падение ирландского экспорта.

Австрийский экспорт в РФ сократился на 40 %. Потери ВВП Австрии составили 550 млн

евро, а рынок труда сократился на 7 тысяч рабочих мест.

Правительство Люксембурга тоже не в восторге от санкционных войн. В январе-июле 2015 году взаимный товарооборот Люксембурга и России упал на 26,4 % (87,8 млн. долларов США) по сравнению с аналогичным периодом прошлого года, при этом импорт из Люксембурга сократился на 45,7 %, составив 61,9 млн долларов США, а вот российский экспорт показал устойчивую тенденцию к росту и превысил уровень первых семи месяцев 2014 года в четыре раза, достигнув отметки в 25,9 млн долларов США.

Бельгия, еще одна страна, которая пострадал от своей принадлежности к ЕС. Как отмечает бельгийский парламентарий до введения санкций в 2013 году торговый оборот между Россией и Бельгией составлял 15,1 млрд. евро, то в 2017 году он уже снизился на 23 % и составляет 11,4 млрд. евро. По самым оптимистическим данным, бельгийский аграрный сектор сократился на 5 % в результате санкций. В частности, до санкций на Россию приходилось 25 % экспорта яблок в 2013 году. Сильнее других отраслей пострадали производители овощей и фруктов, свинины, молочной продукции. Из-за санкций заметно сократился уровень связей в высокотехнологичных сферах. Однако наши страны продолжают активное взаимодействие в сферах здравоохранения, химии, фармацевтики. Более того, в ряде областей бельгийский бизнес даже на фоне санкций проявляет к России повышенный интерес. Произошел всплеск сотрудничества в сфере транспорта и логистики, образования и межвузовских связей.

Вспомним об еще одной стране – Нидерланды. Они совсем недавно занимали лидирующие позиции в классификации торговых партнеров с РФ в мире. Теперь мы имеем товарооборот, сократившийся почти в половину. Следуя в русле решений Евросоюза, политические отношения между нашими странами поддерживаются лишь

plastic and articles thereof, chemical products, organic chemicals, iron and steel, ores, slag, ash, etc.) with major trading partners of European Union.

Key words: *globalization processes, foreign trade, the proportion of the turnover, integration of enterprises, the degree of involvement etc.*

Усманов Далер Ирматович, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры менеджмента и маркетинга.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

E-mail: us.dali@mail.ru.

Андрусенко Дарья Борисовна, магистрант кафедры мировой экономики,

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

E-mail: us.dali@mail.ru

DOI: 10.12737/article_5968b453283fe8.39704252

Слабинская И.А., д-р экон. наук, проф.,
Кравченко Л.Н., канд. экон. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БАНКРОТСТВА КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ

iaslabinskaya@mail.ru

В статье определено, что банкротство - состояние максимальной угрозы для экономической безопасности организации. В связи с этим прогнозирование банкротства является весьма актуальным с точки зрения оценки уровня экономической безопасности для всех отраслей экономики. В статье рассмотрены количественные и качественные методы прогнозирования банкротства, их специфические черты и недостатки. Особенно данная тема представляет интерес для предприятий строительной индустрии, поскольку именно в ней в последнее время значительно увеличилось количество предприятий – банкротов.

Ключевые слова: экономическая безопасность, несостоятельность, банкротство, диагностика, прогнозирование.

В современных условиях хозяйствования наиболее актуальной является проблема обеспечения экономической безопасности отдельно взятого хозяйствующего субъекта. Обеспечение экономической безопасности предприятия является комплексным процессом и требует на одном из его этапов осуществления оценки уровня безопасности. Процесс оценки позволяет представить реальную картину финансового состояния предприятия и на его основе принять необходимые меры для обеспечения эффективной деятельности.

В экономической литературе имеется достаточно разработанных отечественных и зарубежных методик для оценки уровня экономической безопасности предприятий различных отраслей народного хозяйства. Отдельные авторы предлагают осуществлять оценку уровня экономической безопасности предприятий с учетом временных параметров, что позволит осуществлять расчеты как в текущей, тактической, так и стратегической перспективе составляющих экономической безопасности предприятий.

Однако до сих пор не разработан методологический подход к формированию единой системы показателей уровня экономической безопасности предприятия.

Анализ трудов, посвященных теме оценки экономической безопасности организаций, свидетельствует о том, что большинство авторов рассматривают экономическую безопасность как нахождение некоторого компромисса между повышением доходности и снижением угроз, как компромисса в агентских отношениях, как оптимальное соотношение между важнейшими показателями производственной, деловой и рыночной активности.

В современных рыночных условиях процесс успешного функционирования и устойчивого развития субъекта хозяйствования во многом зависит от определения и совершенствования мер по обеспечению должного уровня его экономической безопасности. Следует отметить, что уровень экономической безопасности предприятия зависит от выполнения задач по выявлению и оценке полного комплекса возможных угроз по устойчивому развитию организации. И от того насколько точно будут учтены эти угрозы, правильно выбраны критерии их проявления, то есть определена система показателей для их дальнейшего мониторинга, во многом будет зависеть и степень реальной оценки уровня экономической безопасности предприятия, а, следовательно, и комплекс принимаемых необходимых мер по предупреждению, своевременному выявлению, нейтрализации или минимизации влияния дестабилизирующих факторов на деятельность предприятия в целом или на отдельные ее стороны. [7]

Далее остановимся на критериях оценки экономической безопасности. Так, критерий экономической безопасности предприятия – это признак, по которому определяется состояние и способность хозяйствующего субъекта противостоять угрозам или проявлениям возможной опасности. Показатель представляет собой количественное выражение данного критерия. Важно заметить, что при оценке уровня экономической безопасности, большое значение имеет не столько сам показатель того или иного критерия, а его предельно-допустимое значение, то есть – индикатор, отражающий зону безопасности, или роста опасности.

В наиболее общем виде об экономической безопасности предприятия свидетельствует со-

хранение его как целостного структурного образования и юридического лица, и устойчивых либо растущих значений основных финансово-экономических показателей хозяйственной деятельности.

Однако в процессе хозяйствования субъекты предпринимательской деятельности могут испытывать воздействия различных физических и юридических лиц, которые несут негативные последствия, прежде всего, для экономического состояния организации. В этом случае возникает понятие угрозы безопасности предпринимательства, в том числе вероятности банкротства предприятия. При этом банкротство следует считать состоянием максимальной угрозы для экономической безопасности организации.

Как правило, банкротство представляет собой лишь завершающую стадию неудачного функционирования предприятия, которой обычно предшествуют стадии нормальной ритмичной работы и финансовых затруднений.

Несостоятельность (банкротство) предприятия редко бывает неожиданным для опытных финансистов и менеджеров, которые обязаны регулярно оценивать складывающиеся тенденции в развитии собственных компаний и наиболее важных контрагентов.

При этом руководству предприятия и его собственникам очень важно вовремя выявлять признаки кризисного развития, с целью иметь возможность сразу же запустить в действие программы антикризисного управления.

В этой связи руководителям предприятий, менеджерам различных уровней необходимо оценивать финансовое состояние организаций-контрагентов на основе объективно проведенного финансового анализа. Предприятия должны быть уверены в надежности и экономической состоятельности своих партнеров, в противном случае своевременно использовать механизм банкротства как средство возврата долга неплатежеспособными партнерами.

В результате исследования оценки уровня экономической безопасности многими авторами разработаны различные приемы и методы прогнозирования финансовых показателей, в том числе с позиции возможного возникновения банкротства, то есть его диагностики.

Однако, несмотря на наличие многочисленных подходов к оценке вероятности банкротства изучение приемов и методов прогнозирования возможного банкротства актуально до сих пор и целесообразно рассматривать их в качестве самостоятельной проблемы при оценке уровня экономической безопасности организации.

Для определения характера несостоятельности предприятия и оценки вероятности угрозы

банкротства все методики, как правило, рассматривают с учетом двух подходов:

1) качественный подход – анализ жизнеспособности предприятия, то есть анализ состояния отдельных функциональных подсистем управления (маркетинг, производство, кадры, финансы и др.);

2) количественный подход – оценка финансового «здоровья», то есть диагностика конкретных финансовых параметров и их соотношений (расчет финансовых коэффициентов).

В настоящее время на практике для диагностики вероятности банкротства в основном используются методы, основанные на применении:

1) анализа обширной системы критериев и признаков;

2) ограниченного круга показателей;

3) интегральных показателей.

Причем первый из перечисленных методов реализует качественный подход к оценке вероятности банкротства предприятия, остальные – количественный. [3]

Количественные (формализованные или математизированные) методы подразумевают постановку задачи анализа средствами математики, с помощью математических символов и соотношений; решение задачи средствами математики и получение количественных результатов. Это наиболее многочисленная группа методов анализа. Их отличает объективность, однозначность и точность получаемых результатов.

Качественные (неформализованные) методы анализа основаны на описании процедур на логическом уровне, без помощи строгих аналитических зависимостей, и используются при решении задач, для которых невозможно сделать строгую математическую постановку. Применение неформализованных методов характеризуется определенным субъективизмом, при их использовании большое значение имеют интуиция, опыт и талант аналитика. Применение многих неформализованных методов позволяет получить только качественную (а не количественную) оценку результата.

В большинстве случаев при анализе на первом этапе используют неформализованные методы, а по мере все более глубокого изучения объекта появляется возможность его формализации (описания с помощью математических символов и соотношений), после чего подключают формализованные методы.

Как показывает практический опыт применения формализованных и неформализованных методов диагностики вероятности банкротства отечественных предприятий, использование только формализованных или только неформали-

зованных методов может привести к односторонним результатам при использовании полученной информации. Поэтому в большинстве случаев необходимо комплексное их использование, которое с помощью совокупности методик позволит более точно распознавать проблемы и их идентифицировать.

Конкретными примерами неформализованного подхода являются метод расчета показателя А-счета Аргенти, а также многокритериальный подход или подход с использованием системы формализованных и неформализованных критериев, разработанный Комитетом по обобщению практики аудирования Великобритании.

В несколько модифицированном виде ее предлагает российский ученый В.В. Ковалев, основываясь на исследованиях западных аудиторских фирм и преломляя данные рекомендации к отечественной специфике ведения бизнеса.

Реальность прогнозирования возможного банкротства и достоверность результатов анализа при использовании неформализованных методов определяются следующими моментами, такими как: значительный диапазон рассматриваемых явлений; уровень аналитического обобщения данных; степень учета перспектив развития явлений и процессов.

К достоинствам качественных методов диагностики вероятности банкротства следует отнести: возможность решения проблемы в условиях ограниченности исходной информационной базы; универсальности относительно области их применения.

В тоже время ограниченность методов экспертных оценок состоит в том, что в них присутствует повышенная вероятность ошибочного суждения. Основными причинами этого могут выступать такие факторы, как: личные предпочтения эксперта; склонность не принимать во внимание новые факты и научные разработки, которые не включаются в его научное мировоззрение; излишняя зависимость от мнения коллектива. Вместе с тем, в случае некорректности постановки задачи перед экспертами со стороны аналитика (что может быть выражено в неточности определения или формулировки перечня объектов экспертизы) или при большом количестве экспертных оценок в ходе их обработки могут быть допущены погрешности, снижающие качество экспертного решения.

Прогнозирование риска банкротства организаций, основанное на применении ограниченного круга показателей, не всегда является объективным по следующим причинам:

1) ограниченность критериев диагностики: коэффициенты, используемые для оценки веро-

ятности банкротства, характеризуют ликвидность, исключая другие важнейшие стороны финансово-хозяйственной деятельности организации, не давая возможности тем самым описать тенденцию развития с максимальной точностью прогноза;

2) рассчитанное значение коэффициентов ликвидности недостаточно объективно отражает уровень финансового положения предприятий в результате условности отнесения активов к той или иной группе по степени их ликвидности, а пассивов - по степени срочности их погашения; а, кроме того, моментного характера значения коэффициентов.

Следует отметить, что количественные методы диагностики банкротства в отличие от качественных позволяют выявлять и количественно оценить неблагоприятные для финансовой состоятельности тенденции.

Принимая во внимание значительное количество показателей финансовой устойчивости, различие в уровне их критических оценок и возникающие в связи с этим сложности в анализе кредитоспособности предприятия и риска его банкротства, многие отечественные и зарубежные экономисты рекомендуют производить оценку финансовой несостоятельности, используя интегральные показатели, для расчета которых можно применять:

а) скоринговые модели;

б) мультипликативный дискриминантный анализ.

В основе методов оценки финансовой несостоятельности, основанных на использовании интегральных показателей (детерминированных методов антикризисной диагностики) лежит тот факт, что финансово-экономическая деятельность организации представляет собой комплекс взаимосвязанных хозяйственных процессов, зависящих от многочисленных и разнообразных факторов. Поэтому в целях реализации задач прогнозирования риска несостоятельности (банкротства) их деятельность предлагается оценивать с использованием интегрального показателя, расчет которого выполняется с помощью методов обратного детерминированного факторного анализа, а также предполагает учитывать весовую значимость каждого из агрегируемых частных показателей. В тоже время выбор совокупности частных оценочных показателей осуществляется исходя из целей и задач конкретного аналитического исследования, а, кроме того, осуществляется на основе применения к исследуемым показателям двух ограничений: частные показатели должны иметь одинаковую направленность и быть максимально информативными с

точки зрения решаемой аналитической задачи. [1,2]

В целом указанные преимущества повышают точность и объективность оценки ситуации на основе методов детерминированного факторного анализа. Тем не менее, практика их использования свидетельствует о наличии недостатка, характерного для всех представителей данной группы. Так, это, прежде всего, то, что для определения степени значимости частных показателей системы зачастую используются статистические данные и заключения экспертов, для которых присущ субъективный подход.

Наиболее распространенной среди скоринговых моделей является методика кредитного скоринга Д. Дюрана, сущность которой заключается в классификации предприятий по степени риска, исходя из фактического уровня показателей финансовой устойчивости и рейтинга каждого показателя, выраженного в баллах на основании экспертных оценок.

Наряду с методикой Д. Дюрана существует аналогичная методика, предложенная российскими специалистами Л.В. Донцовой и Н.А. Никифоровой.

Проведение скорингового анализа как разновидность сравнительного анализа позволяет учесть комплексный подход к диагностированию признаков формирования кризисной ситуации; определить «рейтинг» несостоятельности (банкротства) и спрогнозировать вероятный временной интервал ее наступления.

Однако с применением многокритериального подхода в скоринговом анализе появляются проблемы в формировании точной обобщающей характеристики сложившейся ситуации по следующим причинам: наличие вероятности принадлежности организации к разным классам кредитоспособности; необходимости сравнения фактически рассчитанных значений коэффициентов с нормативными критериями; невозможности объективного определения значений отдельных коэффициентов из-за ограниченности информации об исходных показателях.

Мультипликативный дискриминантный анализ использует методологию, рассматривающую объединенное влияние нескольких переменных (в данном случае – финансовых коэффициентов). Цель дискриминантного анализа – построение линии, делящей все компании на две группы: если точка расположена над линией, фирме, которой она соответствует, финансовые затруднения вплоть до банкротства в ближайшем будущем не грозят, и наоборот. [4]

Мультипликативный дискриминантный анализ для прогнозирования вероятности банкрот-

ства использовали в своих работах такие зарубежные авторы, как Э. Альтман, Ю. Бригхем, Л. Гапенски, Ч. Празанна, Р. Таффлера и Г. Тишоу, Лиса, метод *credit-men*, разработанный Ж. Депенном, показатель платежеспособности Ж. Конана и М. Гольдера, функция показателя платежеспособности Управления отчетности Банка Франции и др. [5,6]

В отечественной же практике анализа вероятности банкротства предприятий чаще всего используют четырехфакторную модель прогноза риска банкротства (модель R-счета), разработанная учеными Иркутской государственной экономической академии, которая внешне похожа на модель Э. Альтмана, а также модели, разработанные российскими учеными – экономистами Р.С. Сайфуллиным, Г.Г. Кадыковым, О.Р. Зайцевой, А.В. Кольшкиным и др.

Таким образом, установлено, что существует определенная научная преемственность между отечественными и зарубежными подходами к анализу и оценке потенциального банкротства. Однако при их применении необходимо учитывать специфику условий, в которых функционируют российские предприятия.

Учитывая вышеизложенное, можно прийти к выводу о необходимости разработки универсальных отечественных дискриминантных функций, с учетом отраслевой специфики деятельности и приближенных к существующим реалиям. В тоже время необходимо отметить, что отдельные рассмотренные методы диагностики риска банкротства содержат в себе разумное начало, развитие которого лежит в основе направлений их совершенствования. Это, в свою очередь, приведет к упорядочению процесса применения данных методик, необходимости их адаптации для целей антикризисного управления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронина В.М. Прогнозирование банкротства промышленных предприятий с помощью количественных и качественных методов анализа: проблемы теории и практики // Экономический анализ: теория и практика. 2007. 18(99). С. 27–34.
2. Дягель О.Ю., Энгельгардт К.О. Диагностика вероятности банкротства организаций: сущность, задачи и сравнительная характеристика методов // Экономический анализ: теория и практика. 2008. 13(118). С. 49–57.
3. Кравченко Л.Н., Слабинская И.А. Учет и анализ банкротств: учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 306 с.
4. Кукукина И.Г., Астраханцева И.А. Учет и анализ банкротств. Антикризисное управление:

учебное пособие / под ред. И. Г. Кукукиной. М.: Высшее образование, 2014. 304 с.

5. Слабинская И. А., Кравченко Л. Н. Актуальные вопросы прогнозирования вероятности банкротства предприятий // Белгородский экономический вестник. 2008. № 3 (51). С. 125–130.

6. Слабинская И.А., Кравченко Л.Н. Об особенностях методики финансового анализа

неплатежеспособных организаций // Белгородский экономический вестник. 2012. №1(65). С. 82–87.

7. Слабинская И.А. Современная интерпретация финансовой устойчивости организации // Вестник Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 253–256.

Slabinskay I.A., Kravchenko L.N.

THE PREDICTION OF BANKRUPTCY AS A METHOD OF ESTIMATION OF ECONOMIC SAFETY OF THE ORGANIZATIONS

In the article that the bankruptcy - the state of maximum threat to the economic security of the organization. In this regard, the prediction of bankruptcy is quite relevant from the point of view of assessing the level of economic security for all sectors of the economy. The article considers the quantitative and qualitative methods of forecasting bankruptcy, their specific traits and flaws. Especially, this subject is of interest to companies in the construction industry, because it in recent years significantly increased the number of bankrupt enterprises
Key words: *economic security, insolvency, bankruptcy, diagnostics, forecasting.*

Слабинская Ирина Александровна, доктор экономических наук, профессор кафедры Бухгалтерского учета и аудита.

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

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

E-mail: iaslabinskaya@mail.ru

Кравченко Лариса Николаевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры Бухгалтерского учета и аудита.

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

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

E-mail: L_n_kravchenko@mail.ru

DOI: 10.12737/article_5968b4530a04a7.85836095

Карамышев А.Н., канд. экон. наук, доц.
Набережночелнинский институт Казанского федерального университета

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ ВНЕДРЕНИЯ ПРОЦЕССНОГО УПРАВЛЕНИЯ В РОССИЙСКИХ И ЗАПАДНЫХ КОРПОРАЦИЯХ

antonkar2005@yandex.ru

Предприятия, внедряющие и развивающие системы процессного управления, нуждаются в анализе современных тенденций на отечественных и иностранных предприятиях. В данной статье собраны результаты исследований ведущих западных и российских консалтинговых организаций об основных тенденциях применения методологий процессного управления «Бережливое производство», «Шесть сигм», «Бережливое производство + Шесть сигм», «Rummler-Branch», «Hammer», «SCOR», «BPTrends Associates», «СММИ»; методологий, заложенных в программный продукт. Также приведены цели внедрения процессного подхода и регулярности выполнения основных мероприятий процессного развития, дана авторская интерпретация представленных тенденций, а также сформулированы выводы по результатам проведенного анализа.

Ключевые слова: процессное управление, методологии, промышленное предприятие, бизнес-процесс.

Введение. Основными методологиями процессного управления являются методологии «Бережливое производство», «Шесть сигм», «Бережливое производство + Шесть сигм», «Rummler-Branch», «Hammer», «SCOR», «BPTrends Associates», «СММИ»; методология, заложенная в программный продукт (например, «BAAN», «SAP», «IC»). Каждая из них имеет свой специфический предмет исследования (анализ данных методологий был проведен нами в [1–5]). Как правило, реализация процессного управления

осуществляется сочетанием нескольких из представленных методологий.

Основной текст. Одной из наиболее авторитетных западных компаний, изучающей проблемы и тенденции процессного управления, является компания BPTrends. В таблице 1 представлены результаты ее исследований «The State of Business Process Management-2014, 2016» [6, 7], на основе которых можно определить основные векторы приложения усилий ведущих западных корпораций.

Таблица 1

Используемые методологии управления на основе процессного подхода

№ п/п	Название методологии	2011 год, %	2013 год, %	2015 год, %
1	«Бережливое производство»	27	34	34
2	«Шесть сигм»	22	23	20
3	Комбинированная методология «Бережливое производство + Шесть сигм»	26	36	40
4	Методология в программном информационном продукте	11	9	9
5	Нотации моделирования бизнес-процессов	14	13	12
6	Методология ассоциации «BPTrends»	10	14	18
7	Методология Rummler	5	6	7
8	Методология Hammer	8	6	6
9	Структурная методология (SCOR, eTOM)	12	12	10
10	Методология СММИ	16	15	17
11	Собственная методология компании	43	45	34
12	Другой, не представленный выше, вариант	11	9	10

Примечание к таблице: была возможность выбора нескольких вариантов

На основе анализа этой таблицы можно следующие выводы:

а) Значительные усилия западных компаний направлены на анализ и оптимизацию основных (производственных) бизнес-процессов. Об этом

свидетельствует интерес к методологиям «Бережливое производство», «Шесть сигм», «Бережливое производство + Шесть сигм».

б) Идее радикальной перестройки бизнес-процессов (методология «Hammer») привержены

незначительное число западных корпораций. Это можно объяснить высоким риском, с которым связаны проекты реинжиниринга бизнес-процессов.

в) Значительная часть компаний использует типовые шаблоны внедрения и развития процессного управления (методологии «SCOR», «ТОМ», «СММ»), а также их рекомендации и целевые показатели. Наличие целевых ориентиров, а также плана внедрения и развития процессного управления оказывает серьезную поддержку группам внедрения процессного подхода.

г) Методология управления «Rummler», основанная на анализе базового показателя «производительность труда», не пользуется большой популярностью. Это связано со сложностью расчета этого показателя для вспомогательных биз-

нес-процессов, проблематичностью оценки производительности труда с точки зрения трех иерархических уровней, а также отсутствием методов улучшения параметров бизнес-процессов и их структурных элементов.

д) Используют заложенные в автоматизированных системах управления предприятием алгоритмы процессного управления 9% респондентов. Такой незначительный интерес можно объяснить основным их недостатком: неполное соответствие или полное несоответствие реальных бизнес-процессов предприятия и «эталонных» бизнес-процессов, заложенных в программный продукт.

Дополнить эти выводы и оценить уровень зрелости процессного управления можно на основе частоты выполнения базовых процессных мероприятий (представлены в таблице 2).

Таблица 2

Организационные мероприятия западных компаний, позволяющие оценить зрелость процессного управления компанией [6, 7]

Частота выполнения действия Организационное мероприятие	Никогда, %		Иногда, %		Часто, %		В большинстве случаев, %		Всегда, %	
	2013 год	2015 год	2013 год	2015 год	2013 год	2015 год	2013 год	2015 год	2013 год	2015 год
Документирование процессов	3	4	49	50	29	29	17	14	2	4
Стандартизация процессов	5	9	51	48	26	20	17	20	2	1
Моделирование цепочки создания ценностей	11	7	41	44	24	26	19	19	5	5
Измерение параметров основных процессов	14	14	55	59	17	10	12	11	2	6
Последовательная IT-автоматизации	9	3	54	59	24	17	12	18	2	3
Определение процессной квалификации компании	12	8	49	47	24	28	14	14	1	3
Обучение управленцев	24	18	52	56	15	13	5	11	4	2
Применение процессной информации управленцами	13	13	55	60	21	16	10	8	2	3
Улучшение процессов	11	12	50	54	26	18	12	13	1	4
Среднее значение за год	11	10	51	53	23	20	13	14	2	3

На основе анализа таблицы 2 можно следующие выводы:

1. Примерно на 50 % предприятий систематически проводятся мероприятия по актуализации и развитию процессного управления. На 45 % такие мероприятия осуществляются на нерегулярной основе. Системная работа над процессной документацией обусловлена необходимо-

стью ее поддержки в актуализированном состоянии при модификации товарной политики, технологий производства и выполнения обеспечивающих бизнес-процессов.

2. Важнейшими целями при внедрении и развитии процессного управления являются стандартизация результатов и оптимизация бизнес-

процессов. Достижение этих целей осуществляется на основе документирования и моделирования бизнес-процессов.

3. Автоматизация ключевых бизнес-процессов является актуальной примерно для 40% респондентов. Реализация этой задачи осуществляется на основе модели бизнес-процесса и регламентирующих его документов.

4. Около 40 % респондентов считают важнейшей задачей определения процессной квалификации компании. Это связано с необходимостью сохранения знаний персонала о технологиях выполнения бизнес-процессов.

5. Около половины респондентов важной задачей назвали моделирование цепочки создания ценностей. Это можно объяснить влиянием методологии «Бережливое производство», в которой понятие ценности для потребителя является базовым. На практике реализация принципа «ориентация на потребителя» в рамках этой методологии означает акцентирование внимания на бизнес-процессах, формирующих важные для потребителя характеристики товарной продукции или услуги.

6. Около 30% целью внедрения процессного управления называют измерение параметров основных процессов. На основе этих данных впоследствии разрабатываются системы показателей оценки эффективности в соответствии с одной из самых распространенных технологий управления KPI.

7. Порядка трети опрошенных в качестве целей внедрения процессного управления назвали обучение управленцев и применение процессной информации управленцами. С нашей точки зрения, эта цифра недостаточно большая, поскольку использование процессных технологий значительным образом влияет на систему управления предприятием в целом и отдельные его составные элементы. Вероятнее всего это связано с тем, что руководители предприятий не до конца понимают преимуществ, которые дает система процессного управления на более высоких этапах ее развития.

8. Динамика частоты применения процессных технологий управления западными корпорациями положительная.

Согласно результатам исследований компании АВРМР Russia [8] в 2015 году российские компании проработали цели внедрения процессного управления следующим образом: регламентация и стандартизация бизнес-процессов (68 %), автоматизация процессов (54 %), оптимизация процессов (41 %), внедрение системы менеджмента качества (24 %), управление операционными рисками (19 %), для решения учетных задач (17 %). В таблице 3 приведены реализуемые на отечественных предприятиях мероприятия в рамках развития систем процессного управления.

Таблица 3

Организационные мероприятия российских компаний в 2015 году, позволяющие оценить зрелость процессного управления компаний [8]

№ п/п	Организационное мероприятие	% ответов
1	Документирование процессов	79
2	Стандартизация процессов	40
3	Моделирование цепочки добавленной стоимости	17
4	IT-автоматизация	46
5	Повышение навыков сотрудников	26
6	Непрерывное совершенствование процессов	17
7	Улучшение (оптимизация) процессов	42

Поскольку методики сбора информации в приведенных выше исследованиях различны, то корректное сравнение тенденций по внедрению и развитию процессных технологий управления в западных странах и России проблематично. Можно лишь сделать вывод, что важнейшими задачами отечественных предприятий также являются документирование, стандартизация, оптимизация и автоматизация бизнес-процессов.

Выводы. На основе вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Наибольший интерес западные компании проявляют к анализу и оптимизации основных

(производственных) бизнес-процессов посредством методологий «Бережливое производство», «Шесть сигм», «Бережливое производство + Шесть сигм». Это можно объяснить наибольшей экономической целесообразностью, поскольку все затраты обеспечивающих бизнес-процессов аккумулируются основными (производственными) процессами.

2. Около половины западных компаний систематически проводят мероприятия по актуализации и развитию процессного управления. 50 % респондентов важной задачей назвали моделиро-

вание цепочки создания ценностей; 30 % – изменение параметров основных процессов, обучение управленцев и применение процессной информации управленцами; 40 % – автоматизацию ключевых бизнес-процессов.

3. Важнейшими задачами отечественных предприятий также являются документирование (79 %), стандартизация (40 %), оптимизация (42 %) и автоматизация (46 %) бизнес-процессов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карамышев А.Н., Казаева М.С., Абросимова Е.В., Федоров Д.Ф. Анализ процессной методологии управления «Бережливое производство» // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №3. С. 148–150.

2. Карамышев А.Н., Казаева М.С., Абросимова Е.В., Федоров Д.Ф. Анализ процессной методологии управления «Шесть сигм» // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №4. С. 160–164.

3. Карамышев А.Н. Анализ методологий процессного управления, полностью

охватывающих бизнес-процессы предприятия // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №5. С. 214–217.

4. Карамышев А.Н. Анализ универсальных методологий процессного управления промышленными предприятиями // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №6. С. 192–195.

5. Карамышев А.Н. Сравнительный анализ методологий процессного управления // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №7. С. 167–173.

6. Harmon, P. A BPTrends Report «The State of Business Process Management-2014» [Электронный ресурс]. URL: www.bptrends.com (дата обращения 30.03.2017).

7. Harmon, P. A BPTrends Report «The State of Business Process Management-2016» [Электронный ресурс]. URL: www.bptrends.com (дата обращения 30.03.2017).

8. Коптелов А., Филатова М. Исследование АВРМР Russia «Российский рынок BPM 2015» [Электронный ресурс]. URL: <http://abpmp.org.ru/> (дата обращения 30.03.2017).

Karamyshev A.N.

PROCESS-BASED MANAGEMENT IMPLEMENTATION TREND ANALYSIS IN RUSSIAN AND WESTERN CORPORATIONS

Enterprises implementing and developing their process-based management systems need to analyze current trends in Russian and foreign enterprises. This article represents the results of research conducted by leading Western and Russian consulting companies on the main trends of process-based management methodologies application, such as: Lean Production, Six Sigma, Lean Production + Six Sigma, Rummeler-Branch, Hammer, SCOR, BPTrends Associates, CMMI; methodologies built in the software product. The article also describes the objectives of the process-based approach implementation and regular implementation of the main activities of the process development; it also reveals the author's interpretation of the trends presented and conclusions made on the results of the analysis performed.

Key words: *process-based management, methodologies, industrial enterprise, business process.*

Карамышев Антон Николаевич, кандидат экономических наук, доцент
Набережночелнинский институт Казанского федерального университета
Адрес: Россия, 423826, Набережные Челны, 423812, д. 68/19
E-mail: antonkar2005@yandex.ru

Берёза А.Н., магистрант,
Жариков И.С., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА РЕНОВАЦИИ

a.n.bereza@yandex.ru

Реновация это один из наиболее эффективных способов перепрофилирования не востребуемых в существующем состоянии объектов недвижимости или нерационально используемых территорий. Главной задачей реновации является повышение эффективности эксплуатации объектов недвижимости. В рамках проектов по реновации инвестор сталкивается с вопросом о том, какой вариант модернизации территории наиболее эффективен с точки зрения финансовых, экономических и временных затрат и иных факторов. Универсального подхода в данном вопросе нет. Как отмечают эксперты, экономическая эффективность и целесообразность реновации или нового строительства зависит от конкретного объекта. В работе предлагается математический подход, позволяющий выбрать основные параметры, влияющие на экономическую эффективность проекта реновации.

Ключевые слова: проект реновации, метод анализа иерархий, инвестиционная привлекательность, экономическая эффективность.

Введение. Выбирая объект пригодный для реновации необходимо учитывать ряд параметров, влияющих на инвестиционную привлекательность [1]:

1. Местоположение объекта. Объекты расположенные в центре города будут пользоваться большим спросом, чем объекты на окраине или за пределами города [2].

2. Инфраструктура. Наличие поблизости объектов социального и торгового назначения влияет на варианты перепрофилирования, значительно их сужая.

3. Экологическое влияние. Загрязненность окружающей среды по воздуху, шуму, магнитным излучениям, загрязненность почв, антропогенные воздействия, подверженность стихийным бедствиям всё это несёт в себе угрозу разрушения здания [3].

4. Объемно-планировочные характеристики. Этот параметр определяет вариант перепрофилирования [4].

5. Конструктивные характеристики. Качество здания определяется конструктивным решением и возрастом здания. Новые здания будут иметь более высокую привлекательность по сравнению с эксплуатирующимися объектами на протяжении длительного времени [5].

6. Техническое состояние здания. Степень физического износа здания значительно снижает стоимость объекта. Порой отремонтировать объект гораздо сложнее и затратней чем его снести и на освободившейся территории построить новый [6].

7. Возможность изменения целевого назначения объекта недвижимости. Реновация связана с изменением назначения всего объекта или его части. Таким образом, более универсальные объекты будут иметь большую привлекательность.

Безусловно, каждый девелопер самостоятельно принимает для себя решение о реализации того или иного проекта по реновации промышленной территории. Перечисленные параметры позволяют оценить степень риска проекта [7]. Специалисты отмечают, что интерес инвесторов к участкам промзон растет, и количество проектов увеличивается. Опыт зарубежных инвесторов, а также реализованные проекты в нашей стране, очень важны. Заброшенных промышленных зданий в городах России и в других странах достаточно и с каждым годом их количество увеличивается [8].

Методология. В основе лежит метод анализа иерархий. Метод Анализа Иерархий (МАИ) – математический инструмент системного подхода к решению проблем принятия решений. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение (ЛПР), какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению. Этот метод разработан американским ученым Томасом Л. Саати в 1970 году, с тех пор он активно развивается и широко используется на практике. Метод анализа иерархий можно применять не только для сравнения объектов, но

и для решения более сложных проблем управления, прогнозирования и др. [9]

Основная часть. Каждый объект имеет свои положительные и отрицательные стороны. Однако выбирая необходимо понимать, что одни параметры значительно важнее других. В девелопментереновации, для инвестиционных вложений, сравнению подвергаются зачастую аналогичные объекты. В связи с этим целью данной работы является определить параметры, оказывающие наибольшее влияние на выбор эффективного инвестиционного проекта [10].

1. Построение дерева альтернатив.

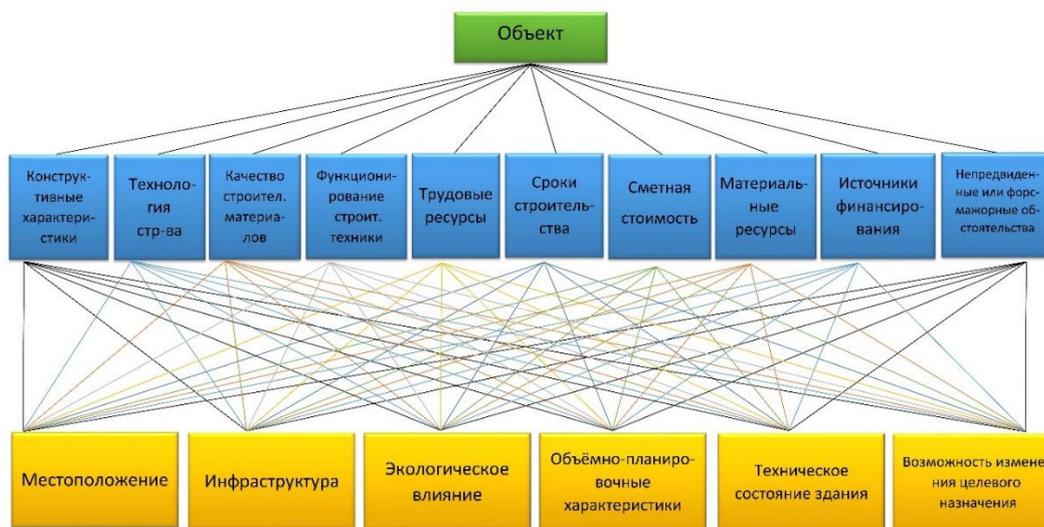


Рис. 1. Дерево альтернатив

2.1 Сравнение критериев.

После построения дерева альтернатив необходимо выявить приоритеты критериев, а затем оценить каждый из параметров по критериям, определив наиболее важный. Сравнение производится в результате доминирования одного из элементов над другим. Эти доминирования выражаются целым числом. Если элемент А важнее элемента В, то напротив строки А и столбца В, ставится целое число, а напротив строки В и столбца А, заполняется обратным к нему дробным числом. Если А и В эквивалентны, то в обе позиции записывается 1. В таблице 1 представлена шкала интенсивности.

Таблица 1

Шкала интенсивности

Равно, безразлично	1
Немного лучше (хуже)	3 (1/3)
Лучше (хуже)	5 (1/5)
Значительно лучше (хуже)	7 (1/7)
Принципиально лучше (хуже)	9 (1/9)

2.2. Составление матрицы сравнения критериев.

Порой необходимо выбирать между вариантами, каждый из которых представляет собой «многошаговый» процесс принятия решений. Эти шаги могут быть разнесены во времени, причем на каждом шаге может возникать свой набор альтернатив и сценариев будущего. В этом случае визуализировать процесс выбора из рассматриваемых альтернатив удобно с помощью дерева альтернатив (иначе говорят –дерева решений). Дерево альтернатив – это необходимый инструмент при стратегическом планировании и инвестиционном анализе(рис.1) [11].

Первоначально необходимо определить приоритетность критериев (табл. 2). Строится матрицу в верху перечисляя следующие критерии:

1. Конструктивные характеристики.
2. Технология строительства.
3. Качество строительных материалов.
4. Функционирование строительной техники.
5. Трудовые ресурсы.
6. Сроки строительства.
7. Сметная стоимость.
8. Материальные ресурсы.
9. Источники финансирования.
10. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства.

Далее заполняем таблицу согласно балам, представленным в табл. 1–3. Сравнение альтернатив по критериям.

Составляем аналогичные матрицы сравнения по каждому критерию. Матрица строится по следующему принципу. В правом верхнем углу записывается критерий, по отношению к которому будет проводиться сравнение, и необходимо перечислить слева и вверху сравниваемые элементы (табл. 3–12). Сравнение производится по таблице 1.

Таблица 2

Матрица попарных сравнений

	Конструктивные характеристики	Технология строительства	Качество строительных материалов	Функционирование строительной техники	Трудовые ресурсы	Сроки строительства	Сметная стоимость	Материальные ресурсы	Источники финансирования	Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства	СР. ГЕОМ	НВД
1. Конструктивные характеристики	1.00	0.33	0.33	1.00	3.00	0.14	0.20	0.33	3.00	3.00	0.70	0.05
2. Технология строительства	3.00	1.00	0.33	3.00	5.00	0.33	0.33	3.00	3.00	5.00	1.54	0.10
3. Качество строительных материалов	3.00	3.00	1.00	3.00	5.00	0.20	0.20	0.33	5.00	7.00	1.51	0.10
4. Функционирование строительной техники	1.00	0.33	0.33	1.00	1.00	0.20	0.20	0.33	3.00	7.00	0.71	0.05
5. Трудовые ресурсы	0.33	0.20	0.20	1.00	1.00	0.14	0.14	0.33	1.00	5.00	0.46	0.03
6. Сроки строительства	7.00	3.00	5.00	5.00	7.00	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00	4.51	0.30
7. Сметная стоимость	5.00	3.00	5.00	5.00	7.00	0.33	1.00	5.00	7.00	9.00	3.50	0.23
8. Материальные ресурсы	3.00	0.33	3.00	3.00	3.00	0.20	0.20	1.00	5.00	7.00	1.44	0.10
9. Источники финансирования	0.33	0.33	0.20	0.33	1.00	0.14	0.14	0.20	1.00	5.00	0.41	0.03
10. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства	0.33	0.20	0.14	0.14	0.20	0.11	0.11	0.14	0.20	1.00	0.20	0.01
Сумма	24.00	11.73	15.54	22.48	33.20	2.80	5.53	15.68	35.20	58.00	14.98	1.00

Таблица 3

Сравнение альтернатив по критериям. Конструктивные характеристики

1. Конструктивные характеристики	Местоположение	Инфраструктура	Экологическое влияние	Объемно-планировочные характеристики	Тех. состояние здания	Возможность изменения целевого назначения	СР. ГЕОМ	НВД
1. Местоположение	1.00	5.00	3.00	0.20	0.20	0.33	0.76	0.08
2. Инфраструктура	0.20	1.00	1.00	0.20	0.20	0.33	0.37	0.04
3. Экологическое влияние	0.33	1.00	1.00	0.14	0.14	0.11	0.30	0.03
4. Объемно-планировочные характеристики	5.00	5.00	7.00	1.00	0.33	5.00	2.58	0.28
5. Тех. состояние здания	5.00	5.00	7.00	3.00	1.00	9.00	4.10	0.44
6. Возможность изменения целевого назначения	3.00	3.00	9.00	0.20	0.11	1.00	1.10	0.12
Сумма	14.53	20.00	28.00	4.74	1.99	15.78	9.21	1.00

Таблица 4

Сравнение альтернатив по критериям. Технология строительства

2. Технология строительства	Местоположение	Инфраструктура	Экологическое влияние	Объемно-планировочные характеристики	Тех. состояние здания	Возможность изменения целевого назначения	СР. ГЕОМ	НВД
1. Местоположение	1.00	3.00	3.00	0.14	0.20	1.00	0.80	0.09
2. Инфраструктура	0.33	1.00	3.00	0.14	0.33	1.00	0.60	0.07
3. Экологическое влияние	0.33	0.33	1.00	0.20	0.20	1.00	0.41	0.05
4. Объемно-планировочные характеристики	3.00	7.00	7.00	1.00	3.00	9.00	3.98	0.46
5. Техническое состояние здания	5.00	3.00	5.00	0.33	1.00	9.00	2.47	0.28
6. Возможность изменения целевого назначения	1.00	1.00	1.00	0.11	0.11	1.00	0.48	0.06
Сумма	10.67	15.33	20.00	1.93	4.84	22.00	8.73	1.00

Таблица 5

Сравнение альтернатив по критериям. Качество строительных материалов

3. Качество строительных мат-в	Место-положение	Инфраструктура	Эколог. влияние	Объемно-планиров. хар-ки	Тех.сост. здания	Возможность изменения целев.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	5.00	7.00	3.00	3.00	7.00	3.61	0.41
2.Инфраструктура	0.20	1.00	0.33	0.20	0.20	3.00	0.45	0.05
3.Экологическое влияние	0.14	3.00	1.00	0.33	0.33	5.00	0.79	0.09
4.Объемно-планировочные характеристики	0.33	5.00	3.00	1.00	1.00	9.00	1.89	0.21
5.Техническое состояние здания	0.33	5.00	3.00	1.00	1.00	9.00	1.89	0.21
6.Возможность изменения целевого назначения	0.14	0.33	0.20	0.11	0.11	1.00	0.22	0.03
Сумма	2.15	19.33	14.53	5.64	5.64	34.00	8.84	1.00

Таблица 6

Сравнение альтернатив по критериям. Функционирование строительной техники

4. Функционирование строит. техники	Место-положение	Инфраструктура	Эколог. влияние	Объемно-планиров. хар-ки	Тех.сост. здания	Возможность изменения целев.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	5.00	7.00	3.00	5.00	9.00	4.10	0.43
2.Инфраструктура	0.20	1.00	5.00	0.33	0.20	7.00	0.88	0.09
3.Экологическое влияние	0.14	0.20	1.00	0.20	0.14	7.00	0.42	0.04
4.Объемно-планировочные характеристики	0.33	3.00	5.00	1.00	0.33	9.00	1.57	0.16
5.Техническое состояние здания	0.20	5.00	7.00	3.00	1.00	9.00	2.40	0.25
6.Возможность изменения целевого назначения	0.11	0.14	0.14	0.11	0.11	1.00	0.17	0.02
Сумма	1.99	14.34	25.14	7.64	6.79	42.00	9.54	1.00

Таблица 7

Сравнение альтернатив по критериям. Трудовые ресурсы

5. Трудовые ресурсы	Место-положение	Инфраструктура	Эколог. влияние	Объемно-планиров. ха-ки	Тех.сост. здания	Возможность изменения целев.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	5.00	9.00	0.33	0.33	7.00	1.81	0.20
2.Инфраструктура	0.20	1.00	7.00	0.33	0.33	7.00	1.01	0.11
3.Экологическое влияние	0.11	0.14	1.00	0.20	0.20	5.00	0.38	0.04
4.Объемно-планировочные характеристики	3.00	3.00	5.00	1.00	1.00	9.00	2.72	0.31
5.Техническое состояние здания	3.00	3.00	5.00	1.00	1.00	9.00	2.72	0.31
6.Возможность изменения целевого назначения	0.14	0.14	0.20	0.11	0.11	1.00	0.19	0.02
Сумма	7.45	12.29	27.20	2.98	2.98	38.00	8.84	1.00

Таблица 8

Сравнение альтернатив по критериям. Сроки строительства

6. Сроки строительства	Место-положение	Инфраструктура	Эколог. влияние	Объемно-планиров. хар-ки	Тех.сост. здания	Возможность изменения целев.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	5.00	7.00	0.33	0.20	7.00	1.59	0.16
2.Инфраструктура	0.20	1.00	7.00	0.20	0.14	7.00	0.81	0.08
3.Экологическое влияние	0.14	0.14	1.00	0.14	0.11	3.00	0.31	0.03
4.Объемно-планировочные характеристики	3.00	5.00	7.00	1.00	3.00	9.00	3.76	0.38
5.Техническое состояние здания	5.00	7.00	9.00	0.33	1.00	9.00	3.13	0.32
6.Возможность изменения целевого назначения	0.14	0.14	0.33	0.11	0.11	1.00	0.21	0.02
Сумма	9.49	18.29	31.33	2.12	4.57	36.00	9.82	1.00

Таблица 9

Сравнение альтернатив по критериям. Сроки строительства

7. Сметная стоимость	Место-положение	Инфраструктура	Эколог. влияние	Объемно-планиров. хар-ки	Тех.сост. здания	Возможность изменения целев.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	7.00	9.00	0.33	0.33	9.00	1.99	0.20
2.Инфраструктура	0.14	1.00	7.00	0.14	0.14	7.00	0.72	0.07
3.Экологическое влияние	0.11	0.14	1.00	0.11	0.11	7.00	0.33	0.03
4.Объемно-планировочные характеристики	3.00	7.00	9.00	1.00	1.00	9.00	3.46	0.34
5.Техническое состояние здания	3.00	7.00	9.00	1.00	1.00	9.00	3.46	0.34
6.Возможность изменения целевого назначения	0.11	0.14	0.14	0.11	0.11	1.00	0.17	0.02
Сумма	7.37	22.29	35.14	2.70	2.70	42.00	10.14	1.00

Таблица 10

Сравнение альтернатив по критериям. Материальные ресурсы.

8. Материальные ресурсы	Место-положение	Инфраструктура	Эколог. влияние	Объемно-планиров. ха-ки	Тех.сост. здания	Возможность изменения целев.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	7.00	9.00	5.00	5.00	9.00	4.92	0.49
2.Инфраструктура	0.14	1.00	5.00	0.33	0.33	5.00	0.86	0.09
3.Экологическое влияние	0.11	0.20	1.00	0.14	0.14	3.00	0.33	0.03
4.Объемно-планировочные характеристики	0.20	3.00	7.00	1.00	1.00	9.00	1.83	0.18
5.Техническое состояние здания	0.20	3.00	7.00	1.00	1.00	9.00	1.83	0.18
6.Возможность изменения целевого назначения	0.11	0.20	0.33	0.11	0.11	1.00	0.21	0.02
Сумма	1.77	14.40	29.33	7.59	7.59	36.00	9.99	1.00

Таблица 11

Сравнение альтернатив по критериям. Источники финансирования

9. Источники финансирования	Место-положение	Инфра-структура	Эко-лог.влияние	Объемно-планиров. ха-ки	Тех.сост. здания	Возмож-ность изме-нения целев.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	3.00	7.00	5.00	5.00	3.00	3.41	0.38
2.Инфраструктура	0.33	1.00	9.00	5.00	5.00	5.00	2.69	0.30
3.Экологическое влияние	0.14	0.11	1.00	0.14	0.20	0.14	0.20	0.02
4.Объемно-плани-ровочные характе-ристики	0.20	0.20	7.00	1.00	5.00	5.00	1.38	0.15
5.Техническое со-стояние здания	0.20	0.20	5.00	0.20	1.00	0.33	0.49	0.05
6.Возможность из-менения целевого назначения	0.33	0.20	7.00	0.20	3.00	1.00	0.81	0.09
Сумма	2.21	4.71	36.00	11.54	19.20	14.48	8.98	1.00

Таблица 12

Сравнение альтернатив по критериям. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства

10. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства	Место-положение	Инфра-структура	Эко-лог.влияние	Объемно-планиров. ха-ки	Тех.сост. здания	Возмож-ность изме-нения целев.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	3.00	7.00	5.00	1.00	9.00	3.13	0.34
2.Инфраструктура	0.33	1.00	5.00	5.00	0.20	7.00	1.51	0.16
3.Экологическое влияние	0.14	0.20	1.00	0.33	0.14	0.33	0.28	0.03
4.Объемно-плани-ровочные характе-ристики	0.20	0.20	3.00	1.00	0.20	3.00	0.64	0.07
5.Техническое со-стояние здания	1.00	5.00	7.00	5.00	1.00	9.00	3.41	0.37
6.Возможность из-менения целевого назначения	0.11	0.14	3.00	0.33	0.11	1.00	0.35	0.04
Сумма	2.79	9.54	26.00	16.67	2.65	29.33	9.32	1.00

3.1. Анализ матриц критериев.

Делим все элементы матрицы на сумму эле-ментов соответствующего столбца:

$$A_{ij}=a_{ij}/S_j \quad (1)$$

Данное действие называется нормировкой матрицы. Столбец «СР.ЗНАЧ» задаёт веса критериев с точки зрения поставленной цели. Этот столбец называется весовым столбцом критериев по цели [12]. Проведя данное действие получаем следующие данные (табл. 13)

Таблица 13

Результаты полученных критериев

	Вес в долях	Вес в процентах
1. Конструктивные хар-ки	0.047	4.7 %
2. Технология строительства	0.106	10.6 %
3. Качество строительных мат-в	0.112	10.8 %
4. Функционирование строит.техники	0.050	5.0 %
5. Трудовые ресурсы	0.033	3.3 %
6. Сроки строительства	0.288	28.8 %
7. Сметная стоимость	0.219	21.9 %
8. Материальные ресурсы	0.100	10.9 %
9. Источники финансирования	0.030	3.0 %
10. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства	0.014	1.4 %

С точки зрения удовлетворения нашей цели наиболее весомым являются сроки строительства (28,8 %), далее идёт сметная стоимость (21,9 %), а потом материальные ресурсы (10,9 %).

3.2. Анализ матриц альтернатив.

Повторяем действия пункта 3.1 для матриц попарного сравнения альтернатив по критериям. В итоге получаем столбцы весовых коэффициентов объектов сравнения с точки зрения соответствия отдельным критериям. Результаты представлены в таблицах 14–23.

Таблица 14

Результаты полученных весовых коэффициентов. Конструктивные характеристики

1. Конструктивные хар-ки	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.110	11.0 %
2.Инфраструктура	0.044	4.4 %
3.Экологическое влияние	0.036	3.6 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.257	25.7 %
5.Техническое состояние здания	0.425	42.5 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.140	14.0 %

Получили вектор весов объектов по критерию «конструктивные характеристики». По кри-

терию «конструктивные характеристики» наиболее весомым является техническое состояние здания (42,5 %).

Таблица 15

Результаты полученных весовых коэффициентов. Технология строительства

2. Технология строительства	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.108	10.8 %
2.Инфраструктура	0.080	8.0 %
3.Экологическое влияние	0.051	5.1 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.457	45.7 %
5.Техническое состояние здания	0.296	29.6 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.058	5.8 %

Получили вектор весов объектов по критерию «технология строительства». По критерию «технология строительства» наиболее весомым

является техническое объемно-планировочные характеристики (45,7 %).

Таблица 16

Результаты полученных весовых коэффициентов. Качество строительных материалов

3. Качество строительных мат-в	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.413	41.3 %
2.Инфраструктура	0.054	5.4 %
3.Экологическое влияние	0.093	9.3 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.207	20.7 %
5.Техническое состояние здания	0.207	20.7 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.028	2.8 %

Получили вектор весов объектов по критерию «качество строительных материалов». По критерию «местоположение» наиболее весомым

является техническое объемно-планировочные характеристики (41,3 %).

Таблица 17

Результаты полученных весовых коэффициентов. Функционирование строительной техники

4. Функционирование строит.техники	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.412	41.2 %
2.Инфраструктура	0.101	10.1 %
3.Экологическое влияние	0.057	5.7 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.162	16.2 %
5.Техническое состояние здания	0.247	24.7 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.021	2.1 %

Получили вектор весов объектов по критерию «Функционирование строительной тех-

ники». По критерию «функционирование строительной техники» наиболее весомым является местоположение (41,2 %).

Таблица 18

Результаты полученных весовых коэффициентов. Трудовые ресурсы

5. Трудовые ресурсы	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.213	21.3 %
2.Инфраструктура	0.129	12.9 %
3.Экологическое влияние	0.055	5.5 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.290	29.0 %
5.Техническое состояние здания	0.290	29.0 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.023	2.3 %

Получили вектор весов объектов по критерию «трудовые ресурсы». По критерию «трудо-

вые ресурсы» наиболее весомым является 2 параметра Объемно-планировочные характеристики и Техническое состояние здания (29,0 %).

Таблица 19

Результаты полученных весовых коэффициентов. Сроки строительства

6. Сроки строительства	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.166	16.6 %
2.Инфраструктура	0.103	10.3 %
3.Экологическое влияние	0.038	3.8 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.365	36.5 %
5.Техническое состояние здания	0.304	30.4 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.023	2.3 %

Получили вектор весов объектов по критерию «сроки строительства». По критерию «сроки

строительства» наиболее весомым является объемно-планировочные характеристики (36,5 %).

Таблица 20

Результаты полученных весовых коэффициентов. Сметная стоимость

7. Сметная стоимость	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.195	19.5 %
2.Инфраструктура	0.089	8.9 %
3.Экологическое влияние	0.050	5.0 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.322	32.2 %
5.Техническое состояние здания	0.322	32.2 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.022	2.2 %

Получили вектор весов объектов по критерию «сметная стоимость». По критерию «сметная стоимость» наиболее весомым 2 параметра

Объемно-планировочные характеристики и Техническое состояние здания (32,2 %).

Таблица 21

Результаты полученных весовых коэффициентов. Материальные ресурсы

8. Материальные ресурсы	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.278	27.8 %
2.Инфраструктура	0.091	9.1 %
3.Экологическое влияние	0.039	3.9 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.388	38.8 %
5.Техническое состояние здания	0.179	17.9 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.024	2.4 %

Получили вектор весов объектов по критерию «материальные ресурсы». По критерию «ма-

териальные ресурсы» наиболее весомым является объемно-планировочные характеристики (38,8 %).

Таблица 22

Результаты полученных весовых коэффициентов. Источники финансирования

9. Источники финансирования	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.364	36.4 %
2.Инфраструктура	0.275	27.5 %
3.Экологическое влияние	0.025	2.5 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.170	17.0 %
5.Техническое состояние здания	0.061	6.1 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.105	10.5 %

Получили вектор весов объектов по критерию «источники финансирования». По критерию

«источники финансирования» наиболее весомым является местоположение (36,4 %).

Таблица 23

Результаты полученных весовых коэффициентов. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства

10. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.321	32.1 %
2.Инфраструктура	0.172	17.2 %
3.Экологическое влияние	0.033	3.3 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.074	7.4 %
5.Техническое состояние здания	0.356	35.6 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.044	4.4 %

Получили вектор весов объектов по критерию «Непредвиденные форс мажорные обстоятельства». По критерию «Непредвиденные форс мажорные обстоятельства» наиболее весомым является техническое состояние здания (35,6 %).

5. Определяем веса альтернатив
В результате пункта 3 сформированы:
1) Вектор весов критериев (табл. 24).

Таблица 24

Вектор весов критериев

	Вес в долях
1. Конструктивные хар-ки	0.047
2. Технология строительства	0.106
3. Качество строительных мат-в	0.112
4. Функционирование строит.техники	0.050
5. Трудовые ресурсы	0.033
6. Сроки строительства	0.288
7. Сметная стоимость	0.219
8. Материальные ресурсы	0.100
9. Источники финансирования	0.030
10. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства	0.014

2) Матрица весов альтернатив по каждому критерию (состоящая из полученных весовых

столбцов) табл. 25.

Таблица 25

Матрица весов альтернатив по каждому критерию

	Кон-структивны-ехар-ки	Техно-логия стр-ва	Каче-ство строит. мате-риалов	Функц-ние строит. тех-ники	Трудо-вые ре-сурсы	Сроки стр-ва	Смет-ная стои-мость	Мате-риал.р есурсы	Исто-чники финан-сиров.	Непред-и форс-мажор-ные об-стоятел.
1.Местоположение	0.110	0.108	0.413	0.412	0.213	0.166	0.195	0.278	0.364	0.321
2.Инфраструктура	0.044	0.080	0.054	0.101	0.129	0.103	0.089	0.091	0.275	0.172
3.Экологическое влияние	0.036	0.051	0.093	0.057	0.055	0.038	0.050	0.039	0.025	0.033
4.Объемно-плани-ровочные характе-ристики	0.257	0.457	0.207	0.162	0.290	0.365	0.322	0.388	0.170	0.074
5.Техническое со-стояние здания	0.425	0.296	0.207	0.247	0.290	0.304	0.322	0.179	0.061	0.356
6.Возможность из-менения целевого назначения	0.140	0.058	0.028	0.021	0.023	0.023	0.022	0.024	0.105	0.044

Умножаем полученную матрицу на столбец по правилу строка на столбец (матрично), получаем веса альтернатив с точки зрения достижения цели

$$\begin{pmatrix}
 0.110 & 0.108 & 0.413 & 0.412 & 0.213 & 0.166 & 0.195 & 0.278 & 0.364 & 0.321 \\
 0.044 & 0.080 & 0.054 & 0.101 & 0.129 & 0.103 & 0.089 & 0.091 & 0.275 & 0.172 \\
 0.036 & 0.051 & 0.093 & 0.057 & 0.055 & 0.038 & 0.050 & 0.039 & 0.025 & 0.033 \\
 0.257 & 0.457 & 0.207 & 0.162 & 0.290 & 0.365 & 0.322 & 0.388 & 0.170 & 0.074 \\
 0.425 & 0.296 & 0.207 & 0.247 & 0.290 & 0.304 & 0.322 & 0.179 & 0.061 & 0.356 \\
 0.140 & 0.058 & 0.028 & 0.021 & 0.023 & 0.023 & 0.022 & 0.024 & 0.105 & 0.044
 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix}
 0.047 \\
 0.106 \\
 0.112 \\
 0.050 \\
 0.033 \\
 0.288 \\
 0.219 \\
 0.100 \\
 0.030 \\
 0.014
 \end{pmatrix}$$

Таблица 26

Веса альтернатив с точки зрения достижения поставленной цели

	Вес в долях	Вес в процентах
1.Местоположение	0.224	22.40 %
2.Инфраструктура	0.094	9.40 %
3.Экологическое влияние	0.065	6.50 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.321	32.10 %
5.Техническое состояние здания	0.279	27.90 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.079	7.86 %

Вывод. Таким образом, с помощью метода анализа иерархий установили приоритеты параметров влияющих на решение о проведении реновации. Из составленных расчетных таблиц видно, что при выборе инвестиционного проекта реновации самым важным критерием является объемно-планировочное решение. Техническое состояние здания и местоположение объекта также оказывают существенное влияние на выбор

инвестиционного проекта реновации. Однако техническое состояние имеет большее значение коэффициента 0,279 по сравнению с местоположением – 0,224 [13].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакрунов Ю.О. «Методология развития делоперской деятельности в инвестиционно-

строительной сфере: автореф. д-ра экон. наук. М., 2010. 37 с.

2. Берёза А.Н. Реновация промышленных территорий // III международная научно-практическая конференция актуальные проблемы международных отношений в условиях формирования мультиполярного мира. Сборник статей С. 12–17

3. Ромм А.П. Методические основы оценки городских земель // Аудиторские ведомости. 1999. № 3. С. 61–74.

4. Быстров П.Н., Закиров Р.С. К вопросу о реновации промышленных территорий в центральной части города // Известия КГАСУ. 2006. № 1(5). С. 59–63.

5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1993. 320 с.

6. Жариков И.С. Методологический подход к учету технического состояния объектов недвижимости при определении их стоимостных характеристик // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. 2014. № 22. С. 100–104.

7. Авилова И.П., Жариков И.С. Методика оценки инвестиционной привлекательности реконструкции здания (сооружения) для последующей его реализации как объекта недвижимости коммерческого, жилого или социального назначения // Экономика и предпринимательство. 2015. № 4-1 (57-1). С. 966–971.

8. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. Успех реализации инвестиционно-строительного проекта в контексте инфраструктурных

факторов // Научные труды SWorld. 2015. Выпуск 3(40). Том 9. С. 40–44.

9. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. К вопросу об учете рисков при анализе эффективности инвестиционно-строительных проектов // Образование и наука: современное состояние и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 августа 2015 г. Том 1. Тамбов, 2015. С. 180–183.

10. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. Строительное инвестирование как особый вид инвестиционной деятельности // Мир науки и инноваций. Выпуск 2(2). Том 9. Иваново: Научный мир, 2015. С. 61–65.

11. Абдразаков Ф.К., Поморова А.В., Байдина О.В., Жариков И.С. Современный механизм взаимоотношений участников инвестиционно-строительной деятельности // Экономика и предпринимательство. 2014. №12-3 (53-3). С. 557–561.

12. Авилова И.П., Жариков И.С., Товстий В.П. О содержательной основе ставки дисконтирования метода NPV // Экономика и предпринимательство. 2013. № 12–1 (41-1). С. 641–643.

13. Авилова И.П., Жариков И.С., Шарапова А.В., Желевский А.В. Комплексная модель технико-экономического обоснования инвестиционно-строительного проекта // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 5. С. 174–178.

Bereza A.N., Zharikov I.S.

THE APPROACH TO CHOOSING THE MOST EFFECTIVE MATHEMATICAL INVESTMENT PROJECT RENOVATION

Renovation is one of the most effective ways to repurpose unclaimed in the existing condition of the real estate or irrationally used areas. The main objective of the renovation is to increase the efficiency of operation of real estate. In the framework of renovation projects, the investor is faced with the question of which upgrade is the most effective from the point of view of financial, economic and time costs, and other factors. A universal approach to this question is no. According to experts, the economic efficiency and feasibility of renovation or new construction depends on the specific object. This paper proposes a mathematical approach, allowing you to select the main parameters affecting the economic efficiency of the renovation project.

Key words: renovation Project, analytic hierarchy process, investment attractiveness, economic efficiency.

Берёза Анастасия Николаевна, магистрант кафедры экспертизы и управления недвижимостью
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: a.n.bereza@yandex.ru

Жариков Игорь Сергеевич, старший преподаватель кафедры экспертизы и управления недвижимостью
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: igor_bgtu@mail.ru

*Поспелова Е.А., канд. техн. наук, доц.,
Мордова В.М., магистрант,
Здесенко В.А., асс.*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

РЕАЛИЗАЦИЯ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ

posp_el@mail.ru

В работе проанализирована возможность повышения эффективности функционирования системы менеджмента качества за счет применения внутренних аудитов. Дана оценка целесообразности их использования при реализации риск-ориентированного подхода, предусмотренного требованиями стандартов ISO серии 9000. Рассмотрены перспективы и особенности проведения внутренних аудитов.

Ключевые слова: *система менеджмента качества, процессный подход, риск-ориентированное мышление, внутренний аудит.*

Самым распространенным подходом к управлению организацией в настоящее время принято считать внедрение систем менеджмента качества (СМК), которые позволяют:

- организовать и систематизировать деятельность организации таким образом, чтобы выпускаемая предприятием продукция, выполняемые работы и оказываемые услуги соответствовали требованиям потребителей, а также применимым законодательным и нормативно-правовым требованиям;
- создавать возможности для повышения удовлетворенности потребителей и как следствия конкурентоспособности предприятия;
- организовать систематическое проведение мониторинга и оценки осуществляемой деятельности с целью устранения несоответствий и повышения качества работ;
- подтвердить статус организации на международных рынках посредством получения сертификата соответствия на СМК на соответствие международным стандартам ISO серии 9000 и его использование в контрактных ситуациях [1].

Несмотря на вышеперечисленные преимущества обеспечить эффективное функционирование СМК на практике остается весьма сложной задачей. В первую очередь это связано с реорганизацией не только производственной деятельности, но и всех сопутствующих работ организации, что требует больших трудозатрат. Работу по внедрению СМК может осложнить и непонимание руководством ее значимости, что оказывает большое влияние на качество выполнения работ персоналом организации в рамках внедренной системы и автоматически приравнивает потенциальные выгоды к нулю. Это свидетельствует о необходимости вовлечения всех сотрудников для выполнения работ в рамках СМК и поддержания

ее функционирования, что позволит организации наладить свою деятельность с минимизацией различных издержек и повысить ее значимость на мировом рынке.

Однако, процесс интеграции СМК с деятельностью организации и работы по ее совершенствованию облегчаются за счет стандартизованного подхода к ее внедрению, который реализуется в международных стандартах ISO серии 9000, в частности в ГОСТ ISO 9001-2011 «Системы менеджмента качества. Требования».

Четкая регламентация работ в рамках системы менеджмента качества и документирование их результатов, предусмотренные требованиями ГОСТ ISO 9001-2011, позволяют наладить процесс оценки функционирования внедренной системы и привести ее в управляемое состояние. Согласно данному стандарту этого можно достигнуть посредством систематического проведения внутренних аудитов (проверок), в рамках которых оценивается соответствие выполняемых работ запланированным мероприятиям в области качества.

Сам внутренний аудит при этом рассматривается как систематический, независимый и документируемый процесс получения свидетельств аудита и объективного их оценивания с целью установления степени выполнения согласованных критериев аудита [2].

Целесообразность применения внутренних аудитов для оценки системы менеджмента качества обуславливается возможностью решения следующих задач организации:

- подтверждение соответствия деятельности запланированным результатам в области качества и оценка эффективности функционирования СМК в целом;

- анализ и устранение причин выявленных несоответствий;
- разработка и осуществление корректирующих действий;
- ознакомление и формирование понимания персоналом целей, задач и требований, установленных документами СМК;
- проектирование целей по совершенствованию системы менеджмента качества в целом и отдельных ее процессов.

Несмотря на вышеперечисленные преимущества применения внутренних аудитов, которые позволяют предприятиям минимизировать издержки, возникающие в его деятельности, зачастую практически без внимания остается немаловажный аспект проверки, а именно поиск потенциальных несоответствий в функционировании процессов и работы по их предотвращению.

Важность этого направления в деятельности организации прослеживается в развитии положений, представленных международными стандартами ISO серии 9000, а именно в новой версии базового стандарта на системы менеджмента качества ГОСТ Р ИСО 9001-2015, который вводит понятие «риск-ориентированное мышление».

Ввиду того, что постоянное выполнение требований, предъявляемых к СМК, и учет потенциальных потребностей и ожиданий потребителей в условиях все более динамичной и сложной среды ставит перед организацией сложные задачи, в рамках риск-ориентированного мышления рекомендуется расширить объем выполняемых работ в дополнение к коррекции и постоянному улучшению, которые позволят организации определять факторы, влияющие на достижение запланированных результатов процессов и СМК в целом, а также минимизировать негативные последствия от их воздействия при максимальном использовании возникающих возможностей.

Концепция риск-ориентированного мышления подразумевалась и в предыдущей версии стандарта на СМК ГОСТ ISO 9001-2011 при реализации предупреждающих действий, направленных на исключение потенциальных несоответствий, анализ любых несоответствий, которые возникают, и принятие мер по предотвращению их повторения. При этом следует отметить, что в ходе сравнения международных стандартов ГОСТ ISO 9001-2011 и ГОСТ Р ИСО 9001-2015 были выявлены следующие нововведения, которые целесообразно рассмотреть в рамках изучаемого вопроса:

- в новой версии стандарта нет отдельно выделенного раздела «предупреждающие действия», это понятие выражено посредством риск-ориентированного мышления при установлении требований к СМК;

- переход к понятию «документированная информация», который сопровождается отменой обязательного характера существовавших ранее документов;

- рассмотрение критериев и охвата проведения проверок для каждой отдельно проводимой процедуры аудита в рамках установленной периодичности;

- появление понятия «риски», предусматривающего необходимость их учета при проведении внутренних аудитов. В большей степени это связано с риском не достижения изначально поставленных целей, а также с возможностью вмешательства процедуры аудита в деятельность проверяемой организации.

На основании вышесказанного можно сделать следующий вывод: хорошим подспорьем в реализации риск-ориентированного подхода к менеджменту качества станет применение внутренних аудитов, которые по своей сути сопровождаются определением рисков, возникающих в ходе функционирования СМК, с целью их дальнейшего устранения или сведения до допустимых пределов.

Практическая же реализация внутренних проверок с учетом риск-ориентированного мышления будет охватывать не только оценку выполненных работ и формирование рекомендаций по выявленным несоответствиям, но и проводить поиск возможностей для совершенствования деятельности и минимизацию рисков для достижения результативности СМК и предотвращения негативных последствий [3]. Таким образом проведенные риск-ориентированные аудиты позволят укрепить уверенность руководства организации в том, что риски деятельности идентифицируются, анализируются и управляются в соответствии с установленным порядком [4].

В рамках риск-ориентированного мышления, предложенного в новой версии стандарта на системы менеджмента качества ГОСТ Р ИСО 9001-2015, при проведении аудитов необходимо учитывать следующие особенности:

- направленность на поиск областей для улучшения: акцентируется внимание не только на фактических несоответствиях, но и на потенциальных, которые могут возникнуть в определенные промежутки времени или при особых обстоятельствах. Выявлять такие несоответствия позволяет методология оценки рисков, рассматривающая возможность и тяжесть от их возникновения, а по итогу позволяющая разрабатывать комплекс мероприятий, направленных на устранение несоответствий данного вида;

- ориентация на скоординированные действия, осуществляемые на постоянной основе в целях контроля за деятельностью организации;

- рассмотрение частоты и методов проведения проверок, а также критериев и охвата, устанавливаемых для каждой отдельно проводимой процедуры аудита в рамках принятой периодичности, что определено целесообразностью и необходимостью жесткого контроля при критических работах;

- замена обязательной документированной процедуры на данный процесс «документированной информацией», содержание которой остается прежней, однако вариативный характер может иметь форма данных документов, которую определяет высшее руководство организации [5].

Основными преимуществами риск-ориентированного аудита перед устоявшейся на практике процедурой его проведения являются:

- идентификация, анализ и управление потенциальными несоответствиями;

- возможность минимизировать затраты на устранение несоответствий и связанных с ними сопутствующих действий;

- обеспечение бесперебойной и результативной работы СМК;

- адаптация к привычной деятельности организации по осуществлению контроля;

- формирование системного подхода к качеству управления рисками;

- контроль за эффективностью реализуемых мероприятий по устранению рисков, а также учет факторов повышенного риска.

Однако любое предприятие при переходе на риск-ориентированный аудит может столкнуться с определенными сложностями, которые в дальнейшем могут снизить эффективность его применения. К ним относятся:

- сохранение процедурой внутреннего аудита необходимости документирования всех функционирующих на предприятии процессов с целью создания объективных свидетельств их соответствия требованиям международного стандарта ISO 9001 в условиях перехода к «документированной информации»;

- необходимость повышения квалификации персонала;

- увеличение временных затрат на подготовку и внедрение риск-ориентированного подхода в деятельности организации;

- необходимость в ориентировании первых лиц предприятия на проведение менеджмента рисков в том объеме, в котором это необходимо, а также повсеместное распространение методики оценки рисков.

Всех этих сложностей можно избежать в результате ориентации всей деятельности предприятия на предлагаемую методологию, а не только процедуры внутреннего аудита. Риск-ориентиро-

ванный подход должен внедряться на предприятии аналогично методологии TQM, которая подразумевает вовлечение всех сотрудников в деятельность организации и их ориентацию на качественное выполнение работ [6]. Только в рамках риск-ориентированного подхода все сотрудники предприятия должны быть включены в деятельность по идентификации, анализу и управления рисками, что сформирует понимание целесообразности и разумности проведения предупреждающих действий, чем устранения уже возникших несоответствий, путем реализации корректирующих действий.

По результатам выполненной работы можно сделать вывод, что новый подход к планированию и проведению внутренних проверок позволит повысить их эффективность за счет предоставления высшему руководству информации, отражающей необходимость мероприятий, направленных на улучшение деятельности и удержание выявленных рисков на необходимом для организации уровне. При этом риск-ориентированный аудит позволит повысить конкурентоспособность данного предприятия, а также создаст положительный имидж у потребителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Митякина Н.А., Стрекозова Л.В., Товстий В.П. Реализация процессного подхода при создании систем менеджмента качества // Экономика и предпринимательство. 2015. № 11 (2). С. 786–789.
2. ГОСТ Р ИСО 19011-2012 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента. М: Стандартинформ, 2013, 41 с.
3. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. М: Стандартинформ, 2015, 32 с.
4. Исаев С.В. Развитие процедуры внутреннего аудита на основе методики оценки рисков // Методы менеджмента качества. 2014. №10. С. 20–26.
5. Езрахович А.Я., Дзедик В.А., Банных Ю.М Новая версия ISO 9001:2015 // Методы менеджмента качества. 2014. №7. С. 33–36.
6. Степанов А.М., Митякина Н.А., Стрекозова Л.В. Концепция TQM и возможности ее использования в российской практике // Экономика и предпринимательство. 2015. №11 (2). С. 841–844.

Pospelova E.A., Mordova V.M., Zdesenko V.A.

REALIZATION OF RISK-ORIENTED APPROACH FOR INTERNAL AUDITS

In the article the possibility of increasing the efficiency of quality management systems by the use of internal audits is analyzed. The estimation of expediency of their use in realization of the risk-oriented approach provided by requirements of standards ISO of a series 9000 is given. Prospects and peculiarities of internal audits are described.

Key words: *quality management system, process approach, risk-oriented thinking, internal audit.*

Поспелова Елена Алексеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и управления качеством

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: posp_el@mail.ru

Здесенко Виктория Александровна, ассистент кафедры стандартизации и управления качеством.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: vitzades@yandex.ru

Мордова Виктория Михайловна, магистрант кафедры стандартизации и управления качеством.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: mordova_v@mail.ru

DOI: 10.12737/article_5968b453557b07.43465441

Джемали Ольтиона, аспирант,
Стрябкова Е.А., д-р экон. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

oltionaxhemali@hotmail.com

В данной статье нами рассматривается актуальная проблема повышения уровня инновационного развития Белгородской области. Объект исследования – инновационная система и инновационная инфраструктура Белгородского региона. Проведенный качественный анализ дал возможность выявить сильные и слабые стороны Белгородской области, определить степень интенсивности протекания инновационного процесса, а также оценить и дать прогноз развития и использования инновационного потенциала Белгородской области.

Ключевые слова: инновационная деятельность, инновационное развитие, инновационный потенциал региона, региональная инновационная система.

Введение : На сегодняшний день, стратегии развития всех регионов объединяет одна общая цель – стремление к созданию надежной инновационной экономико-социальной системы, которая бы обеспечивала высокий уровень и достойное качество жизни населения региона и гарантировала решение проблемы нехватки ресурсов, энергии, повышала бы уровень технологической и демографической безопасности Российской Федерации в целом и отдельного региона в частности, а также способствовала реализации стратегических интересов страны на мировом поприще. По мнению Гуриевой Л.К. [7], наступающая новая длинная волна экономического роста приведет к росту технологического уровня и возникновению совершенно иной системы общественных отношений.

Основная часть. Основным фактором роста конкурентоспособности любого региона на внутригосударственном и международном рынках и достижения стремительного экономического роста является развитие инноваций. В рамках стратегии программы Белгородской интеллектуально-инновационной системы, которая нацелена на становление Белгородского региона одним из основных центров инновационной структуры Российской Федерации, утвержден План первоочередных мероприятий по созданию и реализации программы Белгородской интеллектуально-инновационной системы. Основными направлениями данной программы служат развитие инновационной среды области в целом, городских агломераций и сельских территорий в частности, модернизация и совершенствование дорожной инфраструктуры, освоение биологического земледелия.

Далее более подробно рассмотрим сам процесс регулирования инновационной деятельности в рамках структуры. Инновационная деятель-

ность осуществляется на базе различных административно-территориальных образований, которые отличны друг от друга по многим признакам, таким как: уровень экономического и социального развития, степень обеспеченности ресурсами, климат, площадь территории, численность и состав населения, культура быта населения, а также другим параметрам и, следовательно, различные условия реализации обеспечивают совершенно различные возможности реализации инновационного развития.

О.Н. Владимирова в своей работе считает, что любая региональная инновационная система – это ничем не заменимая часть общей национальной инновационной системы, которая создается и развивается согласно приоритетам государственной инновационной политики [6].

Процесс формирования региональных инновационных систем в России активизировался по большей части в последние годы и, как показывает наш анализ научных публикаций различных авторов, написанных по данной проблеме, одним из самых важнейших и необходимых факторов данной ситуации является наличие экономических отношений, которые бы требовали повышения инновационной активности.

Мы солидарны с Т.Н. Похилько, считаем, что процесс инновационного развития состоит из двух главных частей – реализации инновационных проектов и развития инновационного потенциала [13]. Е.В. Борисова в своей работе указывает, что всю сущность инновационной системы можно описать, как целую и неразрывную совокупность взаимодействующих социальных институтов и организаций, которые воплощают научные знания в новые виды конкурентоспособной продукции и услуг с целью обеспечения социально-экономического роста [5]. Следовательно, для проведения качественного анализа процесса инновационного развития экономики

Белгородской области необходимо рассмотреть инновационные проекты, реализуемые в регионе, и инновационную инфраструктуру.

Разработка и действие региональной инновационной системы базируется, в первую очередь, на нормативно-правовой базе, регламентирующей инновационную деятельность. Начиная с 2009 года регулирование региональной инновационной системы осуществляется согласно положениям закона «Об инновационной деятельности и инновационной политике на территории Белгородской области», наблюдательным органом с функциями курирования является действующий Совет по инновационной политике при губернаторе Белгородской области. В документах социально-экономического плана отражена часть аспектов регулирования такой деятельности [2].

В 2010 году была создана Стратегия социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года, в которой определены целевые показатели, отражающие эффективность работы всех функций региональной инновационной системы по обеспечению устойчивого развития [3]. Региональная инновационная инфраструктура условно разделяется на четыре основные группы: производственно-технологическую, информационную и экспертно-консалтинговую, финансовую, а также кадровую инфраструктуру.

В Белгородской области, базируясь на платформе региональных вузов эффективно действуют технопарки, центры трансфера технологий, инновационно-технологические центры, бизнес-инкубаторы, центры коллективного пользования. В Белгородском регионе созданы 2

«упаковочные» компании: «Центр инновационного консалтинга» на платформе НИУ «БелГУ» и «Научно-инновационный образовательный центр в области наносистем в строительном материаловедении» на платформе БГТУ им. В. Г. Шухова.

На сегодняшний день в Белгородской области при крупнейших высших учебных заведениях действуют более 90 малых предприятия, занимающихся инновационной деятельностью. Из них около 60 предприятия функционируют согласно Федеральному закону от 2.08.2009 года № 217-ФЗ. Согласно упомянутому закону право пользования результатами интеллектуальной деятельности всех высших учебных заведений (секреты производства, патенты, свидетельства) вносятся в уставный капитал предприятий. Остальные малые предприятия — заключили с вузами соглашение о совместной деятельности с целью научно-технического сотрудничества.

По мнению О.Н. Владимировой, основополагающим элементом, который обеспечивает эффективность работы любой региональной инновационной системы, можно назвать присутствие полноценной инновационной инфраструктуры [6]. В Белгородской области имеется всего 13 организаций инновационной инфраструктуры. В составе которых 2 крупнейших вуза области, 3 инновационно-технологических центра, центр новых информационных технологий, агротехнопарк, технополис, центр научно-технической информации, 2 центра коллективного пользования научным оборудованием и т.д. (рис. 1)

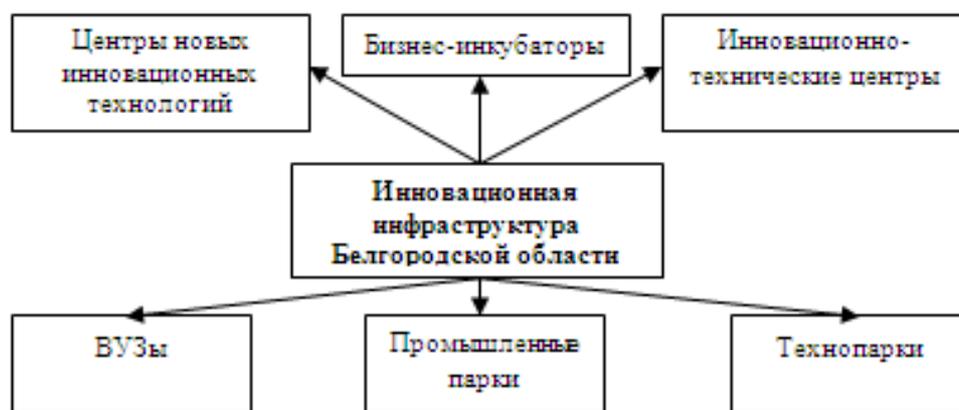


Рис. 1. Инновационная инфраструктура Белгородской области

Говоря о составляющих инновационной структуры Белгородской области, необходимо более детально рассмотреть такую важнейшую ее часть как промышленный парк «Северный». Реализация данного проекта началась в конце 2008 года в северной части Белгорода.

Площадь проекта составляет более 24 га, на которых строятся здания промышленного типа общей площадью более 70 тыс. м², в них будут располагаться не менее 30 предприятий, а также административный корпус площадью 10 тыс. м². Промышленный парк предоставляет

предприятиям в аренду помещения производственного, складского и административного типа, которые полностью обеспечены самой мощной на сегодняшний день инженерной инфраструктурой и подъездными путями. У резидентов промышленного парка есть возможность участия в проектировании производственных помещений, с целью максимального учета специфики применяемых технологий производства.

С учетом основных приоритетов инновационного развития Белгородской области и технологической модернизации, на территории промышленного парка формируются два основных направления инновационной деятельности – это инновации в медицинских технологиях и инновации в сфере энергосбережения.

В рамках направления энергосберегающих технологий в будущем планируется формирование производственного бизнес-инкубатора энергосберегающих технологий межрегионального уровня. Производственный бизнес-инкубатор будет состоять из энергоэффективного дома, благодаря конструкции и инженерной системе которого практически в 6 раз будут снижены затраты на теплоснабжение, и производственные помещения, в которых будут размещены малые предприятия, производящие оборудование для энергосберегающих технологий.

24 марта 2017 года Правительством Российской Федерации было принято распоряжение, в содержании которого утверждается распределение субсидий, направленных на возмещение затрат на создание и обустройство инфраструктуры среди субъектов Российской Федерации промышленных парков. Данный документ предусматривает, что Белгородская область в 2017 году получит из федерального бюджета компенсацию затрат на создание инженерной инфраструктуры промышленного парка «Северный» в объеме 100 млн. рублей. Ещё 100 млн. рублей область должна получить в 2018 году и 130 млн. – в 2019-м.

Инновационная структура Белгородской области имеет довольно представительный состав, но нельзя не отметить наличие дисбаланса структурного плана. В области очень слабо развиты некоторые субъекты инновационной структуры, а именно субъекты консалтингового и экспертного направлений, а также отсутствуют субъекты финансовой направленности и различные правовые институты. Исходя из этого, мы можем сделать вывод о том, что формирование региональной инновационной системы Белгородчины находится на первоначальных этапах развития и подвигается достаточно медленно по различным объективным и субъективным причинам.

Тип формирования региональной инновационной системы определяют показатели, характеризующие специфику конкретного региона, а именно размер сырьевой базы, геополитическое положение, демографическая ситуация и т.д. В Белгородской области имеется довольно значительный ресурсный потенциал, что двояко влияет на темпы экономического роста и развития: с одной стороны, это обеспечивает развитие сырьевых секторов экономики региона, с ориентацией на экспорт, но с другой стороны, это задерживает инновационное развитие.

К.В. Названова и П.Н. Захаров в своей работе пишут, что одним из основополагающих элементов, которые обеспечивали бы поддержку инновационной деятельности, можно назвать инвестиционный климат региона, состоящий из финансовых возможностей региона, инвестиционной привлекательности и инвестиционной активности конкретной области и явных и неявных инвестиционных рисков, соответствующих этому региону [12]. В ходе написания данной работы мы обратились к данным рейтингового агентства «Эксперт РА», по данным которого в 2016 году Белгородская область в соответствии со своим уровнем инвестиционной привлекательности заняла сектор 2В среди других регионов, имеющих средний уровень инвестиционного потенциала и умеренный риск инвестирования. По нашему мнению, такая позиция Белгородской области в рейтинговой шкале дает возможность инвестиций в инновационные проекты региона.

Белгородская область благоприятна для создания инновационной инфраструктуры, но имеют место некоторые факторы, которые противодействуют этому процессу. Конечно же, такие помехи особенно заметны на уровне бизнеса и выражаются либо в прямом неприятии инноваций, либо же в пассивном противодействии, заключающемся в стремлении ограничить инновации незаметными усовершенствованиями продукта или какого-либо процесса – то есть – псевдоинновациями.

Сами предприятия обладают рядом внутренних факторов такого пассивного противостояния коллектива предприятия и внедрению в работу хотя бы чего-то новоиспеченного. Л.В. Дорофеева в своей работе сделала вывод о том, что, чем сложнее инновация и чем обширнее изменения производственного, организационного, управленческого и иного характера происходят благодаря появлению этой инновации, тем больше сопротивление. И мы согласны с данным высказыванием. Особенно сильно это проявляется при внедрении комплексных инноваций, которые требуют изменения во всех подсистемах деятельности предприятия – технико-технологической,

экономической, организационной, кадровой, социальной [9].

В Белгородской области 10,1 % предприятий используют в своей деятельности инновации, в среднем по Российской Федерации эта доля меньше и составляет 9,7 %. В Белгородском регионе 16 организаций, регулярно проводящих исследования и разработки. Из года в год на протяжении долгого времени научные проекты и разработки белгородских разработчиков получают престижные награды в России и на международных конкурсах, но после этого чаще всего остаются невоплощёнными [15].

В ходе проведенного нами исследования мы сделали вывод о том, что, Белгородская область имеет в будущем благоприятный прогноз экономического развития инновационного климата, но несмотря на это на сегодняшний день они реализованы на низком уровне. По оценкам различных экспертов, в регионах с развитой экономикой почти 70% ВВП обеспечивается за счет инноваций.

Если говорить об основных мерах по обеспечению развития инновационной структуры Белгородской области, то нельзя не сказать, что в рамках совместных проектов с Минэкономразвития России продолжается реализация мероприятий по развитию инновационной деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства на условиях софинансирования, источником которого служит федеральный и региональный бюджет.

Для того чтобы обеспечить условия ускоренного инновационного развития Белгородской области, а также сформировать на ее территории частей национальной нанотехнологической сети правительством Белгородской области было подписано и реализовано соглашение о взаимодействии с ОАО «РОСНАНО». Согласно данному соглашению реализуются мероприятия долгосрочного характера в рамках целевой программы «Развитие nanoиндустрии Белгородской области на 2010–2014 годы. Они предусматривают поддержание высокого уровня спроса на инновационную и нанотехнологическую продукцию. Финансирование в рамках этой программы происходило за счет средств ОАО «РОСНАНО», а также бюджета Белгородской области и внебюджетных источников. Кроме того, на сегодняшний день при Губернаторе Белгородской области функционирование межведомственная комиссия по развитию nanoиндустрии [15].

На сегодняшний день, ведущими вузами Белгородской области, а именно БГТУ им. В.Г. Шухова и НИУ БелГУ, в сотрудничестве с ОАО «РОСНАНО» разрабатывает и реализует различные образовательные проекты в сфере инноваций и нанотехнологий. Необходимо отметить, БГТУ

им. В.Г. Шухова является единственным высшим учебным заведением страны, который осуществляет разработку эффективных образовательных программ и проектов по актуальному направлению «Нанотехнологии в строительном материаловедении». В области нанотехнологических программ воплощаются важнейшие инвестиционные проекты в сфере производства: протеинов нового поколения в Валуйском районе, наноцеллюлозы, производимой из свекловичного жома в г. Алексеевка, а также по росту объемов производства искусственного сапфира до показателей 266 тонн в год в Шебекинском районе.

Далее рассмотрим место Белгородской области в рейтинге инновационных регионов России в 2016 году. Упомянутый рейтинг представляет собой актуальные показатели инновационного развития всех субъектов России. Абсолютными лидерами являются г. Москва, г. Санкт-Петербург и Республика Татарстан. Эта список на протяжении всех лет формирования рейтинга не изменяется.

В рейтинге инновационных регионов 2016 года все регионы распределяются по группам следующим образом: в группу передовых регионов входят 27 субъектов Российской Федерации (сильные и средне-сильные инноваторы), 22 региона формируют группу средних инноваторов, и 36 регионов являются отстающими (средне-слабые и слабые инноваторы). Такая картина в целом соответствует картине распределения прошлого года: 29, 20 и 34 региона – соответственно, без учета г. Севастополя и Республики Крым

Белгородская область согласно данным рейтинга находится в группе средних новаторов, и имеет 29 ранг из 85 возможных. По сравнению с прошлым 2015 годом, Белгородская область поднялась в рейтинге на 5 позиций. Показатель инновационного развития области на 7,4% выше среднего уровня показателя в рейтинге инновационных регионов. То есть, мы может сделать вывод о том, что Белгородская область в сравнении с другими регионами находится примерно на среднем уровне и не является отстающим регионом. Далее проанализируем место Белгородской области в подрейтингах АИРР.

По уровню развития научных исследований и разработок Белгородская область находится на 19 месте в рейтинге. Удельный вес научных исследований и разработок области составляет 0,48 % в общей структуре всех разработок в стране, при среднем уровне данного показателя 0,43 %. Это хорошее значение показателя.

По результатам подрейтинга, отражающего уровень инновационной деятельности, а именно удельный вес организаций, осуществлявших тех-

нологические инновации, в общем числе организаций области и число используемых изобретений в расчете на миллион населения, Белгородская область находится на 40 месте, при этом имея удельный вес по стране 0,39 %, при среднем 0,38 %.

В подрейтинге, отражающем социально-экономические условия инновационной деятельности, а именно коэффициент обновления основных фондов, ВРП в расчете на одного занятого в экономике региона и т.д., Белгородская область занимает 56 место, имея при этом удельный вес 0,35 %, при среднесоюзном уровне 0,38 %. То есть мы можем сделать выводы о том, что в Белгородской области недостаточно развиты социально-экономические условия инновационной деятельности [18].

При рассмотрении подрейтинга, отражающего инновационную активность региона, учитывающего объем привлеченных инвестиций из федерального бюджета в инновационную сферу экономики региона в расчете на 1 млн. руб. ВРП, поддержку инновационных проектов федеральными институтами развития, Участие в конкурсах, проводимых ФОИВ и федеральными институтами развития и т.д., было выявлено, что Белгородская область занимает не самые высокие позиции. 56 место из 82 возможных, имея долю 0,35% в общей структуре, при среднем по стране уровне 0,38 %.

Итак, результаты рейтинга инновационного развития регионов за 2016 год показал, что Белгородская область находится на среднем уровне инновационного развития по сравнению с другими областями. В 2016 году область улучшила свои показатели. Белгородская область показала достойный результат в области развития научных исследований и разработок и уровень инновационной деятельности. К сожалению, рейтинг, отражающий инновационную активность региона и социально-экономические условия инновационной деятельности, показал, что эти области региональных инноваций в Белгородской области развиты на недостаточном уровне, который ниже среднего по стране.

Губернатор Белгородской области Е.С. Савченко, в рамках ежегодного отчета об итогах социально-экономического развития региона уделил много внимания такой теме как инновации в регионе. При рассмотрении стратегических задач региона на ближайшие 10 лет, Евгений Степанович обозначил, что на первом месте по важности стоит задача развития инновационной среды. Губернатор подчеркнул, что, в конце концов, инновационное развитие региона должно обеспечить лидерство области на глобальном и локальном

рынках, но самое главное поднять уровень и качество жизни населения Белгородской области на другой, более высокий уровень. Развитие инновационной среды создает творческую атмосферу и меняет образ мыслей и, соответственно, действий всех участников процесса.

Выводы В ходе работы нами было выделено несколько важнейших аспектов решения данной задачи. Во-первых, необходимость воплощения инноваций на базе собственной культуры и традиции; второе – надобность наращивания цены нематериальных активов; третье – формирование прогрессивной инфраструктуры науки и инноваций; четвертое – побуждение на сотворение негосударственной системы финансирования инноваций; пятое – создание упаковочно-внедренческой инфраструктуры; шестое – необходимость сотворения соответственной социальной инфраструктуры; седьмое – неувязка разработки системы кадрового обеспечения инновационного процесса. Для решения данной задачи в области в настоящее время проводятся активные мероприятия по созданию Белгородской интеллектуально-инновационной системы, которая будет согласовывать, и регулировать в соответствии с программой реализацию инновационных проектов (корпорация «Развитие», «Аврора-парк»).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный Закон от 02.08.2009 г. №217-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_90201/ (дата обращения 30.04.2017).
2. Закон Белгородской области от 01.10.2009 г. №296 «Об инновационной деятельности и инновационной политике на территории Белгородской области» [Электронный ресурс] URL: <http://base.garant.ru/26332377> (дата обращения 02.05.2017).
3. Постановление Правительства Белгородской области от 20.01.2010 г. № 27-ПП «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] URL: <http://base.garant.ru/26332812/> (дата обращения 01.05.2017).
4. Постановление Правительства Белгородской области от 18.01.2010 г. №9-ПП «Об утверждении долгосрочной целевой программы «Развитие nanoиндустрии Белгородской области на

2010-2014 годы» [Электронный ресурс] URL: <http://www.garant.ru/hotlaw/belgorod/231057/> (дата обращения 03.05.2017).

5. Борисова Е.В. Кластерный подход к инновационному развитию регионов // Экономик и современный менеджмент: теория и практика. 2014. №37. С. 64–74.

6. Владимирова О.Н. Формирование региональный инновационных систем как фактор устойчивого развития региона // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2016. №4. С. 51–64

7. Гуриева Л.К. Новые подходы к инновационному развитию регионов // Гуманитарные и социальные науки. 2013. №5. С. 35–42.

8. Демьяненко С.В., Найденова Р.И. Управление инновационным развитием территорий в центрально-черноземном регионе // Политические, экономические и социальные аспекты регионального управления. 2014. С. 118–122.

9. Дорофеева Л.В. Становление взаимосвязи между инфраструктурным и инновационным развитие регионов // Вестник образования и развития науки российской академии естественных наук. 2014. №3. С. 90–94.

10. Жаров В.С. Выбор системы показателей для управления инновационным развитием экономики регионов // Формирование экономического порядка. 2014. №38. С. 18–21.

11. Жаров В.С. Проблемы формирования механизма управления инновационным развитием

экономики регионов // Управление инновациями 2013. 2013. С. 51–55.

12. Названова К.В., Захаров П.Н. Механизмы управления инновационным развитием экономики на мезоуровне: социально-экономическая система «регион» как объект стратегического планирования // Современные технологии управления. 2015. №9(57). С. 22–28.

13. Похилько Т.Н. Формирование инновационной системы как условие социально-экономического развития региона // Гуманитарные и социальные науки. 2015. №4. С. 24–36.

14. Шагиева И.Т. Управление инновационным развитие регионов в условиях модернизации национальной экономики России // European social science journal. 2013. №2(30). С. 365–374.

15. Сайт губернатора Белгородской области [Электронный ресурс] URL: <https://belregion.ru/> (дата обращения 28.04.2017).

16. АИРР (Ассоциация инновационных регионов России) [Электронный ресурс] URL: <http://www.i-regions.org/about/about-airr> (дата обращения 11.05.2017).

17. Роль инноваций в тренде российской экономики : монография / под. ред. проф. С.В. Куприянова .-Белгород : Изд-во БГТУ, 2016. 314с.

18. Щетинина Е.Д., Овчарова Н.В. Инструментарий коммерциализации инноваций в системе региональной экономике // Вестник БГТУ им Шухова. 2017. №4. С. 193–198.

Xhemali O., Stryabkova E.A.

DEVELOPMENT OF INNOVATIVE OF ECONOMY IN REGION OF BELGOROD

In this article we consider the actual problem of increasing the level of innovative development of the region of Belgorod . The object of the research is the innovative system and innovative infrastructure of the region of Belgorod . The conducted qualitative analysis made it possible to identify the strengths and weaknesses parts of the region of Belgorod , determine the degree of intensity of the innovation process, and evaluate and give a forecast for the development and use of the innovative potential of the region of Belgorod .

Key words: *Innovative activity, innovative development, innovative potential of the region, regional innovation system.*

Джемали Ольгиона, аспирант кафедры менеджмента и внешнеэкономической деятельности. Белгородский государственный технологический университет БГТУ им Шухова. Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова д. 46. E-mail: oltionaxhemali@hotmail.com

Стрябкова Елена Анатольевна, доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента и внешнеэкономической деятельности. Белгородский государственный технологический университет БГТУ им Шухова. Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова д. 46. E-mail: styabkova.elena@mail.ru

ОЦЕНКА УРОВНЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРИГРАНИЧНЫХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*

kostariff@mail.ru

В приграничных регионах в равной мере действуют условия, тормозящие и стимулирующие их развитие, в том числе в сфере создания и использования научных разработок, внедрения рационализаторских предложений. Необходима методика, позволяющая сравнить «внутренние» и приграничные территории по уровню развития научно-исследовательской базы, внедрения новых технологий и активности в сфере разработки инновационной продукции. Предложенный механизм оценки основан на интегрировании частных индексов и позволяет выделить группы регионов по уровню инновационного развития, выявить степень использования в них инновационного потенциала, определить различия инновационных профилей приграничных и «внутренних» регионов. В результате расчетов выявлено, что имеющие сравнительно более высокий уровень экономического развития приграничные субъекты Приволжского и Центрального федеральных округов не являются лидерами в инновационной сфере. Определено также, что преобладающая часть приграничных регионов имеет средний и низкий уровень инновационного развития, не используя преимущества своего положения для международной интеграции в инновационной сфере.

Ключевые слова: приграничный регион, инновационное развитие, группировка приграничных регионов.

Введение. Для национальной экономики динамичное развитие приграничных регионов, в том числе за счет повышения инновационной активности, выступает катализатором экономического роста. Исследование уровня инновационного развития регионов значимо с точки зрения оценки их результативности в рамках экономики страны [4]. Вместе с тем, вклад субъектов РФ в показатели национального инновационного роста различен и часто зависит от степени включения приграничных регионов в международное сотрудничество в области НИОКР. Специфика географического положения России состоит в том, что она обладает большими по периметру рубежами и к приграничным или прибрежным регионам в ней может быть отнесено более половины субъектов, при этом большая часть из них (37 субъектов) имеют сухопутную границу с четырнадцатью странами [5]. Приграничный регион – это субъект Российской Федерации, территория которого прилегает к государственной границе России [7].

Если говорить о степени инновационного развития российских регионов в целом, то можно отметить, что достигнутый уровень инновационной технологической активности пока не отвечает стратегическим ориентирам [12]. Уровень инновационного развития приграничных регионов может быть более высоким, чем у «внутренних» территорий в силу существования более широких возможностей интеграции [13] с зарубежными организациями и регионами. Одними

из условий, стимулирующими рост инновационной активности, является развитие государственно-частного партнерства в приграничном регионе [9], наличие нестандартно мыслящих руководителей, развивающих творческое начало в обществе [3], революция в области информационно-коммуникационных технологий [17], технологическая модернизация предприятий [2], укрепление партнерских отношений [14], повышение человеческого капитала [15], формирование региональной инновационной системы [10]. Вместе с тем, факторами, ухудшающими состояние инновационной среды на приграничных территориях, становятся соображения безопасности и сложность создания необходимой структуры внешнего окружения инновационных и научно-исследовательских фирм [6], более низкая эффективность управления инновационной деятельностью [16]. Отмечается, что в некоторых регионах инновационная подсистема по-прежнему, развита слабо, в связи с низкой эффективностью используемых моделей инновационного развития и несовершенством региональных стратегий инновационной деятельности [1].

Следует признать, что с одной стороны, приграничное сотрудничество усиливается в эпоху глобализации, когда снижается барьерная функция границы, резко возрастает перемещение материальных, информационных, финансовых и человеческих потоков, что сопровождается формированием сетей неформального и формального взаимодействия между акторами соседних приграничных регионов. Горизонтальные сетевые

связи формируют основу для образования новых пространственных форм интеграции (еврорегионов, треугольников роста, коридоров развития, локальных форм трансграничного взаимодействия). С другой стороны, в настоящее время внутренние и внешние экономические отношения претерпевают значительные трансформации, находятся в условиях нестабильности и неопределенности дальнейшего развития, что ставит новые задачи по адаптации механизмов управления приграничными территориями и их инновационном ростом. Иными словами, нельзя дать однозначный ответ о позициях приграничных регионов на карте инновационного развития территорий Российской Федерации. Поэтому важно выработать механизм оценки, позволяющий сравнить внутренние и периферийные регионы по уровню инновационного развития.

Методология. Соглашаясь с рядом авторов, в том числе с И.В. Соминой [11], в необходимости оценки как стадии НИОКР, так и стадии коммерциализации инноваций, мы предлагаем определять уровень инновационного развития региона, исходя из представленных в сборниках Росстата [8] данных, на основе расчета следующих удельных показателей:

X1 – доля организаций, осуществляющих исследования и разработки в общем числе организаций, функционирующих в регионе, %.

X2 – доля персонала, занятого исследованиями и разработками, в среднегодовой численности занятых региона, %.

X3 – доля затрат на разработки в текущих затратах на научные исследования и разработки региона, %.

X4 – доля разработанных передовых производственных технологий в числе используемых в регионе, %.

X5 – инновационная активность организаций, которая традиционно определяется как доля организаций, осуществивших технологические, организационные, маркетинговые инновации, в общем числе обследованных в регионе организаций, %.

X6 – доля затрат на технологические инновации в расчете на объем инновационных товаров, работ, услуг, %.

X7 – доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, %.

Для приведения показателей к сопоставимому виду проводится процедура нормирования, в результате которой рассчитываются индексы:

$$I_{x_i} = \frac{x_i}{x_{max}} \quad (1),$$

$$I_{x_i} = \frac{x_{min}}{x_i} \quad (2),$$

где x_i – значение показателя инновационного развития i -го региона; x_{max} – максимальное значение показателя инновационного развития по всем регионам; x_{min} – минимальное значение показателя инновационного развития по всем регионам.

Формула (2) используется для показателя X6. Формула (1) применяется для остальных показателей.

Интегральный индекс инновационного развития региона определяется как среднее арифметическое по полученным индексам каждого из семи показателей. Расчет позволяет провести группировку регионов по уровню инновационного развития, выявить степень использования инновационного потенциала (как отклонение от наивысшего уровня инновационного развития), а также определить, насколько различается инновационный профиль в приграничных и «внутренних» регионах.

Основная часть. Оценка интегральных индексов инновационного развития российских регионов (как «внутренних», так и приграничных) производилась на основе первоначального усреднения показателей X1–X7 за 2013–2015 гг. Результатом стала группировки регионов по уровню инновационного развития (табл. 1).

Как видно, преобладающая часть приграничных регионов имеет средний и низкий уровень инновационного развития (рис. 1).

В число лидирующих по уровню инновационного развития приграничных регионов не входят субъекты из Приволжского и Северо-Кавказского Федерального округов, а регионы Центрального федерального округа не входят в первую пятерку. Вместе с тем, проведенная оценка показала, что интегральный индекс инновационного развития в ЦФО составляет 0,350, в Приволжском ФО – 0,337, в Северо-Западном ФО – 0,334, в Уральском ФО – 0,279, в Южном ФО – 0,247, в Сибирском ФО – 0,233, в Дальневосточный ФО – 0,200, в Северо-Кавказском ФО – 0,153, в Крымском ФО – 0,136.

Расчет отклонений региональных уровней инновационного развития от максимального, полученного по г. Москве, позволил определить, что приграничные регионы России не используют преимущества своего положения для международной интеграции в инновационной сфере. Среднее отклонение интегральных индексов инновационного развития от максимального по приграничным регионам составило 0,260, а по «внутренним» – 0,197.

Анализ отдельных показателей позволил выявить лидирующие по инновационному развитию приграничные регионы (табл. 2).

Таблица 1

Группировка регионов Российской Федерации по уровню инновационного развития

Уровень инновационного развития	Значение интегрального индекса	«Внутренние» регионы РФ	Приграничные регионы РФ
Высокий	0,481–0,349	г. Москва, Республика Татарстан, Чувашская Республика, Республика Мордовия Нижегородская, Калужская, Пензенская, Московская, Томская области	г. Санкт-Петербург, Воронежская область
Средний	0,349–0,218	Пермский край, Красноярский край, Республики Башкортостан, Адыгея, Коми, Удмуртская Республика, Самарская, Ярославская, Свердловская, Липецкая, Тульская, Тамбовская, Владимирская, Ульяновская, Тверская, Рязанская, Новгородская, Кировская, Вологодская области	г. Севастополь, Алтайский край, Камчатский край, Республика Тыва, Республика Дагестан, Чукотский автономный округ, Челябинская, Сахалинская, Ростовская, Новосибирская, Курская, Архангельская, Брянская, Белгородская, Омская, Магаданская, Волгоградская, Ленинградская, Астраханская, Тюменская, Псковская, Мурманская области
Низкий	0,218–0,086	Ставропольский край, Республики Саха (Якутия), Марий Эл, Хакасия, Иркутская, Орловская, Костромская, Ивановская, Кемеровская области	Хабаровский край, Забайкальский край, Краснодарский край, Приморский край, Кабардино-Балкарская Республика, Чеченская Республика, Республики Северная Осетия – Алания, Алтай, Карелия, Бурятия, Крым, Ингушетия, Калмыкия, Карачаево-Черкесская Республика, Саратовская, Курганская, Смоленская, Оренбургская, Калининградская, Амурская области

Интегр. индекс инв. развития

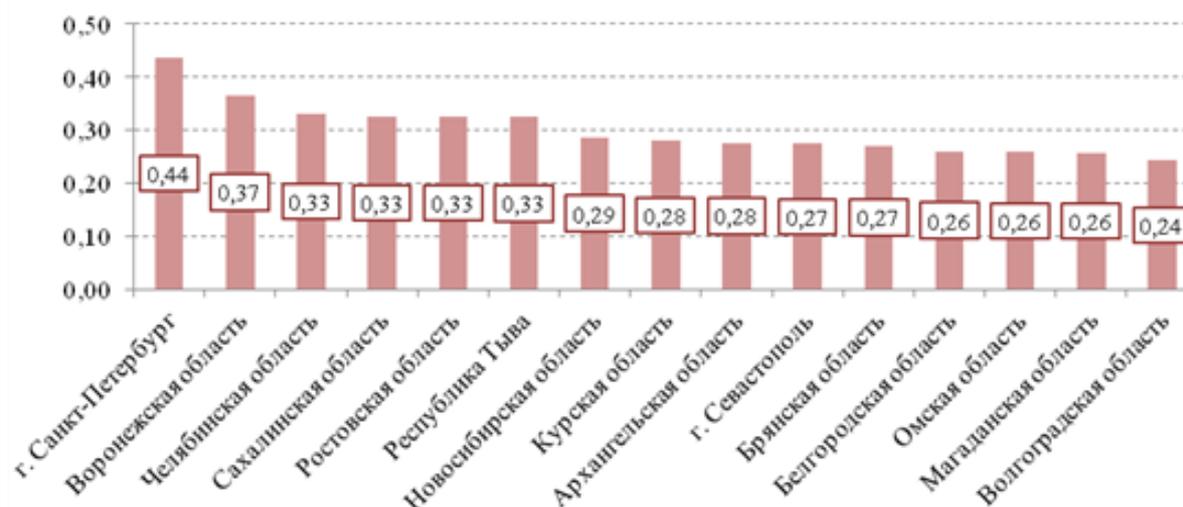


Рис. 1. Топ-15 приграничных регионов России по уровню инновационного развития

Таблица 2

Приграничные регионы-лидеры по частным показателям инновационного развития

Показатели инновационного развития	Приграничные регионы с наилучшими индексами инновационного развития
X1	Республика Тыва, Республика Северная Осетия-Алания, Республика Алтай, Магаданская область, Камчатский край
X2	г. Санкт-Петербург, Новосибирская, Воронежская, Челябинская, Ленинградская области
X3	Челябинская, Курская, Волгоградская, Омская, Ростовская области
X4	Республика Тыва, Чеченская Республика, Республика Дагестан, Воронежская и Псковская области
X5	Чукотский автономный округ, г. Санкт-Петербург, Магаданская область, Республика Алтай, Камчатский край
X6	г. Севастополь, Сахалинская, Белгородская области, Забайкальский край, Новосибирская область
X7	Сахалинская область, Хабаровский край, Ростовская и Архангельская области, Республика Адыгея

Выводы. Таким образом, оценка показала, что периферийные регионы Российской Федерации обладают более низким уровнем инновационного развития, чем центральные и «внутренние» территории. Среди причин такого положения дел можно назвать разницу в уровнях инновационной активности соседствующих приграничных регионов двух стран, что может вызвать «утечку» инновационных ресурсов, а также наличие более сильного импульса инновационного развития в центральных регионах, который, даже распространяясь на периферию, имеет центростремительный вектор.

**Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2017-2021 годы по НИР «Теория и методология развития приграничного региона в контексте изменения векторов международного сотрудничества»*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Девяткова О.И., Решетникова С.С. Анализ организационных и правовых основ инновационной деятельности в Тюменской области // Успехи современной науки. 2016. Т. 2. № 9. С. 102–106.
2. Дорошенко Ю.А., Климашевская А.А. Технологическая модернизация предприятий как условие инновационного развития Белгородской области // Белгородский экономический вестник. 2016. № 2 (82). С. 3–7.
3. Дорошенко Ю.А., Малыхина И.О. Важнейшие технологии развития инвестиционно-инновационной деятельности регионов России // Белгородский экономический вестник. 2016. № 2 (82). С. 21–26.
4. Дорошенко Ю.А., Сомина И.В. Моделирование результативности инновационной деятельности // Социально-гуманитарные знания. 2012. № 8. С. 172–177.

5. Максимова Е.Н. Приграничное сотрудничество как способ гармонизации интересов регионов и федерального центра // Экономика промышленности. 2010. Т. 3. № 51. С. 26–33.

6. Микалут С.М., Старикова М.С., Резниченко А.А. Анализ структуры внешней деловой среды инновационных предприятий // Социально-гуманитарные знания. 2012. № 8. С. 228–235.

7. Проект Федерального закона РФ «О приграничном сотрудничестве» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902135391>. Дата обращения. 07.11.2016.

8. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016: Стат. сб. / Росстат. М., 2016. 1326 с.

9. Селивёрстов Ю.И. Государственно-частное партнерство как необходимый элемент формирования инновационной экономики // Белгородский экономический вестник. 2016. № 3 (83). С. 13–21.

10. Селивёрстов Ю.И. Формирование региональной инновационной системы - ключевой фактор развития Белгородской агломерации // Белгородский экономический вестник. 2016. № 1 (81). С. 31–38.

11. Сомина И.В. Методический инструмент оценки инновационного развития регионов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 524.

12. Сомина И.В. Оценка уровня и тенденций инновационно-технологического развития России // Белгородский экономический вестник. 2013. № 4 (72). С. 8–15.

13. Старикова М.С. Развитие форм интеграции в промышленности // Успехи современной науки. 2015. № 4. С. 46–52.

14. Старикова М.С. Укрепление партнерских отношений как фактор роста деловой активности

предприятия // Экономика. Управление. Право. 2013. № 10 (46). С. 26–29.

15. Старикова М.С., Безуглый Э.А. Роль человеческого капитала в трансформирующихся экономических условиях // Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 2. № 3. С. 10–12.

16. Старикова М.С., Микалут С.М., Резниченко А.А. Подходы к обеспечению эффектив-

ного инновационного развития корпораций // Инновационный Вестник Регион. 2012. № 3. С. 81–86.

17. Щетинина Е.Д., Кондрашов И.Б. Нематериальные активы как основа инновационной экономики // Белгородский экономический вестник. 2016. № 2 (82). С. 26–32.

Starikov K.S.

EVALUATION OF THE LEVEL OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF BORDER REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

The conditions that inhibit and stimulate their development are equally act in the border regions. The existence of such conditions also applies to the sphere of creation and use of scientific developments, in the area of implantation of rationalization proposals. At present, there is a need for a methodology that allows to compare "internal" and frontier territories in terms of the level of development of the research base, introduction of new technologies and activity in the development of innovative products. The proposed evaluation mechanism is based on the integration of partial indices and allows to identify groups of regions according to the level of innovative development, to reveal the extent to which innovative potential is used in them, to determine the differences in the innovation profiles of the border and "internal" regions. As a result of the calculations it was revealed that the borderline subjects of the Privolzhsky and Central Federal Districts, having a relatively higher level of economic development, are not leaders in the innovation sphere. It is also determined that the prevailing part of the border regions has an average and low level of innovative development, without taking advantage of its position for international integration in the innovation sphere.

Key words: border region, innovative development, grouping of border regions.

Стариков Константин Сергеевич, аспирант кафедры менеджмента и внешнеэкономической деятельности. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: kostariff@mail.ru

DOI: 10.12737/article_5968b453987eb1.00112831

*Хомин В.С., кадастровый инженер
Индивидуальный предприниматель Хомин В.С., г. Белгород
Калачук Т.Г., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА НЕДВИЖИМОСТИ, НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ И ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЬ

nika.homin@mail.ru

Много изменений произошло в 2014 году на территории Республики Крым и города Севастополя после возвращения в состав Российской Федерации. Это касается, в том числе, и кадастровой деятельности, в частности кадастрового учета и предоставления сведений из единого государственного реестра недвижимости. Собственникам объектов недвижимости пришлось в обязательном порядке заниматься переоформлением документов на недвижимость по требованиям законодательства Российской Федерации. Во время переходного периода в учётно-регистрационной сфере были автоматически внесены в государственный кадастр недвижимости сведения об объектах недвижимости, учёт которых был осуществлен ранее в соответствии с законодательством Украины. При этом были не учтены некоторые факторы, которые повлекли за собой ряд ошибок, исправление которых возлагается на кадастровых инженеров, сотрудников органов власти, органов по учету и регистрации, а также и на самих собственников объектов недвижимости.

Ключевые слова: объект недвижимости, сведения, единый государственный реестр недвижимости, кадастровый учет, кадастровый инженер.

Проблемы, возникающие при уточнении сведений единого государственного реестра недвижимости, наиболее актуальны на примере вновь принятого в состав Российской Федерации региона – Республики Крым и города Севастополя.

21 марта 2014 года был одобрен и подписан закон, по которому официально состоялось присоединение к России Крыма и Севастополя (Федеральный конституционный закон от 21.03.2014 № 6-ФКЗ "О принятии в Российскую Федерацию Республики Крым и образовании в составе Российской Федерации новых субъектов – Республики Крым и города федерального значения Севастополя"). Для населения Крыма добавилось большое количество хлопот и переживаний по переоформлению документов по требованиям законодательства Российской Федерации, соответственно и документов на недвижимость. В соответствии с Законом Республики Крым от 31 июля 2014 года №38-ЗРК "Об особенностях регулирования имущественных и земельных отношений на территории Республики Крым" в Российской Федерации были юридически признаны правоудостоверяющие документы, выданные ранее в соответствии с законодательством Украины. Срок переходного периода в учётно-регистрационной сфере на территории Республики Крым продлен до 2019 года. По российскому законодательству зарегистрировать право собственности

на недвижимость можно только после постановления на государственный кадастровый учет.

При постановке на государственный кадастровый учет объектов недвижимого имущества появился ряд проблем, с которыми столкнулись как собственники объектов недвижимости, так и специалисты, выполняющие работы в данной сфере. Так, для выполнения работ по образованию или уточнению местоположения границ объекта недвижимости, внесения информации о правах в сведения, содержащиеся в Государственном комитете по государственной регистрации и кадастру Республики Крым, необходимо было провести постановку на кадастровый учет этих объектов недвижимости в статусе «ранее учтенные». В результате массовой сдачи документов на кадастровый учет образовались огромные очереди в Госкомрегистр Крыма и в отделения МФЦ (государственные и муниципальные услуги), где получить талон и сдать документы стало очень сложно.

Для решения возникшей проблемы в рамках ФЦП «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости» был проведен открытый конкурс на право заключения государственного контракта на выполнение работ по переносу сведений о ранее учтенных земельных участках, расположенных на территории Республики Крым, в государственный кадастр недвижимости. В 2016

году автоматически были внесены в государственный кадастр недвижимости сведения о более чем 900 тысячах земельных участков, расположенных на территории Республики Крым и города Севастополь, учёт которых был осуществлен ранее в соответствии с законодательством Украины. В начале 2017 года аналогичным образом было внесено огромное количество сведений об объектах капитального строительства, расположенных на территории Республики Крым и города Севастополь (зданиях, сооружениях, объектах незавершенного строительства). Эти события повлекли за собой ряд проблем: так, например, собственники которые ещё с 2014 года начали заниматься переоформлением документов, начиная с кадастрового учёта, внесли часть земельных участков и объектов капитального строительства в статусе «ранее учтенные» в сведения государственного кадастра недвижимости. Таким образом, после автоматического внесения произошло «дублирование» сведений об объектах недвижимости, в результате чего, часть сведений оказалась внесена дважды, а иногда и трижды, сначала - по инициативе собственников, а затем – автоматически при внесении архивных данных времен Украины. Земельные участки, сведения о которых были внесены автоматически, содержали противоречия: по сведениям государственного кадастра недвижимости земельные участки с особой отметкой – «граница земельного участка не установлена в соответствии с требованиями земельного законодательства» – были внесены с координатами границ, большая часть которых с наложением или пересечением границ других земельных участков, что не допускается в соответствии с «Земельным Кодексом РФ» от 25.10.2001г. и Федеральным законом от 13.07.2016г. №218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости». Таким образом, усложнилась задача уточнения местоположения границ объектов недвижимости, как со стороны собственников этих объектов, так и кадастровых инженеров, а также сотрудников администраций и Государственного комитета по государственной регистрации и кадастру Республики Крым. Согласно закона Республики Крым «Об особенностях регулирования имущественных и земельных отношений на территории Республики Крым» перерегистрация прав на недвижимость, полученных до принятия этого нормативного акта, осуществляется на основании украинских правоустанавливающих документов. Велика вероятность, что данные замеров кадастрового инженера будут не совпадать с данными, указанными в правоустанавливающих документах. Для того чтобы скорректировать данные, владельцам приходится за свой счет заказывать ряд работ,

получать определенные дополнительные документы и справки. Это повлекло за собой и вторую проблему, так как имеются разночтения, ошибки и недочеты в сведениях, их нужно исправлять и приводить в порядок. Таким образом, органы по учету и регистрации не справляются с огромным наплывом желающих переоформить права на объекты недвижимости и исправить имеющиеся ошибки в сведениях единого государственного реестра недвижимости (ранее государственного кадастра недвижимости). Получить талоны в Многофункциональных Центрах и сдать документы очень сложно.

Для снятия с учета «дублирующих» объектов и устранения выявленных ошибок, которые усложняют работу кадастрового инженера, необходимо создать определенные условия для того, чтобы упростить процедуру уточнения местоположения таких объектов недвижимости. Например, это можно сделать по заявлению кадастрового инженера, или по заключению кадастрового инженера, входящему в состав межевого плана. То есть снимать с учета идентичные по основным характеристикам объекты недвижимости, но более поздние по дате внесения в единый государственный реестр недвижимости. По объектам недвижимости, сведения о которых внесены из документов, выданных при Украине, исключить сведения о координатах границ таких объектов.

По объектам капитального строительства осуществить проверку (визуальный осмотр) на местности таких объектов, которые автоматически были внесены в государственный кадастр недвижимости, так как было выявлено, что большая часть этих объектов прекратила существование.

Для увеличения качества работы по исправлению ошибок, содержащихся в сведениях единого государственного реестра недвижимости, следует улучшить взаимодействие кадастровых инженеров, органов власти и органов по учету и регистрации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный конституционный закон от 21.03.2014г. №6-ФКЗ "О принятии в Российскую Федерацию Республики Крым и образовании в составе Российской Федерации новых субъектов - Республики Крым и города федерального значения Севастополя"
2. Федеральный закон от 13.07.2016г. №218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости»
3. «Земельный Кодекс Российской Федерации» от 25.10.2001г.
4. Федеральный закон "О государственной кадастровой оценке" от 03.07.2016 N 237-ФЗ

5. Приказ Минэкономразвития РФ от 8 декабря 2015 г. № 921 "Об утверждении формы и состава сведений межевого плана, требований к его подготовке"

6. Приказ Министерства экономического развития РФ от 18 декабря 2015 г. № 953 "Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в

нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений"

7. Гражданский кодекс Российской Федерации

8. Градостроительный кодекс Российской Федерации

Khomin V.S., Kalachuk T.G.

SPECIAL ASPECTS OF UNIFIED STATE REGISTER OF REAL ESTATE PROPERTY

TRANSACTION ON THE TERRITORY OF REPUBLIC OF CRIMEA AND SEVASTOPOL CITY

Many changes have taken place on the territory of Republic of Crimea and Sevastopol city after their return as a part of Russian Federation in 2014. This is the case of cadastral activities also, particularly cadastral registration and furnishing information from Unified State Register of Real Estate Property. Proprietors had to re-register officially the real estate documents obligatorily at the legislative requirements of Russian Federation. During the transition period in registration area information about real property items, which had been taken into account earlier according to Ukraine legislation, have been itemized into the State Real Estate Cadastre. In such a case, many factors were not taken into consideration and followed by many mistakes, and now cadastral engineers, officers of the authorities, cadastral registration system and proprietors should correct them.

Key words: *real estate item, information, Unified State Register of Real Estate Property, cadastral registration, cadastral engineer.*

Хомин Вероника Степановна, кадастровый инженер, индивидуальный предприниматель Хомин В.С, г. Белгород.

Адрес: 309123, Белгородская область, Ивнянский район, с. Драгунка, ул. Полянка, д. 8/1.

E-mail: nika.homin@mail.ru

Калачук Татьяна Григорьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова

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

E-mail: tatyana.calachuk@yandex.ru

DOI: 10.12737/article_5968b453ad13c7.28244856

Кравченко Л.Н., канд. экон. наук, доц.,
Ходоренко Е.О., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ БЕЗНАЛИЧНЫХ РАСЧЕТОВ В РОССИИ

L_n_kravchenko@mail.ru

В связи с распространением современных информационных технологий новые виды безналичных платежей стали стремительно развиваться и вытеснять наличные деньги из многих сфер экономических отношений. В тоже время увеличение доли безналичных расчетов будет способствовать повышению прозрачности и управляемости экономики страны. В результате этого возникает необходимость дальнейшего совершенствования системы безналичных расчетов с целью предотвращения различных видов мошенничества, поскольку все участники рыночного механизма заинтересованы в безопасном, быстром и удобном перечислении денежных средств. Особенно данная тема представляет интерес для предприятий строительной отрасли, так как в силу специфики своей деятельности они совершают довольно крупные сделки.

Ключевые слова: платёжная система, денежные расчеты, безналичная форма расчетов, аккредитив, платежное поручение, инкассо, чек.

В современных рыночных реалиях, которым присущи процессы глобализации и интеграции национальных экономик, одним из важнейших условий успешного развития экономики любой страны является надежность ее платежной системы. При этом создание высокоэффективной платежной системы, обеспечивающей экономическую безопасность государства, регионов, хозяйствующих субъектов представляет собой приоритетное направление развития современной России.

Национальная платежная система играет ключевую роль в экономике страны, реализуя тем самым единую государственную денежно-кредитную политику. Развитие национальной платежной системы, обеспечивающей финансовую стабильность, повышение качества, доступность и безопасность платежных услуг, является одной из целей деятельности Банка России.

Платежная система обеспечивает динамику и устойчивость хозяйственного оборота посредством переводов денежных средств от одних экономических субъектов другим. В тоже время устойчивая и бесперебойная система платежей и расчетов с применением современных и перспективных форм выступает необходимой предпосылкой эффективного функционирования всего рыночного механизма, всех его секторов, экономических институтов и отдельных субъектов хозяйствования [7].

В соответствии с ГК РФ платежи на территории Российской Федерации осуществляются путем наличных и безналичных расчетов. При наличных расчетах происходит передача денежных средств в форме банкнот и монет. Система

безналичных расчетов – это осуществление платежей без использования наличных средств, посредством перечисления денежных средств на счет кредитных учреждений и зачетов взаимных требований [1].

Между юридическими лицами, как правило, расчеты производятся в безналичной форме, но, если иное не установлено законом, могут производиться и в наличной форме. Помимо расчетов, связанных с осуществлением предпринимательской деятельности, наличная форма расчетов используется предприятием и для внутрихозяйственной деятельности. Однако необходимо отметить, что по своей распространенности в расчетах организаций чаще всего преобладают безналичные платежные инструменты.

Организация безналичных расчетов имеет огромное значение для различных предприятий, организаций, их посредников, поскольку все они заинтересованы в безопасном, быстром и удобном перечислении денежных средств.

Роль и значение безналичных расчетов обусловлены тем, что безналичный платежный оборот является основным элементом денежного оборота, опосредуя при этом практически все сферы хозяйственных отношений предприятий и организаций, банковских и финансовых структур, населения.

В последнее время в связи с распространением современных информационных технологий новые виды безналичных платежей стали стремительно развиваться и вытеснять наличные деньги из многих сфер экономических отношений. Такая тенденция существует в странах, ко-

торые активно внедряют достижения научно-технического прогресса в различных сферах жизни общества, и в этом аспекте Россия не является исключением [9].

В связи с этим в сложившихся экономических условиях расширение сферы безналичных платежей является закономерным процессом, затрагивающим интересы большинства хозяйствующих субъектов в различных отраслях экономики. Кроме того, увеличение доли безналичных расчетов в свою очередь будет способствовать повышению прозрачности и управляемости экономики страны.

Безналичные платежи играют важную экономическую роль в ускорении оборачиваемости средств, сокращении объема наличных денег, необходимых для обращения, снижении издержек обращения, они не требуют больших затрат времени и т.п. Вместе с тем безналичные суммы, находящиеся на счетах клиентов банков, в промежутках между платежами участвуют в кредитовании производства товаров, работ, услуг, являясь одним из основных источников финансирования национальной экономики.

Особенно актуальными безналичные платежи являются для предприятий строительной отрасли. Это связано со спецификой их деятельности. Строительные организации, как правило, территориально закреплены, имеют большие размеры, длительный срок службы, огромные обороты, и, соответственно, в системе их расчетов практически всегда присутствуют значительные суммы [11].

В тоже время, несмотря на безусловные преимущества безналичной системы расчетов по сравнению с их наличными аналогами, для данной формы платежей характерны и некоторые недостатки. Основной проблемой организации безналичных расчетов является мошенничество, а именно, операции, связанные с незаконными переводами денежных средств. Так, по данным ЦБ РФ в 2016 году было совершено более 700 несанкционированных сделок. Следовательно, вопрос обеспечения безопасности данных денежно-кредитных операций, наряду с их быстротой и удобством до сих пор остается нерешенным [10].

Осуществление безналичных расчетов регулируется Центральным Банком Российской Федерации (ЦБ РФ) согласно «Положению о правилах осуществления перевода денежных средств», утвержденному Банком России 19.06.2012 N 383-П. Именно в этом Положении содержатся правила осуществления расчетов в безналичной форме для юридических лиц [4].

Организация, как клиент банка, может открыть в любом банке без какого-либо ограниче-

ния такие виды банковских счетов, как расчетный счет, текущий счет или дополнительный банковский счет.

Расчетный счет открывается коммерческой организацией, которая действует по принципу самокупаемости. Предприятия, как правило, открывают несколько расчетных счетов, и среди них выделяется один счет – расчетный счет по основной деятельности.

Текущий счет открывается некоммерческой организацией, чье финансирование ведется прямо из бюджета, например, каким-либо учебным заведением: школой или университетом.

И, наконец, для организаций, которые обычно являются должниками по уплате налогов, открывается дополнительный банковский счет к уже имеющимся счетам этой организации.

Списание по счетам денежных средств производится по распоряжению владельца счета. В отдельных случаях списание осуществляется и без распоряжения владельца счета – в случаях, которые предусмотрены законодательством, как правило, в бесспорном порядке. Процесс списания осуществляется в пределах остатка на нем денежных средств. Однако между банком и клиентом может быть заключен договор о кредите, и тогда банк обязуется в некоторых пределах оплачивать платежные документы клиента при отсутствии остатка денежных средств на счете.

В настоящее время существует четыре самые распространенные формы безналичных расчетов: расчеты платежными поручениями, по инкассо, чеками и по аккредитиву [1].

При расчете по платежному поручению банк должен перевести определенную денежную сумму на счет плательщика в этом или ином банке в течение срока, предусмотренного законом. Платежное поручение – это вид расчетного документа. При этом содержание платежного поручения и других документов, предоставляемых вместе с ним, а также их форма должны обязательно соответствовать предусмотренным законодательством требованиям и банковским правилам. В противном случае, если в содержании не указана какая-то определенная информация, банк вполне может ее уточнить. Подобный запрос информации делается незамедлительно после получения платежного поручения. Если запрос будет оставлен без ответа, то банк может оставить платежное поручение без исполнения и возратить его плательщику, конечно, если иное не предусмотрено законом. В случае если все требования соблюдены, то банк приступает к исполнению поручения при условии, что на счете плательщика имеются в нужном количестве денежные средства. В тоже время банк может привлекать и

другие банки для исполнения платежного поручения. После исполнения банк обязательно должен известить об этом плательщика по его требованию. Следовательно, именно банк несет ответственность за неисполнение или ненадлежащее исполнение поручения клиента.

Что касается мошенничества в сфере безналичных расчетов, то наибольший процент (а именно 95%) приходится на использование преступниками платежных поручений, так как этот способ безналичных платежей наиболее распространен среди юридических лиц. Наиболее часто преступники применяют поддельные платежные поручения с приложенными к ним фиктивными договорами, и таким образом переводят на свои счета денежные средства со счетов юридических лиц. При этом в большинстве подобных случаев преступники располагают внутренней информацией о реквизитах расчетных счетов организаций. В данной ситуации возникает необходимость усовершенствования системы информационной безопасности, поскольку ее нынешнее состояние может привести к росту объема несанкционированных операций.

Если предприятие предпочитает рассчитываться по аккредитиву, то в этом случае банк, который действует по поручению плательщика об открытии аккредитива, должен осуществить платежи получателю денежных средств или оплатить, акцептовать, учесть переводной вексель. Более того банк может делегировать свои полномочия другому банку произвести платеж денежных средств получателю. Этот банк, который обязуется осуществить платеж, подчиняется правилам об исполняющем банке. При открытии депонированного аккредитива банк обязан осуществить перечисление денежных средств за счет плательщика или предоставленного ему кредита в распоряжение исполняющего банка на весь срок действия обязательства банка. Если открыт гарантированный (то есть непокрытый) аккредитив, то банк получает право списывать всю сумму аккредитива с ведущегося у него счета [1; 5].

Заккрытие аккредитива в исполняющем банке осуществляется по истечении срока этого документа, а также по заявлению получателя денежных средств об отказе от использования аккредитива до истечения срока, или по требованию плательщика о полном или частичном отзыве аккредитива – однако это возможно, если подобное оговорено в условиях аккредитива.

Рассмотрим порядок осуществления безналичных расчетов по инкассо. Под инкассо подразумевается банковская операция, при помощи которой банк по поручению и за счёт клиента на основании расчетных документов осуществляет

действия по получению от плательщика платежа. Расчеты по инкассо производятся на основании платежных требований и инкассовых поручений. Инкассовое поручение применяется:

- если бесспорный порядок взыскания денежных средств установлен законодательством, в частности, для взыскания денежных средств органами, выполняющими контрольные функции;
- для взыскания по исполнительным листам;
- в случае, предусмотренных сторонами по основному договору.

При расчете по инкассо банк (банк-эмитент) обязуется по поручению клиента осуществить за счёт клиента действия по получению от плательщика платежа и (или) акцепта платежа. При получении поручения своего клиента, банк вправе привлекать для его выполнения иной банк (то есть исполняющий банк). Порядок осуществления расчетов по инкассо также регулируется законом, установленными в соответствии с ним банковскими правилами и применяемыми в банковской практике обычаями делового оборота [1].

В случае неисполнения или ненадлежащего исполнения поручения клиента банк-эмитент несет перед ним ответственность по основаниям и в размере, которые предусмотрены главой 25 ГК РФ.

Если неисполнение или ненадлежащее исполнение поручения клиента имело место в связи с нарушением правил совершения расчетных операций исполняющим банком, ответственность перед клиентом может быть возложена на этот банк.

И, наконец, расчеты чеками. Чек означает ценную бумагу, содержащую ничем не обусловленное распоряжение чекодателя банку произвести платеж указанной в нем суммы чекодержателю. Чек может быть именным, или чеком на предъявителя, денежным или расчетным чеком. Использование в расчетах чеков допускается только между юридическими лицами.

Все безналичные расчёты на территории РФ осуществляются через расчетно-кассовые центры (сокращенно РКЦ) ЦБ РФ и коммерческие банки-корреспонденты, с использованием корреспондентских счетов банков в ЦБ РФ и коммерческих банках-корреспондентах. Следует иметь в виду, что в качестве плательщика по чеку должен быть указан только тот банк, где чекодатель имеет средства, которыми он вправе распоряжаться посредством выставления чеков. Отзыв чека до истечения срока для его предъявления не допускается. Порядок безналичного расчета путем использования чеков регулируются ГК РФ, а

в части, им не урегулированной, другими законами и устанавливаемыми в соответствии с ними банковскими правилами [1; 6].

Рассмотрев особенности организации безналичных расчетов на предприятии, перейдем к вопросу о некоторых изменениях в области подобных платежей. В первую очередь следует обратить внимание на определенные новшества в отношении открытия расчетного счета в 2017 году. Напомним, что расчетный счет – это, образно говоря, аккаунт индивидуального предпринимателя или организации в банке. Расчетный счет открывается для учета и осуществления финансовых операций, а также накопления денежных средств. Организации необходим расчетный счет (и, как правило, не один), если она проводит платежи по заключенным договорам на сумму от 100 тысяч рублей, так как по закону такие платежи должны иметь именно безналичную форму. При этом уплата налогов становится более удобной. Уже после накопленная сумма денежных средств в кассе (которая превышает лимит) должна быть перечислена на расчетный счет в банке.

Необходимо отметить, что изменения, касающиеся банковского сектора, начались еще в 2016 году. Например, с 10 января 2016 года банк имеет больше полномочий в отношении контроля работы организаций в секторе получаемых доходов.

В тоже время 23 июня 2016 года Федеральным Законом №191-ФЗ были внесены коррективы в статью 5 НК РФ. В соответствии с этими изменениями для индивидуального предпринимателя теперь процесс открытия расчетного счета заметно упрощается. При этом достаточно лишь предоставить информацию о регистрации субъектов и постановке на учет в ФНС, полученных из ЕГРЮЛ и ЕГРИП в электронном варианте.

Более того банк имеет возможность идентифицировать своего клиента в электронной форме. В настоящий момент открытие расчетного счета отечественных и зарубежных организаций осуществляется с учетом данных об аккредитации отделения. [2].

После некоторых поправок, внесенных в 2017 году, открытие расчетного счета могут осуществить даже без личного присутствия представителя компании. Однако эта поправка имеет силу лишь в том случае, если физическое лицо уже обслуживается в кредитной организации и по нему имеется необходимая информация.

Изменения коснулись и обществ с ограниченной ответственностью, для которых начиная с 2016 года упрощен процесс открытия расчетного счета. Вместе с тем такие нововведения значи-

тельно уменьшают бумажный оборот документов между банками, ФНС и владельцами расчетных счетов.

Также 1 мая 2016 года Федеральным Законом №130-ФЗ была изменена статья 76 НК РФ. Эта поправка расширяет возможности банка в отношении блокировки счета. То есть по факту открытия расчетного счета в 2017 году организации, которые ведут отчетность через интернет, обязаны в течение 10 суток оформить соглашение с оператором. Если подобные нормы не исполнены, то расчетный счет блокируется. Разблокировка счета ФНС производится в течение суток только при получении всех бумаг в электронной форме [3].

В последнее время, как сообщает ЦБ РФ, доля безналичных расчетов в общем объеме платежей возрастает. Безналичные расчеты используют уже не только организации, но и обычные граждане все чаще совершают покупки с помощью электронных денежных средств. При этом необходимо отметить, что в силу своих преимуществ перед наличными платежами безналичная форма расчетов позволяет успешнее всего бороться с отмыванием денежных средств, сокрытием налогов и другими случаями мошенничества.

Однако, несмотря на вышесказанное, следует иметь в виду, что мошенничество, связанное с хищением денежных средств с расчетных счетов, по-прежнему является актуальной проблемой. В России каждый год происходят огромные потери от незаконных операций в сфере безналичных платежей [12].

По данным отчета, подготовленного Центром мониторинга и реагирования на компьютерные атаки в кредитно-финансовой сфере (ФинЦЕРТ Банка России) Главного управления безопасности и защиты информации Банка России в 2014 году объем несанкционированных сделок составлял 3,5 млн. рублей, а в 2015 году – 11,7 трлн. рублей. В 2016 году в ЦБ РФ была представлена информация о 717 несанкционированных операциях на сумму 1,89 млрд. рублей. Однако при этом остановленные операции, то есть операции, по которым перевод денежных средств не достиг счета покупателя по причине его блокировки, составили не менее половины от общего объема денежных средств [10].

Количество и объем несанкционированных операций со счетов юридических лиц в 2016 году, а также доля остановленных несанкционированных операций со счетов юридических лиц в 2016 году представлены на рис. 1 и 2.

Рис. 1 позволяет сделать вывод о том, что в 2016 году объем несанкционированных сделок

значительно снизился по сравнению с 2015 годом. Кроме того, высокий процент остановленных операций, представленный на рис. 2, свидетельствует об эффективности работы систем выявления и противодействия несанкционированным операциям, а также о высоком уровне межбанковского взаимодействия.

тельствует об эффективности работы систем выявления и противодействия несанкционированным операциям, а также о высоком уровне межбанковского взаимодействия.

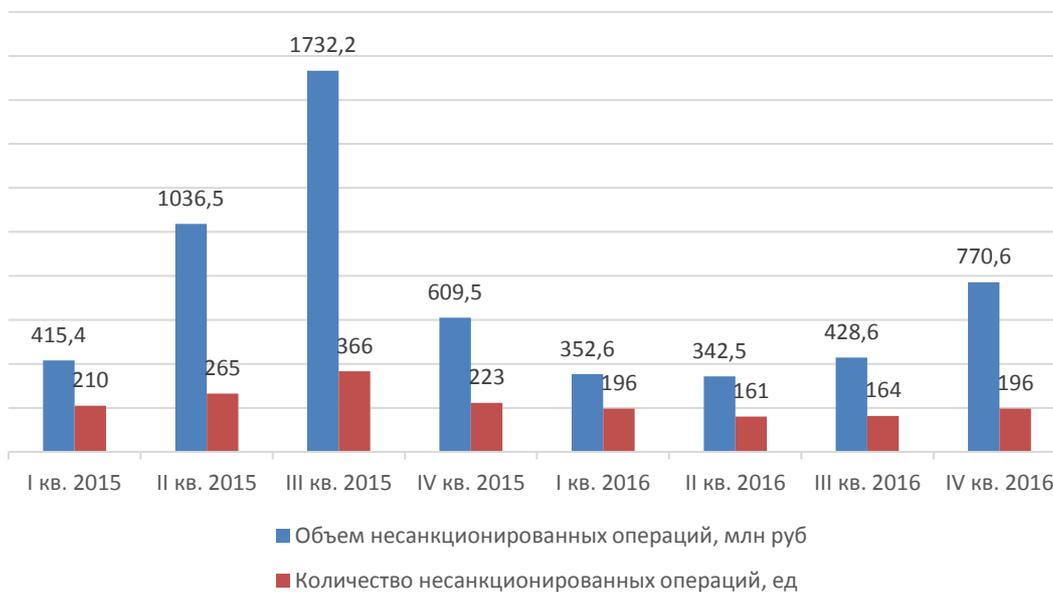


Рис. 1. Количество и объем несанкционированных операций со счетов юридических лиц

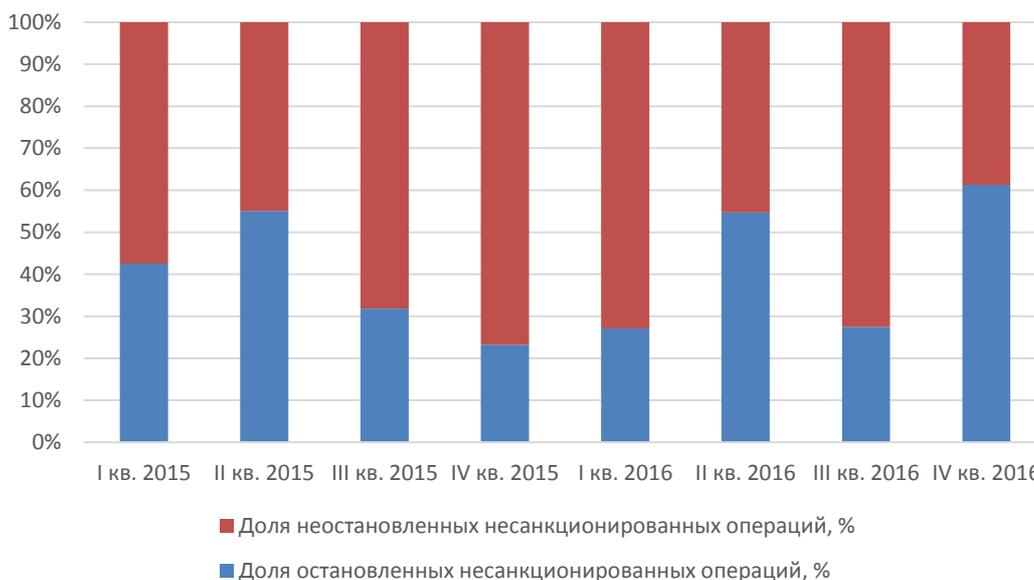


Рис. 2. Доля остановленных несанкционированных операций со счетов юридических лиц

Поскольку платежная система – это ключевая составляющая государственной денежно-кредитной политики, становится очевидно, что проблема противодействия несанкционированным операциям требует пристального внимания со стороны ЦБ РФ.

Следует отметить, что банк России проводит постоянную работу, связанную с процессом совершенствования платежной системы страны, которая способствует улучшению качества существующих расчетов и внедрению современных и

более прогрессивных форм платежных инструментов. Кроме непосредственно технической модернизации системы расчетов через РКЦ разрабатываются меры по совершенствованию методологических основ проведения платежей. В тоже время без основательной правовой базы платежная система России может быть подвержена действию постоянных правовых рисков, что негативно может сказаться на всей экономике страны. Недаром в Стратегии развития платежной системы России Центробанк обозначил

как одну из важнейших задач – укрепление нормативно-правового регулирования платежей и расчетов [8].

К важнейшим мерам, принимаемым Банком России с целью минимизации риска мошенничества, относятся следующие:

- совершенствование законодательства РФ в области обеспечения информационной безопасности финансовых организаций;
- разработка и ввод в действие национальных стандартов РФ по вопросам обеспечения информационной безопасности в финансовых организациях;
- совершенствование нормативных актов Банка России в области информационной безопасности финансовых организаций;
- совершенствование организационных и технических механизмов защиты автоматизированного рабочего места «Клиент Банка России»;
- оптимизация методики заполнения формы отчетности 0403203;
- повышение финансовой грамотности населения в части обеспечения безопасности применяемых информационных и платежных технологий;
- и, наконец, организация информационного обмена на базе ФинЦЕРТ с целью осуществления оперативного и непрерывного взаимного информирования об угрозах нарушения информационной безопасности.

В целом принятые в последнее время изменения в нормативных документах ЦБ РФ свидетельствуют о том, что система безналичных расчетов в РФ непрерывно совершенствуется. При этом внесенные коррективы дают больше полномочий кредитным организациям контролировать сам процесс перечислений денежных средств со счета плательщика на счет получателя средств.

Таким образом, можно утверждать, что политика Банка России в сфере совершенствования безналичных расчетов и платежей полностью отвечает реалиям и процессам, происходящим в современной российской экономике. В свою очередь решение различных проблем в системе безналичных расчетов позволит ускорить платежи, минимизировать риски при их проведении, и в конечном счете повысить эффективность безналичного денежного оборота.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гражданский Кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 26.01.1996 г. № 14-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 25.04.2017).
2. Федеральный закон от 23.06.2016 г. № 191-ФЗ «О внесении изменений в 5 статью ФЗ «О банках и банковской деятельности» и статью 7 ФЗ «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 25.04.2017).
3. Федеральный закон от 01.05.2016 г. № 130-ФЗ «О внесении изменений в часть первую Налогового Кодекса Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 12.05.2017).
4. Положение о правилах осуществления перевода денежных средств (утв. Банком России 19.06.2012 N 383-П). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 12.05.2017).
5. Безналичные расчеты: виды, формы платежей. [Электронный ресурс]. URL: https://www.audit-it.ru/terms/accounting/beznalichnyy_perevod.html (дата обращения 15.05.2017).
6. Безналичный расчет и его роль при заключении сделок. [Электронный ресурс]. URL: <http://businessjournal.ru/beznalichnyj-raschet-dlya-chego-on-nuzhen-v-biznese.html> (дата обращения 21.04.2017).
7. Кравченко Л.Н. Сценарии развития отечественной экономики // Актуальные проблемы экономического развития: междунар. науч.-практ. конф. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. С. 164–168.
8. Кравченко Л.Н., Ходоренко Е.О. Современные угрозы экономической безопасности России // Белгородский экономический вестник. 2016. №4 (84). С. 36–42.
9. Лабусов М. В. Тенденции развития безналичных расчетов в Российской Федерации // Молодой ученый. 2015. №24. С. 489–494.
10. Сведения о несанкционированных операциях со счетов юридических лиц. [Электронный ресурс]. URL: http://www.cbr.ru/credit/Gubzi_docs/survey_transfers_16.pdf (дата обращения: 10.06.2017).
11. Система расчетов в строительстве. [Электронный ресурс]. URL: <http://economy.ru/info/info/158102/> (дата обращения: 15.05.2017).
12. Слабинский Д.В. Причины и индикаторы манипуляций в отчете о движении денежных средств // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №4. С. 129–132.

KravchenkoL.N., HodorenkoE.O.**CURRENT STATE AND DEVELOPMENT OF THE NON-CASH SETTLEMENTS SYSTEM IN RUSSIA**

In connection with the spread of modern information technologies, new kinds of non-cash settlements began to develop rapidly and dislodge cash from many spheres of economic relations. In the same time growth in the share of non-cash settlements will increase the transparency and manageability of the country's economy. As a result, there is a need to further improve the system of non-cash settlements to prevent types of fraud, since all participants in the market mechanism are interested in a safe, quick and convenient calculation of cash. Especially this problem is of interest to the construction industry enterprises, because, due to the specificity of their activities, they make major transaction.

Key words: *payment system, cash payments, non-cash form of payment, letter of credit, payment order, collection of payment, check.*

Кравченко Лариса Николаевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры Бухгалтерского учета и аудита. Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова.

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

E-mail: L_n_kravchenko@mail.ru

Ходоренко Елена Олеговна, магистрант.

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

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

E-mail: elena.shamina.1994@mail.ru

Научное издание

**«Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова»
№ 8, 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 10.06.17. Подписано в печать 28.07.17. Формат 60×84/8

Усл. печ. л. 27,9. Уч.-изд. л. 30.

Тираж 1000 экз. Заказ 178. 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

