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

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЕСТНИК БГТУ им. В.Г. ШУХОВА

№ 11, 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.

© Белгородский государственный технологический университет (БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2017

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Ядыкина В.В., Лукаш Е.А., Кондрашов Д.С.
ВЛИЯНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА УКРЕПЛЕННЫХ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТОМ ГРУНТОВ 6

Траутваин А. И., Акимов А.Е., Черногиль В.Б., Лукашук А.Г., Яковлев Е.А.
ВЛИЯНИЕ ПРОПИТКИ «ДОРЛУК» НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ 11

Ищенко А.В., Огурцова Ю.Н., Строкова В.В.
ОСОБЕННОСТИ ФИБРЫ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА КАК ЭЛЕМЕНТА САМООЧИЩАЮЩЕЙСЯ ПОВЕРХНОСТИ 18

Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Соболева Г.Н., Александрова М.Н., Головин С.Н.
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА С СИЛИКАТНЫМИ ПАСТАМИ 25

Сулейманова Л.А., Коломацкий А.С., Погорелова И.А., Марушко М.В.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ 34

Рахимбаев Ш.М., Толыпина Н.М.
СРАВНИТЕЛЬНАЯ СТОЙКОСТЬ БЕТОНОВ С ЗАПОЛНИТЕЛЕМ РАЗЛИЧНЫХ РАЗМЕРОВ И БЕЗ НЕГО 43

Ширяев А.О., Обухов А.Г., Высоцкая М.А., Шеховцова С.Ю.
ПОЛИМЕРНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ 48

Кочерженко В.В., Коломацкий А.С., Погорелова И.А., Сулейманов А.Г.
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА УМЕНЬШЕНИЯ ПОТЕРЬ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПОД ОТВАЛАМИ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД КМА ПУТЕМ АРМИРОВАНИЯ ИХ ОТКОСОВ 55

Юрьев А.Г., Толбатов А.А., Смоляго Н.А., Яковлев О.А.
РАЦИОНАЛЬНЫЕ СЕЧЕНИЯ БРУСА ПРИ КОСОМ ИЗГИБЕ 60

Горожанкин В.К., Лоншаков Д.А., Пусный Л.А.
ЭКПОЗИЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 64

Колесникова Л.И.
ПАМЯТНИК КЛАССИЦИЗМА – ХРАМ УСПЕНИЯ ПРЕСВЯТОЙ БОГОРОДИЦЫ В СЕЛЕ БОЛЬШАЯ ХАЛАНЬ 70

Перькова М.В.
ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ 74

Лебедев В.М., Ломтев И.А.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПРОЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ 80

Семенцов С.В.
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ - ПЕТРОГРАДЕ НАЧАЛА XX ВЕКА 84

Кущев Л.А., Суслов Д.Ю., Рамазанов Р.С., Швыдкая М.А.
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СЖИГАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ЖКХ 95

Ястребинская А.В., Едаменко А.С., Дивиченко И.В.
АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И ПУТИ ЕГО СНИЖЕНИЯ 100

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Ключникова Н.В., Пескарева А.О.
ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО ВОСКА ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ 106

Федосов С.В., Баканов М.О., Никишов С.Н.
ВАРИАТИВНОСТЬ ПОДХОДОВ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПЕНОСТЕКОЛЬНОЙ ШИХТЫ 110

Ястребинский Р.Н., Павленко В.И., Ястребинская А.В., Денисова Н.А.
СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ БОРОСИЛОКСАНАХ 117

Убаськина Ю.А.
ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ДИАТОМИТА НА ЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 123
Грачева Е.О., Шевага О.Н., Тарасова Г.И.
РАЗРУШЕНИЕ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ЭМУЛЬСИОННЫХ СТОКОВ С ПОМОЩЬЮ ТВЕРДЫХ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ НЕФТЕШЛАМОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ 128
Рахимбаев Ш.М., Рахимбаев И.Г., Попеску Н.М.
ВЕРИФИКАЦИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГИДРОАЛЮМИНАТОВ КАЛЬЦИЯ И ИХ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ 133

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Теличенко В.И., Кайтуков Б.А., Скель В.И.
К ВОПРОСУ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И УНИФИКАЦИИ ГРАВИТАЦИОННЫХ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ 138
Логачев И.Н., Семикопенко И.А., Смирнов Д.В.
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО МАТЕРИАЛА В ОДНОМЕРНОМ ВОЗДУШНОМ ПОТОКЕ КРИВОЛИНЕЙНОГО ПАТРУБКА ВОЗВРАТА ДЕЗИНТЕГРАТОРА 144
Качаев А.Е., Орехова Т.Н., Гончаров Е.И.
АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПНЕВМОСМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ 149
Богданов В.С., Семикопенко И.А., Логачев И.Н., Смирнов Д.В.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНОГО РАЗМЕРА ЧАСТИЦ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО В ДЕЗИНТЕГРАТОРЕ МАТЕРИАЛА 156

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Штифанов А.И., Потапенко А.Н., Кумар У.
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОЦЕНИВАНИЯ СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ПОДСТАНЦИИ С МОЛНИЕПРИЕМНИКАМИ «МЕТАЛЛ-ИЗОЛЯТОР-МЕТАЛЛ» 161
Галагуз Ю.П., Сафина Г.Л.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ В НЕОДНОРОДНОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ 168
Пашкова Е.Э., Кабулова Е.Г.
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНФЛИКТОВ 173

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Трунова Е.В.
УПРАВЛЕНИЕ РАСЧЕТАМИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ: АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ 178
Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В., Бахус Е.Е.
ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ И КОНЦЕПЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ РЕСУРСООБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ 186
Балабанова Г.Г., Давыденко Т.А., Кажанова Е.Ю., Чижова Е.Н.
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В ОТРАСЛЯХ СТРОИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, РОЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА 191
Ткаченко Ю.А.
ВНУТРЕННИЙ КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ 200
Шевцов Р.М., Ковтун Ю.А., Баранов В.М., Акимова Г.З.
ПРЕСТУПНОСТЬ В СФЕРЕ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, КАК УГРОЗА НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 206

Кулагина Н.А., Казаков О.Д.
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-СОВЕТУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ 212
Щетинина Е.Д., Дубино Н.В.
СБАЛАНСИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАК ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНА 218
Минаева Л.А., Акимова Г.З., Дорошенко Ю.А., Сомина И.В.
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА 226
Усманов Д.И., Усманов И.У.
МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ГЛОБАЛИЗАЦИИ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ НЕРАВЕНСТВО РЕГИОНОВ (ЧАСТЬ 2) 233
Леонова О.В.
ПРИНЦИПЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ ИНОСТРАННОГО ЧАСТНОГО КАПТАЛА 240
Лычева И.М., Молчанова В.А.
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЧЕТА ИНФЛЯЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ВИДУ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «СТРОИТЕЛЬСТВО» 246
Дорошенко Ю.А., Баранов В.М., Ковтун Ю.А., Шевцов Р.М.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОБОРУДОВАНИИ ВЫДЕЛЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ (В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ) 251
Бекренев И.В., Новиков А.С.
РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ ПРИ АДАПТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ 256
Хорошун Н.А., Шамаева О.П., Избирян Л.В.
ОЦЕНКА ДЕЛОВОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ: ЗОЛОТОЕ ПРАВИЛО ЭКОНОМИКИ 260
Абакумов Р.Г., Наумов А.Е., Истомина Е.А.
АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ И РЫНКА ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА ГОРОДА БЕЛГОРОДА 266
Селиверстов Ю.И., Самоварова Е.С.
ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГИЙ В УНИВЕРСИТЕТАХ: ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ 277

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.12737/article_5a001aaaaee4b3.57860955

Ядыкина В.В., д-р техн. наук, проф.,
Лукаш Е.А., канд. техн. наук, доц.,
Кондрашов Д.С., магистрант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА УКРЕПЛЕННЫХ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТОМ ГРУНТОВ*

svh8@yandex.ru

Рассмотрены вопросы улучшения свойств глинистых грунтов, укрепленных портландцементом, за счет использования стабилизирующих добавок «Nanostab» и «Техностаб». Показано, что физико-механические характеристики модифицированных укрепленных грунтов существенно повышаются. На основании полученных результатов определены рациональные составы.

Ключевые слова: *грунт, стабилизирующая добавка, прочность, конструкция дорожной одежды.*

Введение. Актуальность использования укрепленных грунтов связана с увеличенным объемом строительства автодорог и с непомерно высокой стоимостью каменных минеральных материалов, таких как щебень, гравий, песок. Большая часть территории страны испытывает нехватку таких материалов, доставляемых на нужды дорожного строительства из горнодобывающих районов. Затраты на транспортировку влекут за собой и увеличение общей стоимости строительства дорог. В связи с этим, на территориях с дефицитом каменных материалов и с целью удешевления строительства, целесообразно применять грунты, укрепленные вяжущими веществами.

В России и за рубежом накоплен значительный опыт по укреплению грунтов с использованием различных стабилизаторов для строительства конструктивных слоев дорожных одежд автомобильных дорог. Укреплением грунтов следует называть качественное изменение первоначальных свойств естественных или искусственных грунтов различного состава и генезиса и преобразование их в монолитный, прочный и морозоустойчивый конструктивный слой [1]. Стабилизаторы – это очень широкий класс разных по составу и происхождению веществ, которые в малых дозах положительно влияют на формирование свойств дорожно-строительных материалов, как за счет активизации физико-химических процессов, так и за счет оптимизации технологических процессов. Каждый конкретный стабилизатор имеет свое индивидуальное название, отражающее специфику страны-производителя и особенности применения. К числу наиболее известных можно отнести следующие стабилизаторы глинистых грунтов: ЕН-1 (США), SPP (ЮАР), Roadbond (США), Nanostab (Германия), RRP-235 Special (Германия), Perma-Zume (США), Terrastone (Германия), Дорзин (Украина), ANT (РФ), ECOroads (США), М10+50 (США).

Портландцемент является одним из самых используемых и дешевых минеральных вяжущих, применяемых для укрепления грунтов. Портландцемент обладает теми вяжущими свойствами, при которых реализуются и изменяются в корне первичные свойства грунта, с приданием ему новых качеств: постоянной и неизменимой прочности. В связи с этим повышение эффективности укрепления грунтов цементом с заданными структурно-механическими свойствами является весьма актуальной задачей [2, 3].

Методология. Для проведения исследований использовались образцы естественного грунта – суглинка легкого пылеватого, укрепленного портландцементом ЦЕМ I 32,5Б, производства ЗАО «Осколцемент», с введением следующих стабилизирующих добавок:

– полимерная эмульсия «Nanostab», которая представляет собой водную дисперсию стиролбутадиен-полимера;

– ионный стабилизатор «Техностаб» – полимерный продукт, обеспечивающий возможности модификации инженерно-эксплуатационных свойств грунтов переменного гранулометрического, минерального и химического состава.

Применение подобных модификаторов совместно с минеральными вяжущими веществами позволяет создать прочные кристаллизационные и коагуляционные связи и, тем самым, повысить физико-механические характеристики укрепленных глинистых грунтов [4].

Характеристика грунта представлена в таблице 1.

Лабораторные исследования по определению предела прочности при сжатии образцов укрепленного грунта проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 23558-94 [5].

Таблица 1

Характеристика грунта, предназначенного для укрепления портландцементом со стабилизирующими добавками

Гранулометрический (зерновой) состав, содержание фракции мм, %										
Вид грунта	Наименование остатков (частные, полные)	1	0,5	0,25	0,1	0,05	Менее 0,005	Плотность сухого грунта, г/см^3	Оптимальная влажность, %	Число пластичности
Суглинок легкий пылеватый	ч.о.	0,2	1,0	8,0	15,2	1,5	74,1	1,72	20,4	7,4
	п.о.	0,2	1,2	9,2	24,4	25,9	100			
	п.п.	99,8	98,8	90,8	75,6	74,1	0			

Основная часть. Процессы, происходящие при укреплении грунтов портландцементом, весьма разнообразны, находятся в тесной взаимосвязи и включают: химические процессы – гидратация цементных зерен, твердение продуктов гидратации и их новообразований, возникающих при взаимодействии с частицами грунта и тонкодисперсной его частью; физико-химические процессы – обменное поглощение отдельных составных частей продуктов гидратации цемента тонкодисперсной частью грунта; физические и механические процессы – тонкое размельчение грунтовых агрегатов, точное дозирование вяжущего, равномерное перемешивание его с грунтом, оптимальное увлажнение смеси и уплотнение ее до максимальной плотности с последующим длительным обеспечением требуемого режима твердения готового слоя укрепленного грунта [3]. В результате указанных взаимодействий укрепленные грунты должны приобретать заданные структурно-механические свойства и сохранять их длительное время в сухом и во влажном состоянии. Использование стабилизирующей добавки при укреплении грунтов портландцементом позволяет формировать комплексную структуру цементогрунтов, характеризуемую не только высокой прочностью, водо- и морозостойкостью, но и пластичностью и трещиностойкостью [6].

Результаты испытаний образцов суглинка легкого пылеватого, укрепленного портландцементом с добавками стабилизаторов «Nanostab» и «Техностаб» в возрасте 7 и 28 суток, приведены на рисунке 1. Принятые дозировки портландцемента – 3, 5, 6 и 7 % от массы грунта, дозировки стабилизаторов – 0,08, 0,12 и 0,16 % от массы грунта.

На основании проведенных экспериментальных исследований установлено, что, изменяя количество портландцемента и стабилизирующей добавки, можно достичь различных прочностных характеристик. При содержании цемента 3 % прочность образцов при сжатии растет пропорционально увеличению количества стабилизаторов «Nanostab» и «Техностаб» (рис. 1, а). При увеличении расхода цемента максимальный прирост прочности образцов наблюдается при содержании добавки 0,12 %. В то же время, чрезмерное увеличение количества стабилизаторов может привести к снижению показателей прочности на сжатие, как это наблюдается при содержании цемента от 5 до 7 % (рис. 1, б, в, г). Понижение этого показателя при увеличении количества добавки, возможно, происходит в результате большой адсорбции стабилизатора, как гидрофобизирующего поверхностно-активного вещества, на силикатных составляющих цементного клинкера, снижающего его гидратацию [7].

Наибольшая прочность наблюдается при использовании портландцемента в количестве 7 % от массы грунта и содержании стабилизатора «Техностаб» 0,12 %. Данные образцы согласно ГОСТ 23558-94 [5] в 7-ми суточном возрасте соответствуют марке по прочности М40 ($R_{сж}$=4,06 МПа), в 28-ми суточном возрасте – М60 ($R_{сж}$=6,03 МПа). Немного меньше были получены прочностные показатели для грунтов со стабилизатором «Nanostab».

В целом, результаты при использовании обеих добавок сопоставимы. Максимальный прирост прочности образцов укрепленного грунта при сжатии в 28-ми суточном возрасте при использовании стабилизаторов «Nanostab» и «Тех-

ностаб» составил примерно 130 %. Такое повышение прочности при модификации стабилизаторами можно объяснить комплексом сложных физико-химических процессов, положительно влияющих на структурообразование укрепленных грунтов [8].

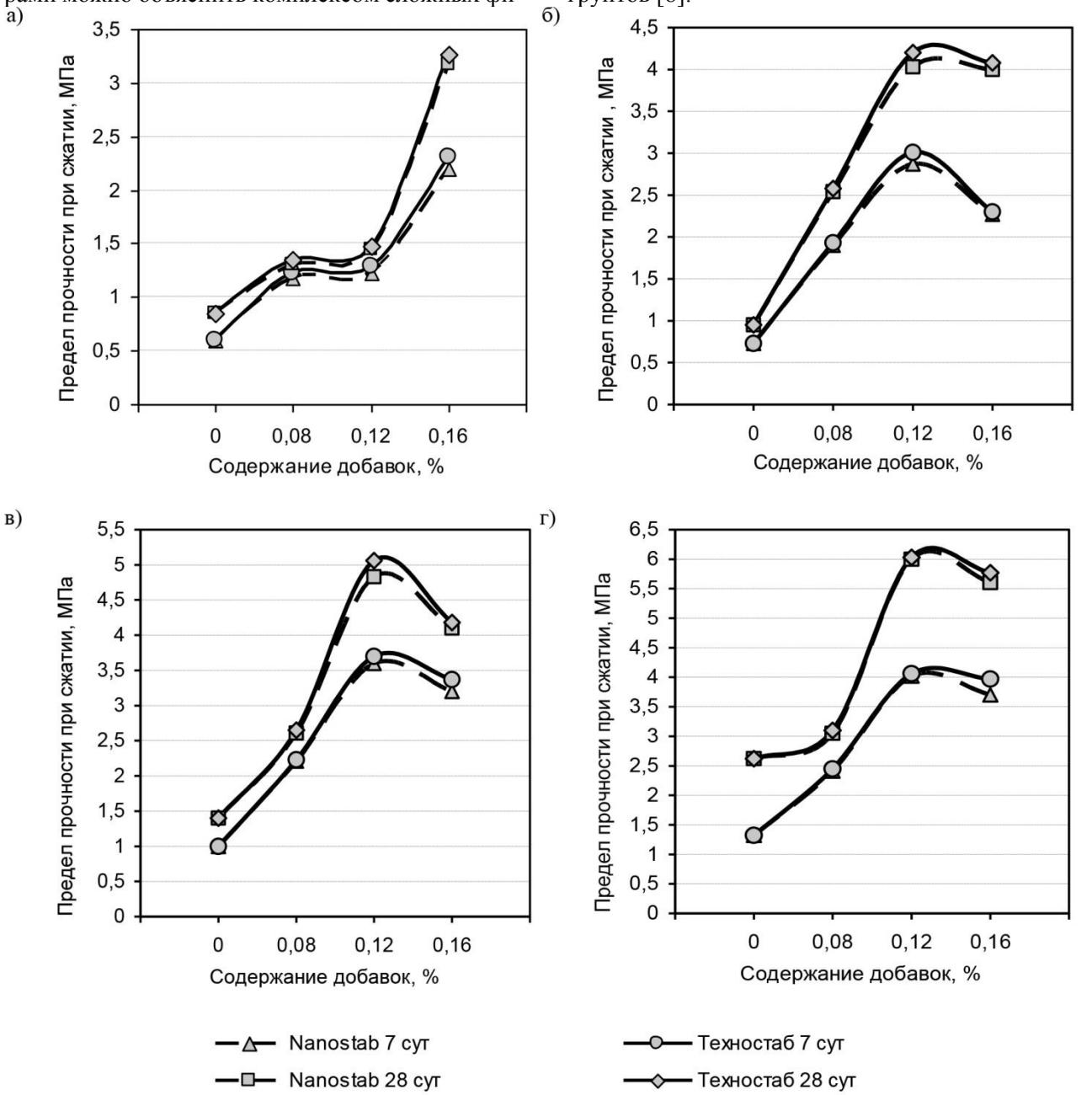


Рис. 1. Зависимость прочности образцов укрепленного грунта от содержания стабилизирующих добавок в возрасте 7 и 28 суток при количестве портландцемента: а – 3 %; б – 5 %; в – 6 %; г – 7 %

Марка укрепленного грунта по морозостойкости для всех составов получена не менее F25 по ГОСТ 23558-94 [5].

Строительство автомобильных дорог с применением обработанных неорганическими вяжущими грунтов в качестве оснований капитальных и облегченных типов дорожных одежд возможно при использовании материалов, соответствующих марке по прочности на сжатие не ниже М40 и марке по морозостойкости не менее F25 [5]. Анализ полученных результатов показал, что таким требованиям соответствуют грунты с содержанием цемента выше 5 % совместно с 0,12 % и 0,16 % стабилизаторов «Nanostab» и «Техностаб». При этом, единственным вариантом рецепта (содержания, количества добавок), обеспечивающим марку по прочности М40 ($R_{сж}$>4,00 МПа) в 7-ми суточном возрасте, является вариант с использованием 7% портландцемента и 0,12% исследуемых стабилизаторов. Это важно с точки зрения технологии производства работ, поскольку позволяет продолжить устройство вышележащих слоев дорожной одежды, не дожидаясь набора укрепленным грунтом марочной прочности (28 суток).

Следующим этапом была разработка конструкций дорожных одежд облегченного типа для автомобильных дорог IV категории с использованием в качестве материала основания, модифицированного стабилизаторами цементогрунта марки М60 (рис. 2).

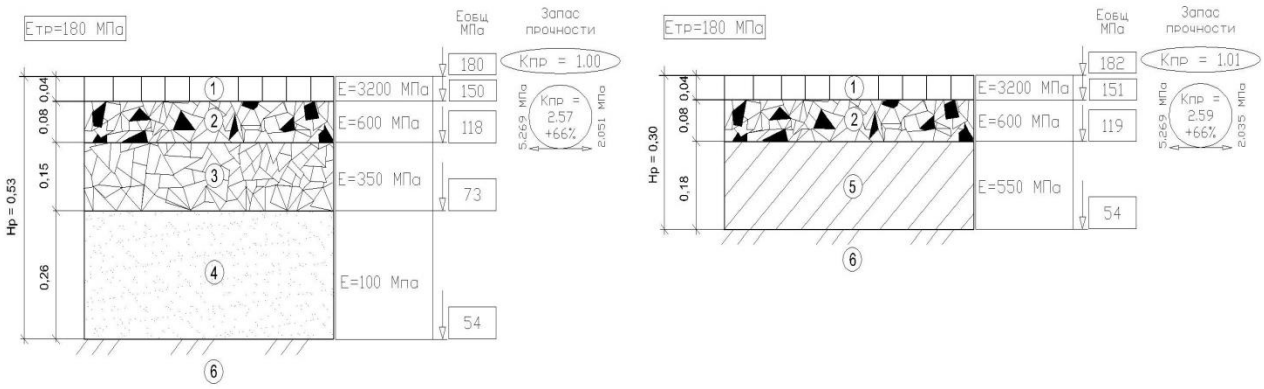


Рис. 2. Конструкции дорожных одежд облегченного типа автомобильных дорог IV категории
1 – асфальтобетон плотный горячий на битуме БНД марки 60/90, Тип А, Марка I;
2 – черный щебень, уложенный по способу заклинки;
3 – щебень трудноуплотняемый фракции 40-80 мм с заклинкой фракционированным мелким щебнем;
4 – песок мелкий с содержанием пылевато-глинистой фракции 5 %;
5 – модифицированный стабилизаторами цементогрунт марки М60;
6 – грунт земляного полотна (суглинок легкий пылеватый)

Расчет конструкций дорожных одежд выполнялся с использованием программного продукта «CREDO-RADON» в соответствии с ОДН 218.046-01 [9]. Обе конструкции являлись равнопрочными с требуемым модулем упругости 180 МПа.

Из представленных результатов видно, что основание из укрепленного грунта толщиной 18 см полностью эквивалентно двухслойной конструкции, состоящей из песчаного подстилающего слоя (h=26 см) и нижнего слоя щебеночного основания (h=15 см), общей толщиной 41 см. Это позволяет существенно сократить расходы при строительстве автомобильных дорог, заменив дорогостоящие привозные минеральные материалы местными укрепленными грунтами. При этом, использование стабилизатора «Техностаб» наиболее выгодно, поскольку он является конкурентоспособным товаром отечественного производства.

Выводы. В ходе проведенных исследований установлено, что показатели физико-механических свойств, укрепленных портландцементом глинистых грунтов с использованием стабилизирующих добавок «Nanostab» и «Техностаб» отвечают требованиям ГОСТ 23558-94 [5]. Введение стабилизаторов существенно (до 130 %) повышает прочность на сжатие укрепленных грунтов.

По морозостойкости укрепленные грунты, модифицированные стабилизаторами «Nanostab» и «Техностаб», соответствуют марке не менее F25. Полученный модифицированный укрепленный грунт пригоден для устройства оснований дорожных одежд облегченного типа на автомобильных дорогах III-IV категорий.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ОДМ 218.1.004-2011. Классификация стабилизаторов грунтов в дорожном строительстве. Введ. 01.05.2006. М.: Изд-во стандартов, 2012. 15 с.

2. Безрук В.М. Укрепленные грунты. М.: Транспорт, 1982. 231 с.

3. Чудинов С.А. Теоретические исследования укрепления грунтов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2010. № 5. С. 82–88.

4. Фурсов С.Г. Особенности стабилизации и укрепления глинистых грунтов // Дороги России. 2013. № 3. С. 98–105.

5. ГОСТ 23558-94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. Введ. 01.01.1995. М.: Изд-во стандартов, 1995. 21 с.

6. Чудинов С.А. Повышение эффективности укрепления глинистых грунтов портландцементом с добавкой полиэлектролита // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог: сб. науч. тр. 2013. № 4. С. 121–129.

7. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: Изд-во АСВ, 2011. 528 с.

8. Матуа В.П., Сизонец С.В., Матуа Р.В. Влияние добавок «ANT» и «nanoSTAB» на усадочные деформации щебеночно-песчаных смесей // Наука и техника в дорожной отрасли. 2013. № 1. С. 13–16.

9. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. Введ. 01.01.2001. М.: Издво стандартов, 2001. 86 с.

Информация об авторах

Ядыкина Валентина Васильевна, доктор технических наук, профессор кафедры автомобильных и железных дорог.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: vvya@intbel.ru

Лукаш Евгений Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных и железных дорог.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: svh8@yandex.ru

Кондрашов Дмитрий Сергеевич, магистрант кафедры автомобильных и железных дорог.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: nikon_182@mail.ru

Поступила в сентябре 2017 г.
© Ядыкина В.В., Лукаш Е.А., Кондрашов Д.С., 2017

Yadykina V.V., Lukash E.A., Kondrashov D.S.

THE INFLUENCE OF STABILIZING ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF THE GROUND STRENGTHENED BY CEMENT

The problems of improving the properties of clay ground reinforced with cement, using the stabilizing additives "Nanostab" and "Technostab" are considered. It is shown that the physico-mechanical characteristics of the modified fortified ground are significantly increased. Received rational formulas of composition based on the results obtained.

Keywords: *ground, stabilizing additive, strength, pavement construction*

Information about the authors

Yadykina Valentina Vasilevna, Ph.D., Professor.
E-mail: vvya@intbel.ru.
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Lukash Evgeny Alexeevich, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: svh8@yandex.ru.
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Kondrashov Dmitry Sergeevich, Master student.
E-mail: nikon_182@mail.ru.
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Yadykina V.V., Lukash E.A., Kondrashov D.S., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001aabad0b82.12097196

[1]Траутваин А.И., канд. техн. наук, доц.,
[1]Акимов А.Е., канд. техн. наук,
[2]Черногиль В.Б., научный консультант,
[3]Лукашук А.Г., аспирант,
[1]Яковлев Е.А., канд. техн. наук, доц.
[1]Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
[2]ООО «Научно-Производственное Предприятие «Завод Инновационного Промышленного оборудования»
[3]Воронежский государственный технический университет

ВЛИЯНИЕ ПРОПИТКИ «ДОРЛУК» НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ*

trautvain@bk.ru

В статье представлены результаты по влиянию пропитки «ДОРЛУК» производства ООО «Научно-Производственное Предприятие «Завод Инновационного Промышленного оборудования» («НПП «ЗИПо») на физико-механические характеристики асфальтобетонного покрытия на участке автомобильной дороги 1Р-193 Воронеж-Тамбов км 11 подход к путепроводу, построенного ДЭП-4 филиала АО «Дороги Черноземья». Исследования эффективности добавки проводилось по следующим характеристикам асфальтобетонных образцов: плотности, водонасыщению, водостойкости, водопроницаемости, усталостной прочности. Исследования показали, что использование пропитки «ДОРЛУК» привело к существенному снижению водонасыщение образцов асфальтобетона на 36 %, а также водопроницаемости на 3–4 мин. Снижение водонасыщения и водопроницаемости асфальтобетонных образцов будет способствовать уменьшению негативного влияния воды на прочностные характеристики асфальтобетона. При этом, важно отметить, что пропитка не оказала отрицательного влияния на усталостную прочность асфальтобетонных образцов, так как количество циклов образцов с пропиткой и без нее аналогично.

Ключевые слова: *пропитка «ДОРЛУК», протектор, санация покрытия, физико-механические характеристики.*

Введение. Из всех покрытий автомобильных дорог асфальтобетон является наиболее популярным в современном мире. Его неоспоримые плюсы в технологии производства работ, физико-механических и эксплуатационных характеристиках, а также стоимости. Однако асфальтобетонные покрытия, как и любой материал, подвергаясь воздействию погодно-климатических факторов и транспортных нагрузок, разрушаются. В процессе эксплуатации асфальтобетона, битум теряет свою эластичность, происходит отслаивание битумной пленки от каменного материала, образуются микротрещины. Под действием движения транспортных средств верхняя часть покрытия истирается и начинается шелушение. В периоды межсезонных заморозков и оттепелей вода неизбежно проникает в микротрещины, это приводит к образованию более значительных трещин и выбоин [1–11]. В настоящее время разработан ряд пропиток для асфальтобетонных покрытий, использование которых направлено на предотвращение развития всех этих процессов и «омоложения» покрытия, обеспечения высокой герметизации имеющихся дефектов и повышения его водостойкости. Полимерная композиция «ДОРЛУК» производства ООО «НПП «ЗИПо» является протектором для надежной защиты, а также восстановления первоначальных свойств асфальтобетона. В работе была исследована эффективность данной пропитки.

Методология. Пропитки для восстановления асфальтобетонных покрытий являются новым продуктом на отечественном рынке. На сегодняшний день нет нормативных требований, предъявляемых к качеству данного материала, а также методам его исследования. Однако, исходя из тех задач, на решение которых направлено использование пропиток, при исследовании эффективности пропитки «ДОРЛУК» были определены физико-механические характеристики образцов асфальтобетона, отобранных из существующего покрытия автомобильной дороги, обработанных вышеуказанной пропиткой. Для сравнения были испытаны образца асфальтобетона без использования пропитки «ДОРЛУК». Испытания асфальтобетонных образцов с пропиткой и без

нее проводили по следующим показателям плотности, водонасыщению, водостойкости, водопроницаемости, усталостной прочности. Такие показатели как плотность, водонасыщение, водостойкость согласно ГОСТ 12801-98, усталостная прочность по методическим рекомендациям по определению усталостной долговечности асфальтобетонных покрытий [12]. Водопроницаемость образцов асфальтобетона определялась при помощи установки для определения водопроницаемости бетона. Образцы помещались в испытательные камеры и подвергались воздействию вод под давлением 0,3 МПа. Засекалось время падения столба жидкости (расход воды).

Основная часть. По заявлению самого производителя добавки «ДОРЛУК», ее принцип действия следующий: при нанесении пропитки, его компоненты проникают в поры и микротрещины асфальтобетонного покрытия на глубину до 20-30 миллиметров в зависимости от пористости покрытия. При этом пропитка, благодаря своему уникальному составу, активно взаимодействует как с битумом, так и каменным материалом. В результате образуется сополимерная мембрана, которая изолирует имеющиеся поры и трещины от проникновения воды, тем самым герметизируя покрытие.

С целью определения коэффициента эффективности асфальтобетонной пропитки «ДОРЛУК» на основе полимерной композиции 12 июня 2017 г. на участке автомобильной дороги 1Р-193 Воронеж-Тамбов км 11 подход к путепроводу, построенного ДЭП-4 филиала АО «Дороги Черноземья» были проведены экспериментальные работы по нанесению данной пропитки на верхний слой асфальтобетонного покрытия, устроенного из ЩМА-15, с признаками начальной стадии шелушения.

Пропитка наносилась путем розлива композиции на поверхность асфальтобетонного покрытия и распределялась ручным способом. Через 3 часа (время высыхания пропитки) были отобраны керны D=100 мм в количестве 26 штук. Из них 9 штук с пропиткой и 17 штук без пропитки. При этом образцы были исследованы:

- ФАУ «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАУ «РОСДОРНИИ», г. Воронеж) по показателям: плотность, водонасыщение, водостойкость;
- ФГБОУ ВО Белгородским государственным технологическим университетом им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова) по показателям: водонасыщение, водопроницаемость, усталостная прочность.

Результаты исследований, проведенных ФАУ «РОСДОРНИИ», представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-механические показатели асфальтобетона

Наименование показателя	Образцы из покрытия	Образцы из покрытия, обработанные пропиткой «ДОРЛУК»	Требования ГОСТ 31015-2002, ОДМ 218.3.073-2016
Плотность, г/см^3	2,38	2,38	Не нормируется
Водонасыщение, %	2,04	1,71	До 3,5
Водостойкость	0,86	0,93	Не нормируется

ФАУ «РОСДОРНИИ» на основании проведенных Лукашуком А.Г. [13] исследований представило следующее заключение: обработка асфальтобетонного покрытия пропиткой «ДОРЛУК» на основе полимерной композиции уменьшает показатели водонасыщения на 20 % и увеличивает показатель водостойкости на 8 %.

При проведении исследований в БГТУ им. В.Г. Шухова предоставленные асфальтобетонные образцы были разделены на две группы. Одна часть образцов относилась к контрольной группе и исследовалась без нанесения пропитки, другая серия образцов была обработана пропиткой «ДОРЛУК». Перед испытанием боковая и нижняя поверхность всех образцов была покрыта битумом с целью предотвращения попадания воды через боковые грани. Это позволило оценить эффективность работы самой пропитки.

Обработка боковой поверхности образцов осуществлялась путем их погружения в разогретый до 140 ºС битум так, чтобы не покрытой оставалась только верхняя грань образца. Далее образец выдерживали на воздухе в течение суток.

Физико-механические характеристики результатов исследований представлены в табл. 2 и на рис. 1–2.

Из представленных результатов видно, что использование пропитки положительно отразилось на показателе водонасыщения и водопроницаемости асфальтобетонных образцов. Так, снижение водонасыщения образцов композита, обработанных пропиткой «ДОРЛУК» составило 36 %.

При этом водопроницаемость снизилась с 11–12 мин до 8 мин, то есть падение составило 3–4 мин.

Показатели водопроницаемости и водонасыщения косвенно характеризует структуру плотных материалов, работающих в условиях непосредственного контакта с водой. Снижение этих показателей свидетельствует о том, что асфальтобетонное покрытие, обработанное пропиткой, будет меньше подвержено негативному влиянию воды.

Таблица 2

Результаты определения физико-механических показателей образцов асфальтобетона с пропиткой «ДОРЛУК» и контрольных (без использования пропитки)

Наименование показателя		Единица измерения	Образцы с пропиткой	Контрольные образцы
Водонасыщение		%	2,9	4,5
Водопроницаемость асфальтобетона под давлением 0,3 МПа	1 образец	время падения уровня воды на 1 см, мин	8 мин 11 сек	12 мин 35 сек
	2образец		8 мин 45 сек	11 мин 06 сек
Усталостная прочность		количество циклов до разрушения	513000	506000

Известно, что именно вода проникает в поры асфальтобетона и ослабляет взаимную связь минеральных материалов с пленкой вяжущего. Замерзая зимой в порах асфальтобетона, вода переходит в лед с увеличением в объеме на 8–9 %, что создает в них давление свыше 29 МПа. Наибольшее разрушительное действие оказывает происходящее весной и осенью попеременное замораживание и оттаивание асфальтобетона. Знакопеременные температуры приводят к появлению трещин.

Известно, что разрушение асфальтобетона под действием многократных нагрузок обусловлено процессами усталости, т.е. образованием и накоплением микродефектов с постепенным снижением прочности во времени [14]. Важно отметить и то, что усталостная прочность асфальтобетонных образцов, обработанных пропиткой несколько выше, чем контрольных образцов. Это свидетельствует о том, что компоненты пропитки «ДОРЛУК» способствовали незначительному снижению микротрещин в структуре композита.

Покрытия автомобильных дорог в процессе эксплуатации находится под воздействием, главным образом, двух групп факторов – погодно-климатических и механических, обусловленных нагрузками от транспортных средств. Под воздействием именно этих двух групп факторов происходят необратимые изменения свойств и структуры асфальтобетона в слое покрытия, снижающее его долговечность. Поэтому восстановление основных эксплуатационных свойств существующих асфальтобетонных покрытий возможно за счет применения пропитки «ДОРЛУК».

При оценке эффективности работы пропитки «ДОРЛУК» был рассчитан коэффициент эффективности ее работы по формуле [15]

$$К_{эф} = W_1/W_2, \quad (1)$$

где W_1 – водонасыщение контрольных образцов, не обработанных пропиткой, %; W_1 – водонасыщение образцов, обработанных пропиткой, %.

Согласно результатам, проведенным в лаборатории ФАУ «РОСДОРНИИ» значение $К_{эф}$ составило 1,2; БГТУ им. В.Г. Шухова – 1,6.

Выводы. При исследовании эффективности пропитки «ДОРЛУК» были определены физико-механические характеристики образцов асфальтобетона, отобранных из существующего покрытия автомобильной дороги, обработанных вышеуказанной пропиткой. Для сравнения были испытаны образца асфальтобетона без использования пропитки «ДОРЛУК». Испытания проводили по следующим показателям: плотность, водостойкость, водонасыщение, водопроницаемость, усталостная прочность.

Исследования показали, что санация покрытия пропиткой – протектором «ДОРЛУК» привело к существенному снижению водонасыщение образцов асфальтобетона на 20% (согласно исследованиям ФАУ «РОСДОРНИИ») 36 % (согласно исследованиям БГТУ им. В.Г. Шухова), а также водопроницаемости на 3-4 мин, увеличению водостойкости на 8%. Увеличение показателя водостойкости, а также снижение водонасыщения и водопроницаемости асфальтобетонных образцов будет способствовать уменьшению негативного влияния воды на прочностные характеристики асфальтобетона.

При этом, важно отметить, что пропитка не оказала отрицательного влияния на усталостную прочность асфальтобетонных образцов, так как количество циклов образцов с пропиткой и без нее аналогично.

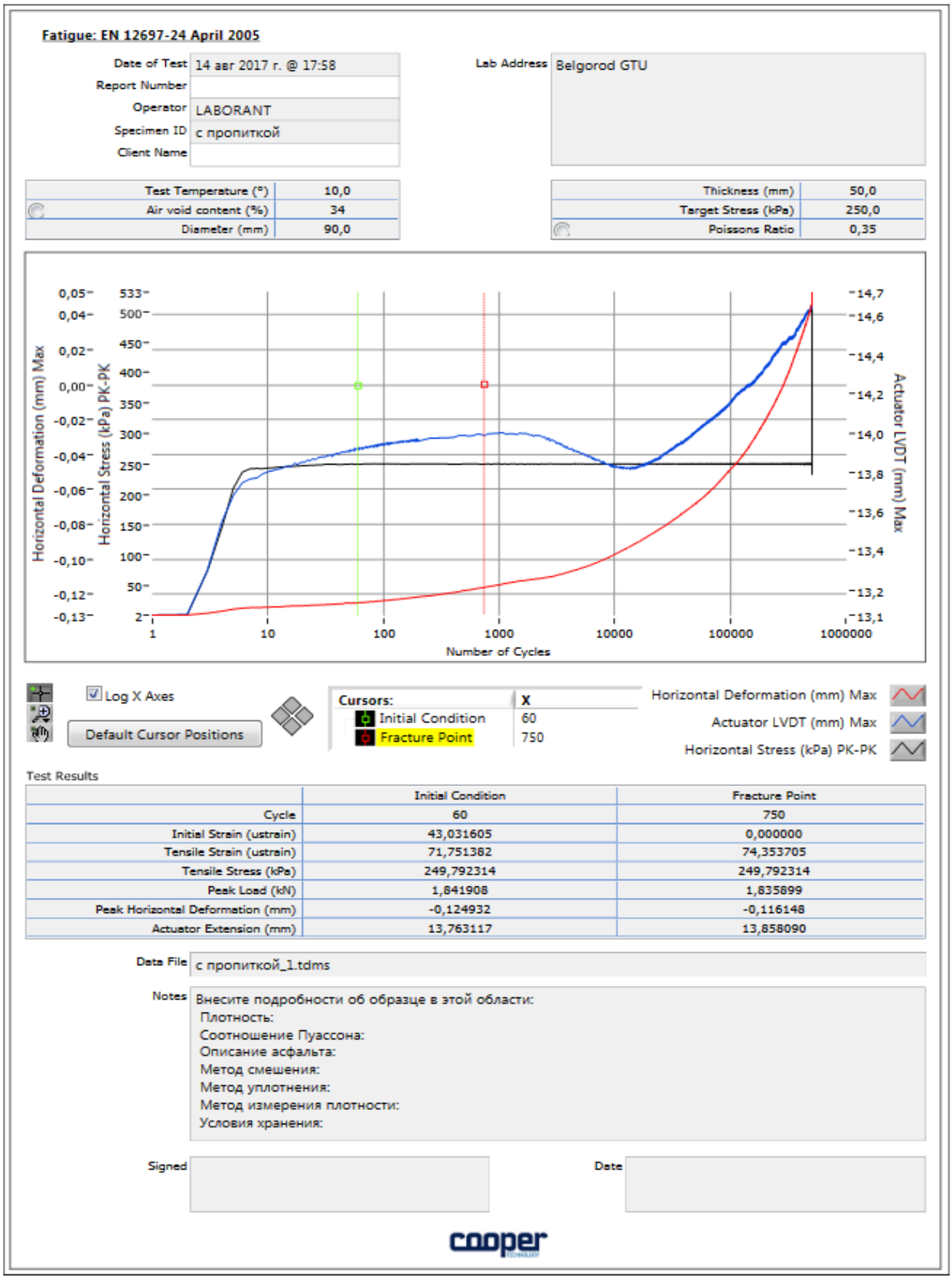


Рис. 1. Показатели усталостной прочности образцов с пропиткой «ДОРЛУК»

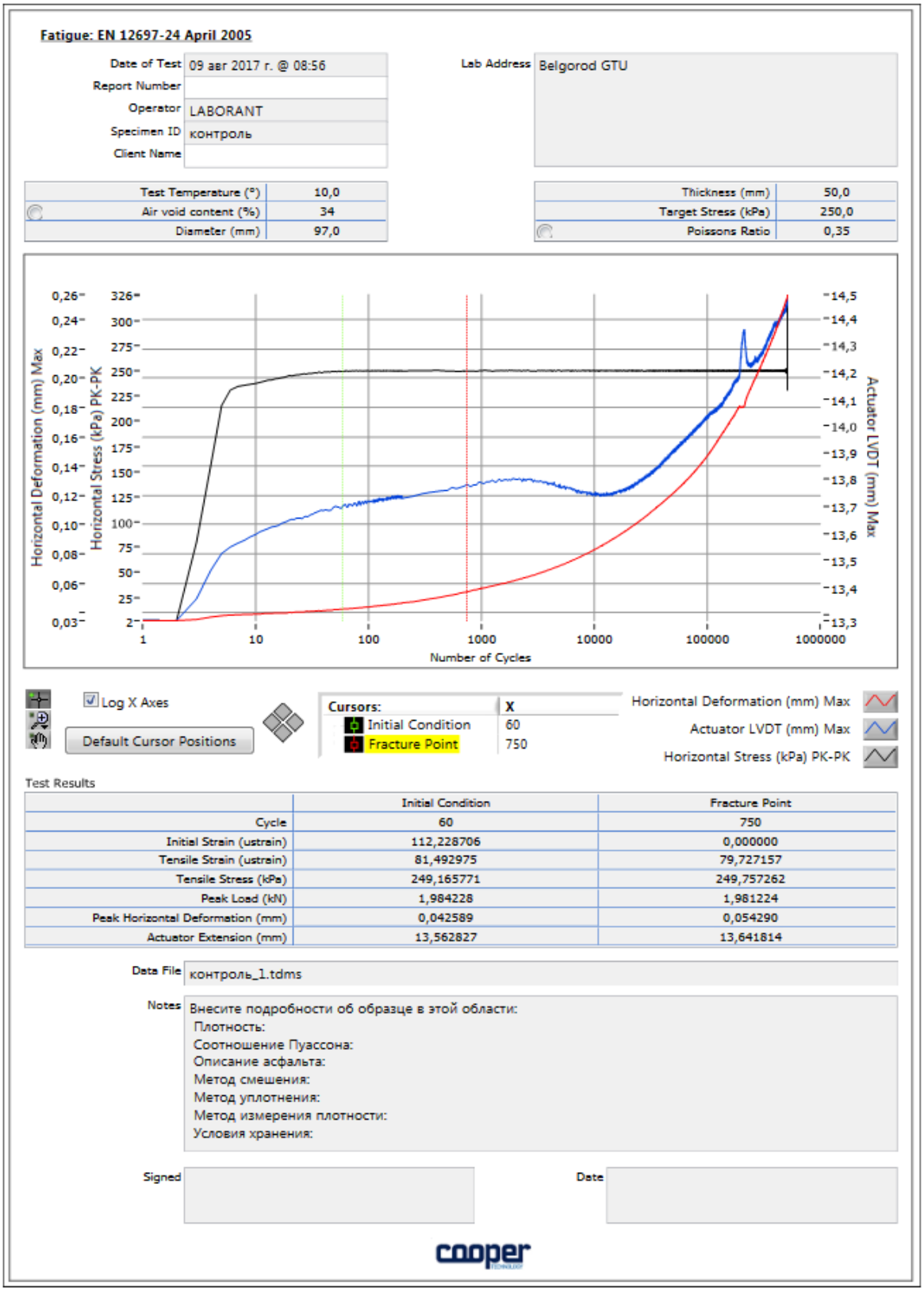


Рис. 2. Показатели усталостной прочности контрольных образцов без пропитки

Представленные результаты свидетельствуют об эффективности использования пропитки «ДОРЛУК» для повышения качества асфальтобетонного покрытия.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Холопов В.С., Траутваин А.И. Влияние температуропонижающей добавки на старение битума и асфальтобетона // В сборнике: Региональная научно-тех-

ническая конференция по итогам ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области сборник докладов. 2016. С. 334-342.

2. Радовский Б.С. Технологии нового теплого асфальтобетона в США//Дорожная техника. 2008. № 8. С. 24–28.

3. Траутваин А.И., Альтергот А.А. Исследование влияния различных полимеров и пластификаторов на свойства битума // В книге: Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии материалы международной научно-технической конференции. ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет». 2017. С. 286–287.

4. Колесник Д.А. Выбор модификатора асфальтобетона для расширения строительного сезона // Мир дорог. 2013. № 10. С. 45–47.

5. Куликова А.В., Соломенцев А.Б. Реологические свойства дорожного битума с добавками для теплого асфальтобетона // Строительные материалы и технологии. 2013. № 2. С. 104–111.

6. Gridchin A.M., Yadykina V.V., Trautvain A.I., Sharapov R.R., Zhukova A.A. Stone Mastic Asphalt and Stabilizing Additives for its Production // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Vol. 9. №12. P. 1053–1058. URL: http://medwelljournals.com/abstract/?doi=rjasci.2014.1053.1058. DOI: 10.3923/rjasci.2014.1053.1058.

7. Yadykina V., Tobolenko S., Trautvain A., Zhukova A. The influence of stabilizing additives on the physico-mechanical properties of stone mastic asphalt concrete // Procedia Engineering. 2015. Vol. 117. P. 381–386. (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815018354).

8. Onfield Jean-Noel. Enrobes tiedes: Pourquoi vont-ils se substituer aux enrobes a chaud?//Route actual. 2009. № 178. С. 26–28.

9. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Траутваин А.И., Вербкин В.И. Исследование влияния различных полимеров и пластификаторов на свойства битума БНД 60/90 и асфальтобетона на его основе // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 40–45.

10. Ядыкина В.В., Траутваин А.И., Чистяков Ю.П., Землякова Д.В. Влияние добавок EVOTHERM, АЗОЛ 1007 и АДГЕЗОЛ 3-ТД на свойства битума // Дороги и мосты. 2015. № 1. С. 320.

11. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Холопов В.С., Траутваин А.И. Изменение свойств битума и асфальтобетона под влиянием добавок для теплого асфальтобетона // В сборнике: Наукоемкие технологии и инновации Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 124–128.

12.ОДМД. Методические рекомендации по определению усталостной долговечности асфальтобетонных покрытий. М.: Изд-во ФДА «Росавтодор», 2011. 36 с.

13. Калгин Ю.И., Тюков Е.Б., Лукашук А.Г. Прогнозирование долговечности слоя поверхностной обработки дорожных покрытий с использованием моделирования нейронных сетей // Инженерные системы и сооружения. 2014. Т. 3. № 4 (17). С.37–43.

14. Траутваин А.И., Гридчин А.М., Вербкин В.И. Разработка комплексного полимерного вяжущего для органоминеральных смесей, позволяющего снизить образование колеи на асфальтобетонном покрытии // В сборнике: Наукоемкие технологии и инновации Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 112–116.

15. ОДМ 218.3.073-2016. Рекомендации по применению пропиточных составов для повышения долговечности асфальтобетонных покрытий. М.: Изд-во ФДА «Росавтодор», 2016. 57 с.

Информация об авторах

Траутваин Анна Ивановна, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных и железных дорог.
E-mail: trautvain@bk.ru.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Акимов Андрей Евгеньевич, ведущий инженер ЦВТ БГТУ им. В.Г. Шухова.
E-mail: akimov548@gmail.com.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Черногиль Виталий Богданович, научный консультант.
E-mail: vital.zipo@gmail.com.
Общество с ограниченной ответственностью «Научно-Производственное Предприятие «Завод Инновационного Промышленного оборудования».
Россия, 398531, Липецкая область, Липецкий район, с. Ленино, ул. Титова, д. 27 а.

Лукашук Александр Геннадьевич, аспирант.
E-mail: vital.zipo@gmail.com.
Воронежский государственный технический университет.
Россия, 394026, г. Воронеж, Московский проспект, 14.

Яковлев Евгений Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой автомобильных и железных дорог.
E-mail: jea@intbel.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Траутваин А. И., Акимов А.Е., Черногиль В.Б., Лукашук А.Г., Яковлев Е.А., 2017

Trautvain A.I., Akimov A.E., Chernogil V.B., Lukashuk A.G., Yakovlev E.A.
INFLUENCE OF DORLUK IMPREGNATION ON PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF ASPHALT PAVEMENTS

The article shows results on the influence of "Dorluk" impregnation on physical and mechanical characteristics of asphalt concrete pavement. "Dorluk" impregnation is produced by "Scientific-Production Enterprise" Plant Innovation Industrial Equipment" ("SPE "ZIPo"). Impregnation was tested on the section of road 1P-193 from Voronezh to Tambov near the road approach constructed by DEP-4 road servise. Research the effectiveness of the additive were carried out according to the following characteristics of asphalt-concrete samples: density, water saturation, water resistance, water permeability, fatigue strength. According to the results application of DORLUK impregnation results in a significant decrease in the water saturation of asphalt concrete samples by 36%, and also by water permeability under the pressure for 3-4 min. Reducing water saturation and water permeability of asphalt concrete samples help to minimize the negative impact of water on the strength characteristics of asphalt concrete. It is important to note that impregnation have no negative effect on the fatigue strength of asphalt concrete samples, since amount of cycles of samples with impregnation and without it is similar.

Keywords: *impregnation "DORLUK", tread, coating restoration asphalt pavements, physical and mechanical characteristics.*

Information about the authors
Trautvain Anna Ivanovna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: trautvain@bk.ru.
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Akimov Andrey Evgenievich, Leading engineer of the Center for High Technologies
E-mail: akimov548@gmail.com.
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Chernogil Vitaly Bogdanovich, Scientific consultant.
E-mail: vital.zipo@gmail.com.
Limited Liability Company "Scientific-Production Enterprise" Plant of Innovative Industrial Equipment "
Russia, 398531, Lipetsk region, village Lenino, st. Titova, 27 a

Lukashuk Alexander Gennadievich, Research assistant
E-mail: vital.zipo@gmail.com.
Voronezh State Technical University
Russia, 394026, Voronezh, Moskovsky prospect, 14

Received in September 2017
© Trautvain A.I., Akimov A.E., Chernogil V.B., Lukashuk A.G., Yakovlev E.A., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001aad6cece5.38594033

Ищенко А.В., асп., инж.-исс.,
Огурцова Ю.Н., канд. техн. наук, доц.,
Строкова В.В., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОСОБЕННОСТИ ФИБРЫ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА КАК ЭЛЕМЕНТА САМООЧИЩАЮЩЕЙСЯ ПОВЕРХНОСТИ

ogurtsova.y@yandex.ru

В работе представлены результаты исследования характеристик цементного камня в зависимости от вида фибры как элемента самоочищающейся поверхности. Приведены исследования краевого угла смачивания горизонтальной поверхности, поверхности под углом 70°, прочности на сжатие цементного камня с различным содержанием фибры и гидрофобизирующей добавки. Для исследования использовались 4 вида фибры различного состава: базальтовая фибра, стекловолокно, фибра полипропиленовая (ВСМ), фибра из поливинилового спирта. На основе полученных результатов становится возможным выбор вида и дозировки фибры в зависимости от назначения материала, а также эффективности ее совместного использования с объемной гидрофобизацией. При проектировании самоочищающихся фасадных материалов при необходимости достижения высоких значений краевого угла смачивания рекомендуется использование стекловолокна (3 %) или ПВС-фибры (3 %) с гидрофобизирующей добавкой (1 %). При необходимости достижения высоких прочностных характеристик рекомендуется использование ВСМ (3 %) без гидрофобизирующей добавки. Оптимальным (средние показатели краевого угла смачивания и прочности на сжатие) является использование базальтовой фибры (3 %) без гидрофобизирующей добавки.

Ключевые слова: *фибра, гидрофобизируюшая добавка, цементный камень, краевой угол смачивания, прочность.*

Введение. Высокая смачиваемость капиллярно-пористой поверхности традиционных фасадных материалов на основе цемента обуславливает их периодическое увлажнение при эксплуатации и циркуляцию жидкой фазы в толще композита. Фасадные материалы постоянно подвергаются воздействию агрессивных сред, которые вызывают высолообразование, сульфатную коррозию, а также вымывание минеральных компонентов. Эксплуатация материала во влажной среде может привести к образованию микроорганизмов, грибков, лишайников, бактерий на его поверхности и в объеме. Следствием этого могут стать повышенная влажность фасада, снижение его прочности и даже разрушение, проявляющееся в виде локальной коррозии либо отделения поверхностного слоя, которое влияет на эстетический вид сооружения, а также, при биокоррозии, неприятный запах, аллергические реакции у жителей.

Одним из способов защиты поверхности фасада является придание ему самоочищающихся свойств путем создания высокоразвитой поверхности материала за счет получения иерархической структуры с применением гидрофобизирующей эмульсии [1–4]. Данный метод призван обеспечить комплексную защиту материала от атмосферного воздействия, увеличить срок службы изделия, повысить эстетические качества и внешний облик здания в целом, оставаясь физиологически безопасным для человека и экологически безвредным для природы.

Традиционно способность материала к самоочищению достигается созданием системы нано- или микрошероховатости на его поверхности [5–8]. Достижение известного «эффекта лотоса» на строительных материалах затруднено. Так, например, поверхность традиционного цементного бетона является грубодисперсной, в том числе характеризуется присутствием пор и капилляров, что нивелирует эффект, создаваемый нано- или микрочастицами [9–12]. Проблематично также равномерное распределение и закрепление этих частиц, обеспечение долговечности самоочищающегося слоя. Негативными факторами также являются быстрая потеря эффективности в условиях повышенных температур и механических нагрузок, высокая себестоимость. В связи с чем, актуальным направлением является оптимизация механизма создания развитой гидрофобной поверхности цементного материала с учетом обеспечения высокой способности к самоочищению. Важным компонентом иерархической структуры поверхности является фибра, от характеристик которой будут зависеть как поверхностные, так и объемные свойства создаваемого композита [13–15]. В данной работе представлены результаты исследования характери-

стик цементного камня и его поверхности в зависимости от вида фибры как элемента самоочищающейся поверхности.

Методология. Для исследования использовались 4 вида фибры различного состава: базальтовая фибра ООО «Каменный век», Россия, Московская обл., г. Дубна; стекловолокно ООО «Стеклотекс», Россия, Самарская обл., г. Сызрань; волокно строительное микроармирующее (ВСМ) (фибра полипропиленовая) ООО «Си Айрлайд», Россия, Челябинская обл., г. Челябинск; фибра из поливинилового спирта (ПВС-фибра) ООО «Курарай», Япония, г. Осака.

Микроструктурные исследования фибры проводили на сканирующем электронном микроскопе Mira 3 FesSem (Tescan, Чехия) в режиме высокого вакуума (InBeam) с использованием катода Шоттки высокой яркости.

Затем были приготовлены образцы цементного камня на основе портландцемента ЦЕМ I 42,5 Н производства ЗАО «Белгородский цемент». Исследуемые виды фибр вводились в содержании 1, 3 и 5 %. В/Ц смесей составляло 0,28. Влияние фибры различного состава на прочность цементного камня исследовалось в возрасте 28 суток твердения. Помимо этого, проводилось исследование величины краевого угла смачивания поверхности образцов в горизонтальном положении, а также под наклоном 70º. Исследования проводились с использованием прибора для измерения краевого угла смачивания KRUSS DSA 30 (KRUSS GmbH, Германия). Наклон образцов под углом 70º был использован с целью приближения эксперимента к реальным условиям эксплуатации материала и обусловлен максимально возможным углом поворота предметного столика прибора.

На следующем этапе были приготовлены образцы цементного камня с фиброй различных видов (3 %) и гидрофобизатором «Мурасан БВА 17» производства ООО «Эм-Си Баухеми». Расход гидрофобизатора варьировался: 0,5; 1 и 1,5 %. После 28 суток нормального твердения для полученных образцов аналогично исследовались: прочность на сжатие, краевой угол смачивания в горизонтальном положении и под наклоном 70º.

Основная часть. В связи с тем, что в предлагаемых исследованиях фибра будет выступать элементом высокоразвитой поверхности композита, параметрами, представляющими интерес, являются – длина и диаметр волокна (табл. 1), шероховатость (рис. 1). Все виды фибр, выбранные для исследования, являются совместимыми с цементной средой и используются для получения бетонов.

Таблица 1

Параметры фибры различного состава

Параметры фибры	Тип фибры			
	Базальтовая фибра	Стекловолокно	Фибра полипропиленовая (ВСМ)	Волокна поливинилового спирта (ПВС-фибра)
Длина волокна, мм	12,7	12	12	8
Диаметр филамента, мкм	10−22	13−15	20−22	38

Наименьшим диаметром обладают волокна базальтовой и стеклянной фибры, наибольшим – волокна ПВС-фибры. Поверхность базальтовой и стеклянной фибр является преимущественно гладкой с незначительным присутствием замасливателя, цель использования которого заключается в улучшении разделения филаментов и распределения фибры в объеме бетонной смеси (рис. 1, а, б). Поверхность органических волокон (ВСМ (рис. 1, в) и ПВС (рис. 1, г) отличаются большей шероховатостью ввиду их состава и технологии производства.

На следующем этапе исследуемые волокна вводились в состав цементного камня в различных дозировках (1, 3 и 5 %). Целью исследований являлось установление влияния фибры различного состава на краевой угол смачивания в горизонтальном положении и под наклоном 70°, как наиболее важные параметры самоочищающихся поверхностей, а также на предел прочности при сжатии цементного камня. Также целью эксперимента для всех видов фибр являлось установление той дозировки, при которой возможно достижение максимального краевого угла смачивания. Для базальтовой фибры и ВМС это содержание составляет – 3 %, для стекловолокна и ПВС-фибры – 5 %. Значения краевого угла смачивания, достигаемые при данных дозировках фибры, представлены на рисунке 2. Стоит отметить, что при значительном повышении краевого угла смачивания за счет введения фибры, прочность на сжатие образцов с базальтовой фиброй, стекловолокном и ПВС-фиброй понижается на 11,6; 40,4 и 6,8 % соответственно. Снижение прочности на сжатие обусловлено разуплотнением структуры из-за избыточного содержания фибры. Использование же ВСМ позволяет повысить прочность на сжатие на 50,9 %. В качестве контрольного образца использовался цементный камень (В/Ц=0,28).

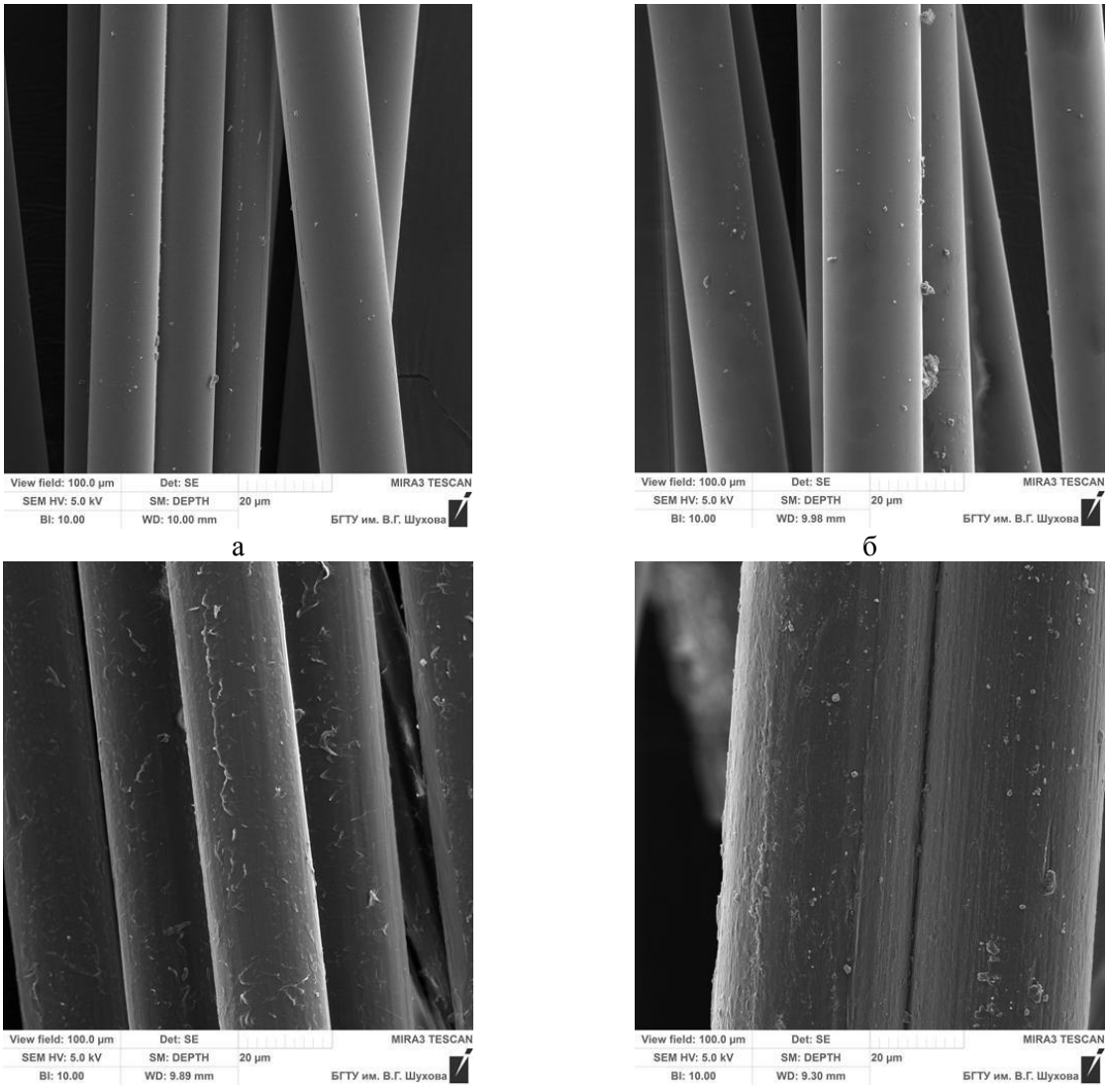


Рис. 1. Микроструктурные особенности фибры:
а − базальтовой; б − стекловолокна; в − ВСМ; г – ПВС

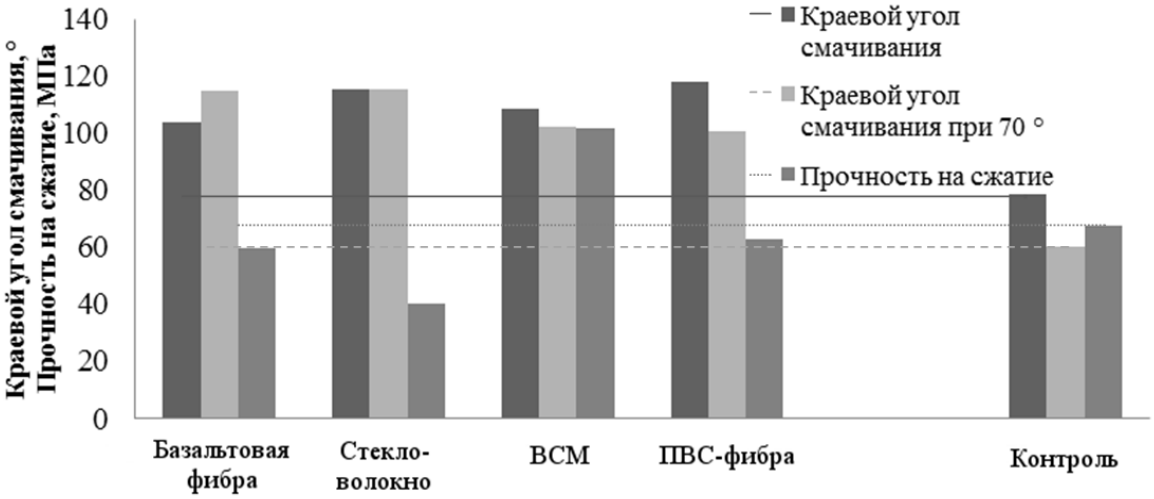


Рис. 2. Максимальные значения краевого угла смачивания поверхности образцов цементного камня в зависимости от вида фибры

С целью сравнения эффективности фибры в таблице 2 представлены результаты при введении 3 % фибры каждого вида. Стоит отметить, что все используемые виды фибры позволяют повысить краевой угол смачивания поверхности в

месте выхода волокна, что обусловлено снижением площади контакта водяной капли с поверхностью цементного камня. Величина данного эффекта зависит как от смачиваемости материала фибры, так и равномерности ее распределения при приготовлении смеси.

Таблица 2

Характеристики образцов цементного камня с фиброй (3 %), МПа

Характеристика образца	Тип фибры				Контроль
	Базальтовая	Стекловолокно	ВСМ	ПВС	
Краевой угол смачивания, º	103,6	106,6	108,7	92,8	78,4
Краевой угол смачивания при наклоне 70º, º	115,1	105,4	102,2	91,5	60,3
Прочность на сжатие, МПа	59,6	48,5	101,7	70,6	67,4

По полученным данным исследованная фибра может быть ранжирована:

- по уменьшению значения краевого угла смачивания:

ВСМ → Стекловолокно → Базальтовая фибра → ПВС-фибра.

- по уменьшению значения краевого угла смачивания под наклоном 70º:

Базальтовая фибра → Стекловолокно → ВСМ → ПВС-фибра.

- по влиянию на прочность:

ВСМ (↑) → ПВС-фибра (↑) → Базальтовая фибра (↓) → Стекловолокно (↓).

Для изучения возможности повышения значений краевого угла смачивания в объем образцов вводилась гидрофобизирующая добавка. В связи с тем, что максимальные значения прочности на сжатие наблюдались для большинства видов фибр при дозировке 3 %, то для следующего эксперимента все виды фибр вводились в данной дозировке. Но при этом варьировался расход гидрофобизатора: 0,5; 1 и 1,5 %. В таблице 3 приведены значения для 1 % гидрофобизатора. В строках с обозначением Δ, % (табл. 3) рассчитана разница значений краевого угла смачивания в горизонтальном положении и при наклоне 70°, а также прочности на сжатие образцов с фиброй при дополнительном введении гидрофобизирующей добавки в сравнении с образцами без добавки (см. табл. 2).

Таблица 3

Характеристики образцов цементного камня с фиброй и гидрофобизатором, МПа

Характеристика образца	Тип фибры				Контроль
	Базальтовая	Стекловолокно	ВСМ	ПВС	
Краевой угол смачивания ($К_{ус}$), º	130,4	136,1	77,3	138,2	78,4
Δ $К_{ус}$, %	+25,9	+27,7	-28,9	+48,9	-
Краевой угол смачивания при наклоне 70º ($К_{ус}$), º	109,2	126,1	73,5	115,0	60,3
Δ $К_{ус}$, %	-5,1	+19,6	-28,1	+25,7	-
Прочность на сжатие ($R_{сж}$), МПа	52,9	44,1	29,7	47,7	67,4
Δ $R_{сж}$, %	-11,2	-9,1	-70,8	-32,4	-

Полученные результаты позволяют отметить различный характер взаимодействия компонентов. Так при использовании стекловолокна (табл. 3, рис. 3) введение гидрофобизатора в объем материала позволяет повысить краевой угол смачивания, при этом уменьшение прочности − незначительно. Значительный положительный эффект увеличения краевого угла смачивания наблюдается при совместном использовании ПВС-фибры с гидрофобизирующей добавкой, но при этом прочность на сжатие уменьшается. Стоит отметить, что не рекомендуется совместное использование исследованного гидрофобизатора с ВСМ, так все исследованные характеристики значительно снижаются (табл. 3), что может быть обусловлено повышенным воздухововлечением и разуплотнением структуры материала.

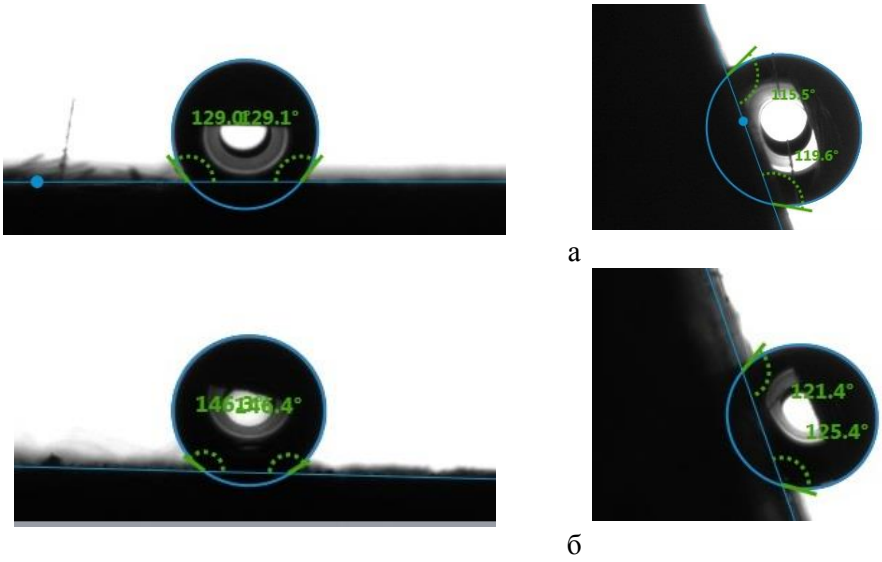


Рис. 3. Определение краевого угла смачивания поверхности цементного камня со стекловолокном в горизонтальном положении и под углом 70°: а – без гидрофобизатора, б – с гидрофобизатором

Заключение. Связь полученных результатов по определению краевого угла смачивания с параметрами фибры не подтверждает положительного влияния шероховатости ее поверхности (ВСМ и ПВС-фибра) на значение краевого угла смачивания.

На основе полученных результатов становится возможным осуществление выбора вида, дозировки фибры в зависимости от назначения материала, а также совместного ее использования с объемной гидрофобизацией. В частности, при проектировании самоочищающихся фасадных материалов при необходимости достижения высоких значений краевого угла смачивания рекомендуется использование стекловолокна (3 %) или ПВС-фибры (3 %) с гидрофобизирующей добавкой (1 %). При необходимости достижения высоких прочностных характеристик рекомендуется использование ВСМ (3 %) без гидрофобизирующей добавки. Оптимальным (средние показатели краевого угла смачивания и прочности на сжатие) является использование базальтовой фибры (3 %) без гидрофобизирующей добавки.

Предполагается, что механическая обработка поверхности образцов, а также поверхностная обработка фибры гидрофобной эмульсией с целью создания иерархической структуры позволят улучшить водооталкивающие характеристики поверхности, что станет предметом дальнейших исследований.

**Работа выполнена в рамках реализации гранта программы УМНИК №8417ГУ/2015 и Стипендии Президента СП-908.2015.1.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кожухова М.И., Кнотько А.В., Соболев К.Г., Кожухова Н.И. Микроструктурные особенности формирования иерархической структуры на гидрофобизированной поверхности бетона // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 9. С. 6–9.

2. Бойнович Л.Б., Емельяненко А.М. Гидрофобные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение // Успехи химии. 2008. № 77 (7). С. 619–638.

3. Muzenski S.W., Flores-Vivian I., Kozhukhova M.I., Rao S., Nosonovsky M., Sobolev K. Nano-engineered Superhydrophobic and Overhydrophobic Concrete. In: Sobolev K., Shah S. (eds) Nanotechnology in Construction. Springer, Cham. 2015. P. 443–449.

4. Кожухова М.И., Строкова В.В., Соболев К.С. Особенности гидрофобизации мелкозернистых бетонных поверхностей // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2014. № 4. С. 33.

5. Кочетков А.В., Чванов А.В. Новые антигололедные дорожные покрытия с шероховатой поверхностью в России // Строительные материалы. 2009. № 11. С. 76–78.

6. Bhushan B., Jung Y.C. Natural and biomimetic artificial surfaces for superhydrophobicity, self-cleaning, low adhesion, and drag reduction // Progress in Materials Science. 2011. Vol. 56. P. 1–108.

7. Miwa M., Nakajima A., Fujishima A., Hashimoto K., Watanabe T. Effects of the surface roughness on sliding angles of water droplets on superhydrophobic surfaces // Langmuir. 2000. Vol. 16. P. 5754–5760.

8. Feng X.Q., Gao X., Wu Z., Jiang L., Zheng Q.S. Superior water repellency of water strider legs with hierarchical structures: Experiments and analysis // Langmuir. 2007. Vol. 23. P. 4892–4896.

9. Колесов Е. О применении нанотехнологий в производстве строительных материалов в Китае // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. 2009. № 2. С. 65–70.

10. Лесовик В.С., Урханова Л.А., Федюк Р.С. Вопросы повышения непроницаемости фибробетонов на композиционном вяжущем // Вестник ВСГУТУ. 2016. № 1. С. 5–10.

11. Матвеева Е.Г., Королева Е.Л. Фибробетон с добавкой нанодисперсного кремнезема // Вестник МГСУ. 2013. № 3. С.140–146.

12. Кожухова М.И., Чулкова И.Л., Хархардин А.Н., Соболев К.Г. оценка эффективности применения гидрофобных водных эмульсий с содержанием нано- и микроразмерных частиц для модификации мелкозернистого бетона // Строительные материалы. 2017. № 5. С. 92–97.

13. Бабаев В.Б., Нелюбова В.В., Жерновский И.В. Термическая обработка базальтового волокна как способ повышения его щелочестойкости // Строительные материалы. 2013. № 10. С. 58–61.

14. Хархардин А.Н., Сивальнева М.Н., Строкова В.В. Топологический расчет основных параметров фибры для получения пенобетона на основе бесцементного наноструктурированного вяжущего // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. 2016. Т. 8. № 4. С. 73–88.

15. Клюев С.В., Лесовик Р.В. Дисперсно армированный стекловолокном мелкозернистый бетон // Бетон и железобетон. 2011. № 6. С. 4–6.

Информация об авторах

Ищенко Алина Валентиновна, аспирант кафедры Материаловедения и технологии материалов, инженер-исследователь НИИ Наносистемы в строительном материаловедении Инновационного научно-образовательного и опытно-промышленного центра Наноструктурированных композиционных материалов
E-mail: alina.ishchenko.92@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Огурцова Юлия Николаевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник НИИ Наносистемы в строительном материаловедении Инновационного научно-образовательного и опытно-промышленного центра Наноструктурированных композиционных материалов
E-mail: ogurtsova.y@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Строкова Валерия Валерьевна, доктор технических наук, проф., директор Инновационного научно-образовательного и опытно-промышленного центра Наноструктурированных композиционных материалов
E-mail: s-nsm@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в августе 2017 г.
© Ищенко А.В., Огурцова Ю.Н., Строкова В.В., 2017

Ishchenko A.V., Ogurtsova Y.N., Strokova V.V.

FEATURES OF FIBER OF THE DIFFERENT COMPOSITION AS AN ELEMENT OF THE SELF-CLEANING SURFACE

The paper presents the results of the investigation of the characteristics of cement stone depending on the type of fiber as an element of a self-cleaning surface. The study of the contact angle of wetting of a horizontal surface, a surface at an angle of 70°, compressive strength of a cement stone with a different content of fiber and a hydrophobic additive are given. Four types of fibers of various composition were used for the study: basalt fiber, glass fiber, polypropylene fiber (MCF), polyvinyl alcohol fiber (PVA-fiber). Based on the obtained results it becomes possible to select the type and dosage of fiber depending on the purpose of the material, as well as the effectiveness of its joint use with volumetric hydrophobization. When designing self-cleaning facade materials, if it is necessary to achieve high values of the contact angle, it is recommended to use glass fiber (3 %) or PVA-fiber (3 %) with hydrophobic additive (1 %). If it is necessary to achieve high strength characteristics, it is recommended to use MRF (3 %) without hydrophobic additive. The optimal (average values of the contact angle of wetting and compressive strength) is the use of basalt fiber (3 %) without hydrophobic additive.

Keywords: *fiber, hydrophobic additive, cement stone, contact angle of wetting, strength.*

Information about the authors
Ischenko Alina Valentinivna, Postgraduate student.
E-mail: alina.ishchenko.92@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Ogurtsova Yulia Nikolaevna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: ogurtsova.y@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Strokova Valeria Valerievna, Ph.D., Professor.
E-mail: s-nsm@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in August 2017
© Ishchenko A.V., Ogurtsova Y.N., Strokova V.V., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001aadc0fe57.79195521

Лукутцова Н.П., д-р техн. наук, проф.,
Пыкин А.А., канд. техн. наук, доц.,
Соболева Г.Н., канд. техн. наук, доц.,
Александрова М.Н., магистр,
Головин С.Н., студент
Брянский государственный инженерно-технологический университет

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА С СИЛИКАТНЫМИ ПАСТАМИ

natluk58@mail.ru

Представлены результаты исследования структуры и физико-механических свойств (средней плотности, коэффициента теплопроводности, водопоглощения, адгезионной прочности, прочности на сжатие) крупнопористого (беспесчаного) полистиролбетона с использованием вспененного гранулированного полистирола, модифицированного силикатными пастами, получаемыми смешиванием микрокремнезема с суперпластификатором С-3 и водными растворами связующих компонентов (поливинилацетатной дисперсии, низкомолекулярного полиэтиленгликоля, жидкого натриевого стекла). Установлено, что в результате химического взаимодействия составляющих компонентов силикатных паст и портландцемента на поверхности полистирольных гранул образуется плотная оболочка толщиной от 100 до 150 мкм. Это приводит к повышению адгезионной прочности полистиролбетона в 1,5–2,2 раза, прочности на сжатие в возрасте 28 суток в 1,8–2,9 раза при увеличении средней плотности на 2,1–3 % и коэффициента теплопроводности на 2,4–4,8 %, а также снижению водопоглощения на 18–33 %.

Ключевые слова: *крупнопористый (беспесчаный) полистиролбетон, свойства, микрокремнезем, поливинилацетатная дисперсия, низкомолекулярный полиэтиленгликоль, жидкое натриевое стекло, силикатные пасты.*

Введение. Полистиролбетон (ПСБ) на основе цементного вяжущего представляет собой сложную систему, в которой полярная жидкость (вода) не смачивает гидрофобную поверхность заполнителя – гранулированного вспененного полистирола (ПВГ). В связи с этим, основным недостатком ПСБ является низкая адгезия ПВГ к цементному тесту и камню, что приводит к расслаиванию бетонной смеси в процессе приготовления, выкрашиванию заполнителя из затвердевшего композита, снижению прочности и других эксплуатационных характеристик полистиролбетона [1–3].

К эффективным условиям формирования более прочных адгезионных контактов в системе «полистирол – цементная матрица» относится использование органических и минеральных микро- и нанодисперсных добавок, приводящих к образованию адсорбционных промежуточных слоев в зоне контакта гидрофобной поверхности гранул ПВГ и гидрофильной поверхности цементных частиц и продуктов его гидратации [4–7].

Ранее выполненные исследования показывают, что повысить адгезию полистирола к цементному тесту и камню можно путем модификации гранул ПВГ силикатными пастами, получаемыми смешиванием органоминеральных кремнеземсодержащих компонентов с водными растворами связующих веществ из группы полиэтиленгликолей, поливинилацетатных дисперсий, жидких стекол и др. [8–15].

Целью данной работы является исследование влияния силикатных паст, получаемых смешиванием кремнеземсодержащего минерального компонента с органическим компонентом и водными растворами связующих веществ, на структуру и физико-механические свойства крупнопористого (беспесчаного) ПСБ.

Методика. При проведении исследований применялись следующие методы: лазерная гранулометрия на анализаторе Analysette 22 NanoTec Plus (распределение по размерам кремнеземсодержащего минерального компонента силикатных паст), фотонно-корреляционная спектроскопия на анализаторе ZetaPlus (распределение по размерам силикатных паст), растровая электронная микроскопия на микроскопах TESCAN MIRA 3 LMU и Versa 3D (структура силикатных паст и ПСБ), стандартные методы испытаний полистиролбетонных смесей и полистиролбетона.

В качестве кремнеземсодержащего минерального компонента для получения силикатных паст применялся конденсированный неуплотненный микрокремнезем (МК) марки МК-85 [16] (ООО «Альянс-Строительные Технологии», г. Дзержинский, Московская область). Средний

диаметр частиц МК составлял 1150 нм, полидисперсность – 3,54 %. Доля частиц, попадающих в нанодиапазон (от 10 до 100 нм), составляла 0,11 %; в ультрадиапазон (от 100 до 1000 нм) – 39,47 %; в микродиапазон (от 1000 до 10000 нм) – 58,37 %; в макродиапазон (от 10000 до 100000 нм) – 2,05 %.

Органическим компонентом силикатных паст являлся суперпластификатор С-3 (СП С-3) в виде сухого вещества (ОАО «Полипласт», г. Новомосковск, Тульская область).

Связующими компонентами силикатных паст служили: гомополимерная, грубодисперсная, не пластифицированная, стабилизированная поливиниловым спиртом поливинилацетатная дисперсия (ПВА) марки Д51С [17] (ООО «ПолиХим», г. Рязань); низкомолекулярный полиэтиленгликоль (ПЭГ) марки ПЭГ-400 [18] (ООО «НОРКЕМ», г. Нижний Новгород); жидкое натриевое стекло (ЖНС) плотностью 1400 кг/м^3, силикатным модулем 2,9 [19] (ООО «Меттерра», г. Челябинск).

Получение силикатных паст заключалось в перемешивании микрокремнезема с суперпластификатором С-3, а затем с водным раствором соответствующего связующего компонента.

Вещественный состав силикатных паст разрабатывался методом ортогонального центрального трехфакторного математического планирования эксперимента с получением функций отклика и номограмм, связывающих выходные параметры (y_1 – средняя плотность ПСБ, кг/м^3; y_2 – прочность на сжатие ПСБ в возрасте 28 суток, МПа) с переменными факторами (x_1 – соотношение МК:МК, x_2 – соотношения ПВА:МК, ПЭГ:МК, ЖНС:МК, x_3 – соотношение СП С-3:МК), варьируемыми в пределах: x_1 – от 1 до 1,66, x_2 – от 0,67 до 1,33, x_3 – от 0,017 до 0,049.

Выбор факторов, уровней и интервалов варьирования осуществлялся, исходя из технико-экономической целесообразности и выявления их оптимальных значений, обеспечивающих получение образцов ПСБ с пониженной средней плотностью и повышенной прочностью на сжатие.

Исследование влияния силикатных паст на структуру и физико-механические свойства ПСБ (среднюю плотность, коэффициент теплопроводности, водопоглощение, адгезионную прочность, прочность на сжатие) осуществлялось на образцах-кубах размерами 7×7×7 см, изготовленных из равноподвижных (маркой по подвижности П1) смесей портландцемента марки ЦЕМ I 42,5 Н, гранулированного вспененного полистирола с размером гранул 2,5-3 мм, воды. Испытания образцов проводились через 28 суток нормального твердения.

Полистиролбетонные смеси приготавливались в следующей последовательности: дозирование сырьевых компонентов, получение силикатных паст, предварительное смешивание ПВГ с соответствующей силикатной пастой, выдержка модифицированного заполнителя до начала схватывания пасты и его перемешивание с портландцементом и водой затворения.

Основная часть. По данным трехфакторного планирования эксперимента установлено, что функции отклика средней плотности и прочности на сжатие ПСБ от факторов, определяющих вещественный состав силикатных паст, описываются следующими уравнениями регрессии:

– с пастой на основе ПВА:

$$y_1 = 433{,}4 - 3{,}6x_1 - 1{,}6x_2 + 1{,}0x_3 - 2{,}4x_1^2 + 1{,}8x_2^2 - 2{,}4x_3^2 + 1{,}0x_1x_2 + 0{,}25x_2x_3; \quad (1)$$

$$y_2 = 3{,}72 - 0{,}58x_1 - 0{,}2x_2 + 0{,}08x_3 - 0{,}22x_1^2 + 0{,}51x_2^2 - 0{,}42x_3^2 + 0{,}09x_1x_2 - 0{,}03x_1x_3 - 0{,}02x_2x_3; \quad (2)$$

– с пастой на основе ПЭГ:

$$y_1 = 440{,}5 + 4{,}4x_1 + 0{,}8x_2 - 0{,}4x_3 - 4{,}4x_1^2 - 3{,}2x_2^2 - 0{,}8x_3^2 + 0{,}88x_1x_2 + 0{,}38x_1x_3 - 0{,}38x_2x_3; \quad (3)$$

$$y_2 = 4{,}96 + 0{,}62x_1 + 0{,}21x_2 - 0{,}04x_3 - 1{,}01x_1^2 - 0{,}81x_2^2 + 0{,}19x_3^2 + 0{,}08x_1x_2 + 0{,}03x_1x_3 - 0{,}01x_2x_3; \quad (4)$$

– с пастой на основе ЖНС:

$$y_1 = 432{,}3 + 3{,}1x_1 + 0{,}7x_2 - 1{,}1x_3 + 3{,}5x_1^2 - 0{,}1x_2^2 + 1{,}7x_3^2 - 0{,}63x_1x_2 - 0{,}38x_1x_3 + 0{,}63x_2x_3; \quad (5)$$

$$y_2 = 1{,}88 + 0{,}51x_1 + 0{,}53x_2 - 0{,}29x_3 + 3{,}13x_1^2 + 0{,}62x_2^2 + 1{,}01x_3^2 - 0{,}68x_1x_2 + 0{,}09x_1x_3 + 0{,}22x_2x_3. \quad (6)$$

Номограммы отклика средней плотности и прочности на сжатие ПСБ от факторов, определяющих вещественный состав силикатных паст, представлены на рис. 1.

Из уравнений (1, 2) и номограмм (рис. 1, а, б) следует, что эффективным составом силикатной пасты на основе поливинилацетатной дисперсии является соотношение: МК:МК – 1, ПВА:МК – 0,67, СП С-3:МК – 0,033. Средняя плотность ПСБ с данной пастой составляет 439 кг/м^3, прочность на сжатие 4,9 МПа.

Уравнения (3, 4) и номограммы (рис. 1, в, г) показывают, что эффективным составом силикат-

ной пасты на основе низкомолекулярного полиэтиленгликоля является соотношение: МК:МК – 1,33, ПЭГ:МК – 1, СП С-3:МК – 0,017. Образцы ПСБ с этой пастой имеют среднюю плотность 440 кг/м^3, прочность на сжатие 5,3 МПа.

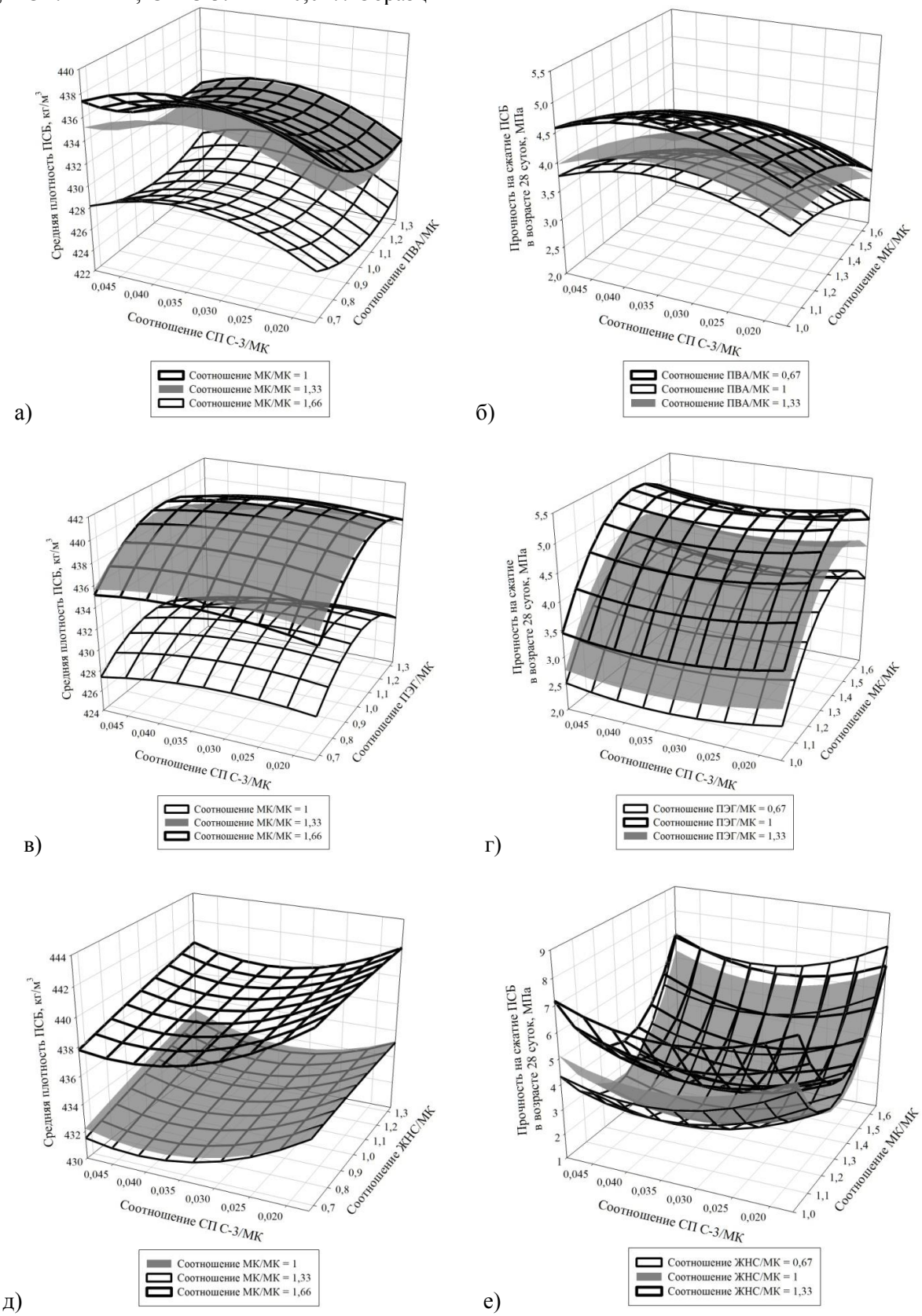


Рис. 1. Номограммы отклика средней плотности (а, в, д) и прочности на сжатие (б, г, е) полистиролбетона от факторов, определяющих вещественный состав силикатных паст:
а, б – с пастой на основе ПВА; в, г – с пастой на основе ПЭГ; д, е – с пастой на основе ЖНС

Уравнения (5, 6) и номограммы (рис. 1, д, е) свидетельствуют о том, что эффективным составом силикатной пасты на основе жидкого натриевого стекла является соотношение: МК:МК – 1,66, ЖНС:МК – 0,67, СП С-3:МК – 0,017. Модифицирование полистирола указанной пастой перед смешиванием с портландцементом позволяет получить ПСБ со средней плотностью 443 кг/м^3, прочностью на сжатие 7,7 МПа.

Ранее выполненные исследования показали, что при смешивании микрокремнезема с СП С-3 и водным раствором ПВА образуется паста, в которой средний диаметр частиц МК превышает исходный в 2,4 раза, а полидисперсность – в 14 раз. При этом минимальный диаметр частиц МК увеличивается от 100 до 725 нм (в 7,3 раза), а максимальный диаметр снижается от 17120 до 10000 нм (в 1,7 раза) [20].

Смешивание микрокремнезема с СП С-3 и водным раствором ПЭГ приводит к увеличению среднего диаметра частиц МК в составе пасты в 1,6 раза (от 1150 до 1804 нм), а полидисперсности – в 8,6 раза (от 3,5 до 30,2 %). Минимальный диаметр частиц МК увеличивается от 100 до 119 нм (в 1,2 раза), а максимальный диаметр снижается от 17120 до 2656 нм (в 6,4 раза).

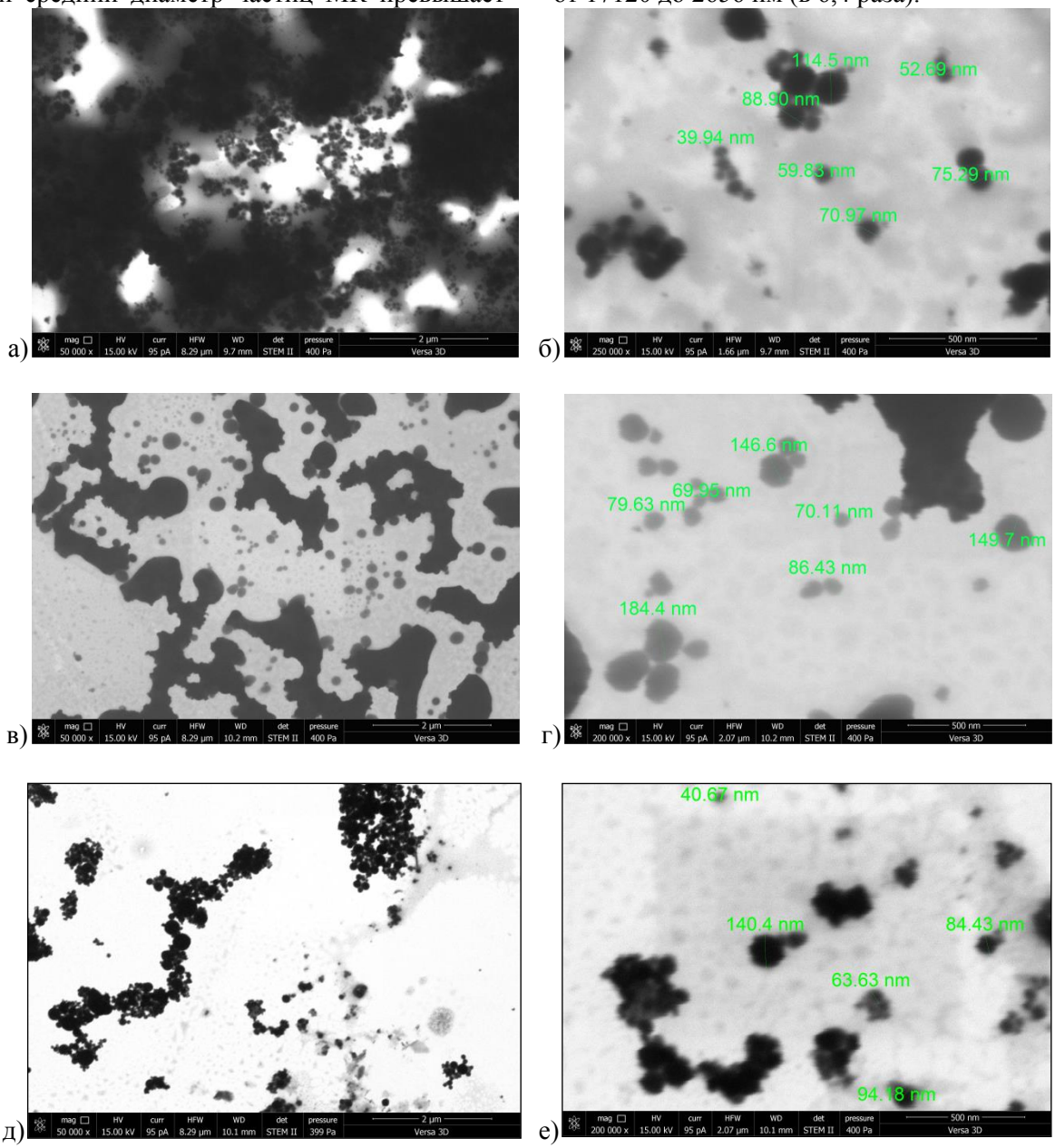


Рис. 2. Структура силикатных паст на основе ПЭГ (а, б), ПВА (в, г), ЖНС (д, е):
а, в, д – увеличение в 50000 раз; б – увеличение в 250000 раз; г, е – увеличение в 200000 раз

В то же время, смешивание микрокремнезема с СП С-3 и водным раствором ЖНС способствует увеличению среднего диаметра частиц МК в составе пасты от 1150 до 1196 нм и повышению полидисперсности от 3,5 до 22,6 % (в 6,5 раза). Минимальный диаметр частиц МК увеличивается в

1,9 раза (от 100 до 187 нм), а максимальный диаметр снижается в 14 раз (от 17120 до 1209 нм).

По данным растровой электронной микроскопии (РЭМ) установлено, что использование низкомолекулярного полиэтиленгликоля в качестве связующего вещества силикатной пасты приводит к формированию агломератов из частиц исходного МК. При этом в составе пасты содержатся отдельные частицы диаметром от 40 до 115 нм (рис. 2, а, б).

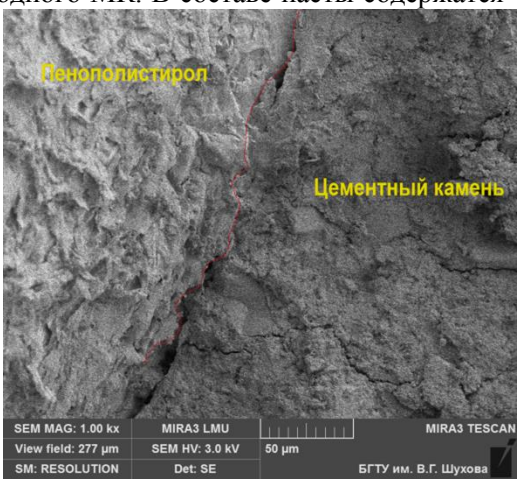
Поливинилацетатная дисперсия способствует образованию разветвленных агрегатов из сильно связанных между собой частиц МК. В составе пасты содержатся отдельные частицы диаметром от 70 до 184 нм (рис. 2, в, г).

При этом жидкое натриевое стекло приводит к формированию цепопечных агломератов из частиц исходного МК. В составе пасты содержатся отдельные частицы диаметром от 41 до 140 нм (рис. 2, д, е).

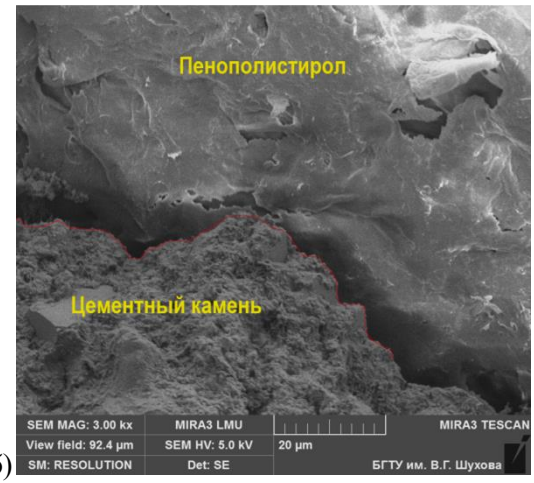
Результаты РЭМ показали, что зона контакта цементного камня с поверхностью ПВГ в образце контрольного состава полистиролбетона характеризуется четко выраженной границей раздела фаз (рис. 3, а, б).

Предварительная обработка полистирольных гранул силикатной пастой определенного состава, их выдержка до начала схватывания пасты и последующее смешивание с портландцементом и водой приводят к улучшению адгезии ПВГ с цементным камнем. Это обусловлено формированием на поверхности полистирола плотной оболочки толщиной от 100 до 150 мкм, как результат химического взаимодействия компонентов пасты и портландцемента (рис. 3, в, г).

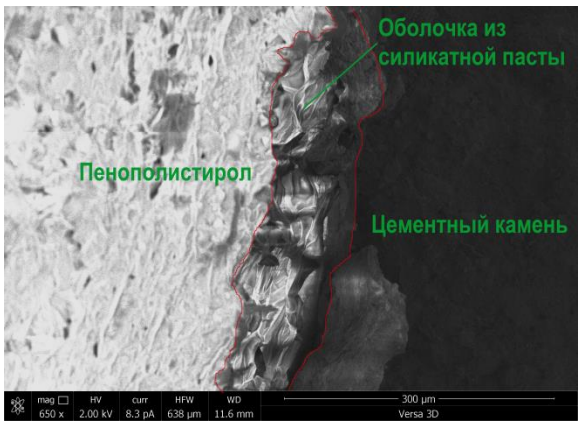
а)



б)



в)



г)

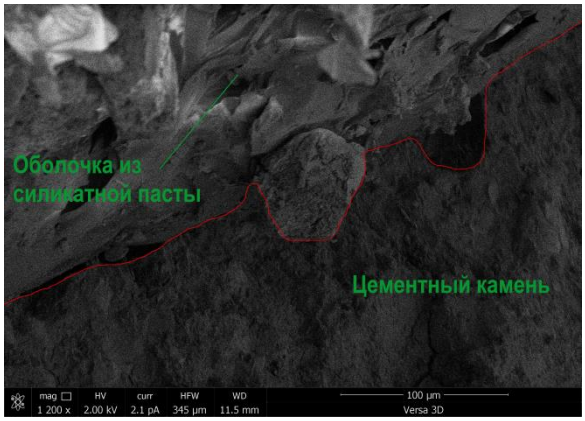


Рис. 3. Структура полистиролбетона контрольного (а, б) и модифицированного состава (в, г): а – увеличение в 1000 раз; б – увеличение в 3000 раз; в – увеличение в 650 раз; в – увеличение в 1200 раз

Анализ влияния силикатных паст на физико-механические свойства полистиролбетона показал, что при использовании пасты с ЖНС средняя плотность ПСБ увеличивается от 430 до 443 кг/м^3 (на 3 %), с ПЭГ – до 440 кг/м^3 (на 2,3 %), с ПВА – до 439 кг/м^3 (на 2,1 %) (табл. 1).

Установлено, что паста на основе ЖНС приводит к увеличению коэффициента теплопроводности ПСБ от 0,125 до 0,131 Вт/(м·°С) (на 4,8 %), на основе ПЭГ – до 0,129 Вт/(м·°С) (на 3,2 %), на основе ПВА – до 0,128 Вт/(м·°С) (на 2,4 %).

При введении пасты с ЖНС водопоглощение по массе ПСБ снижается от 5,2 до 3,5 % (на 33 %), с ПЭГ – до 3,9 % (на 25 %), с ПВА – до 4,3 % (на 17 %).

Из полученных результатов следует, что прочность на сдвиг (адгезионная прочность) ПСБ

с пастой на основе ЖНС увеличивается от 0,042 до 0,093 МПа (в 2,2 раза), с ПЭГ – до 0,082 (в 2 раза), с ПВА – до 0,065 (в 1,5 раза).

При этом прочность на сжатие ПСБ в возрасте 28 суток повышается от 2,7 до 7,7 МПа (в 2,9 раза), до 5,3 (в 2 раза), до 4,9 МПа (в 1,8 раза) соответственно.

Таблица 1

Физико-механические свойства полистиролбетона

Состав полистиролбетонной смеси, % по массе				Показатели свойств				
портландцемент	гранулированный пенополистирол	силикатная паста	вода	средняя плотность, кг/м^3	коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	водопоглощение по массе, %	прочность на сдвиг (адгезионная прочность), МПа	прочность на сжатие, МПа
ПСБ контрольного состава								
70,8	6,3	-	22,9	430	0,125	5,2	0,042	2,7
ПСБ с силикатной пастой на основе ЖНС								
70,8	6,3	0,2	22,7	443	0,131	3,5	0,093	7,7
ПСБ с силикатной пастой на основе ПЭГ								
70,8	6,3	0,2	22,7	440	0,129	3,9	0,082	5,3
ПСБ с силикатной пастой на основе ПВА								
70,8	6,3	0,2	22,7	439	0,128	4,3	0,065	4,9

Выводы. В ходе проведения исследований выявлен характер влияния силикатных паст, получаемых смешиванием микрокремнезема с суперпластификатором С-3 и водными растворами связующих компонентов (поливинилацетатной дисперсии, низкомолекулярного полиэтиленгликоля, жидкого натриевого стекла), на структуру и физико-механические свойства крупнопористого (беспесчаного) полистиролбетона, а также разработан вещественный состав, изучены структура и размер частиц данных паст. Установлено, что использование поливинилацетатной дисперсии и низкомолекулярного полиэтиленгликоля в качестве связующих компонентов паст является менее эффективным, поскольку они способствуют существенному укрупнению (агломерации и агрегации) частиц исходного микрокремнезема, увеличивая их средний диаметр в 1,6 и 2,4 раза соответственно. Выявлено, что частицы микрокремнезема более устойчивы к процессам агломерации и агрегации в составе пасты на основе жидкого натриевого стекла. В данном случае наблюдается значительное перераспределение частиц микрокремнезема по размерам в сторону их уменьшения (более чем в 14 раз) при неизменном среднем диаметре. Результаты выполненных исследований подтвердили возможность улучшения адгезии гранулированного вспененного полистирола с цементным камнем за счет модификации его поверхности силикатными пастами. Полученный результат является следствием образования на поверхности полистирольных гранул плотной оболочки толщиной от 100 до 150 мкм при химическом взаимодействии компонентов паст и портландцемента. Силикатные пасты позволяют повысить адгезионную прочность полистиролбетона в 1,5–2,2 раза, прочность на сжатие в возрасте 28 суток в 1,8–2,9 раза при увеличении средней плотности на 2,1–3 % и коэффициента теплопроводности на 2,4–4,8 %, а также снизить водопоглощение на 18–33 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соков В.Н. Конструирование комплексных паро-, тепло- и гидроизоляционных полистиролбетонов. М.: МГСУ, 2015. 200 с.

2. Ибрагимов А.М., Титунин А.А., Гнедина Л.Ю., Лабутин А.Н. Полистиролбетон в промышленном и гражданском строительстве // Строительные материалы. 2016. № 10. С. 21–23.

3. Рахманов В.А. Теплоэффективные ограждающие конструкции зданий с использованием полистиролбетонов, разработанных институтом «ВНИИЖЕЛЕЗОБЕТОН» // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 2. С. 9–18.

4. Журба О.В., Щукина Е.Г., Архинчеева Н.В., Заяханов М.Е., Щукин Э.А. Конструкционно-теплоизоляционный полистиролбетон на основе регенерированного сырья // Строительные материалы. 2007. № 3. С. 50–54.

5. Цыдыпова А.Ц., Урханова Л.А. Конструкционно-теплоизоляционный полистиролбетон с

адгезионными добавками / Наукоемкие технологии и инновации: сб. трудов Юбилейной Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения) // Белгор. гос. технол. ун-т им. В.Г. Шухова (Белгород 9-10 окт. 2014 г.), Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. С. 410–417.

6. Uglyanitsa A.V., Mashkin N.A., Berdov G.I., Duvarov V.B. Fine-dispersed mineral admixture-modified polystyrene concrete // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 15. С. 35428–35430.

7. Herki B.A., Khatib J.M., Negim E.M. Lightweight Concrete Made from Waste Polystyrene and Fly Ash // World Applied Sciences Journal. 2013. № 21 (9). С. 1356–1360.

8. Лукутцова Н.П. Наномодифицированные композиционные строительные материалы / Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах: матер. 4-й Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 55-летию строительного факультета и 85-летию БГИТУ // Брян. гос. инжен.-технол. ун-т (Брянск 1-2 дек. 2015 г.), Брянск: Изд-во БГИТУ, 2015. С. 94–100.

9. Лукутцова Н.П., Головин С.Н. Некоторые аспекты получения наномодифицированных композиционных строительных материалов и перспективы их развития / Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика // Белгор. гос. технол. ун-т им. В.Г. Шухова (Белгород 15-16 мар. 2016 г.), Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016. С. 195–201.

10. Орлова А.М., Григорьева Л.С., Логунин А.Ю., Белов Н.Р. Особенности структуры стеклополистиролбетона на жидкостекольном вяжущем // Научное обозрение. 2015. № 18. С. 121–125.

11. Петров А.Н., Акулова М.В., Коростелев А.П. Методика приготовления полистиролбетонной смеси с жидким стеклом // Информационная среда вуза. 2016. № 2. С. 71–74.

12. Гончикова Е.В., Доржиева Е.В. Модифицированный полистиролбетон с использованием комплексного коллоидного модификатора / Сборник научных трудов. Серия: Механика конструкций и материалов (Композиционные материалы и наноматериалы): сб. трудов ежегодной науч.-практ. конф. преподавателей ВСГУТУ // Вост.-Сиб. гос. ун-т технологий и управления (Улан-Удэ 18-22 апр. 2016 г.), Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2016. С. 172–178.

13. Ривоненко Я.А., Соболева Г.Н. Разработка и исследование наномодифицированного полистиролбетона / Строительство-2016: матер. II Брянского Междунар. инновационного форума // Брян. гос. инжен.-технол. ун-т (Брянск 1 дек. 2016 г.), Брянск: Изд-во БГИТУ, 2016. С. 135–139.

14. Николаенко А.В., Горностаева Е.Ю., Ривоненко Я.А. Разработка высокоэффективного полистиролбетона модифицированного комплексной нанодисперсной добавкой / Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика // Белгор. гос. технол. ун-т им. В.Г. Шухова (Белгород 15-16 мар. 2016 г.), Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016. С. 301–311.

15. Рахманов В.А., Мелихов В.А., Капаев Г.И., Козловский А.И. Инновационная спецтехнология получения полистиролбетона нового поколения // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 2. С. 29–31.

16. ГОСТ Р 56178-2014. Модификаторы органо-минеральные типа МБ для бетонов, строительных растворов и сухих смесей. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2015. 23 с.

17. ГОСТ 18992-80. Дисперсия поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2001. 21 с.

18. ТУ 2481-007-71150986-2006. Полиэтиленгликоли низкомолекулярные. Нижний Новгород: ООО «НОРКЕМ», 2006. 5 с.

19. ГОСТ 13078-81. Стекло натриевое жидкое. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2005. 15 с.

20. Александрова М.Н., Пыкин А.А. Дисперсно-армированный полистиролбетон, модифицированный силикатной пастой / Строительство-2016: матер. II Брянского Междунар. инновационного форума // Брян. гос. инжен.-технол. ун-т (Брянск 1 дек. 2016 г.), Брянск: Изд-во БГИТУ, 2016. С. 7–11.

Информация об авторах

Лукутцова Наталья Петровна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой производства строительных конструкций.

Брянский государственный инженерно-технологический университет.

Адрес: Россия, 241037, г. Брянск, проспект Станке Димитрова, д. 3.

E-mail: natluk58@mail.ru

Пыкин Алексей Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных конструкций.
Брянский государственный инженерно-технологический университет.
Адрес: Россия, 241037, г. Брянск, проспект Станке Димитрова, д. 3.
E-mail: alexem87@yandex.ru

Соболева Галина Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры графики и геодезии, директор строительного института.
Брянский государственный инженерно-технологический университет.
Адрес: Россия, 241037, г. Брянск, проспект Станке Димитрова, д. 3.
E-mail: soboleva.g.n@mail.ru

Александрова Марина Николаевна, магистр.
Брянский государственный инженерно-технологический университет.
Адрес: Россия, 241037, г. Брянск, проспект Станке Димитрова, д. 3.
E-mail: m.semen4enko028@yandex.ru

Головин Сергей Николаевич, студент кафедры производства строительных конструкций.
Брянский государственный инженерно-технологический университет.
Адрес: Россия, 241037, г. Брянск, проспект Станке Димитрова, д. 3.
E-mail: s.n.golovin@mail.ru

Поступила в сентябре 2017 г.
© Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Соболева Г.Н., Александрова М.Н., Головин С.Н., 2017

Lukuttsova N.P., Pykin A.A., Soboleva G.N., Alexandrova M.N., Golovin S.N.

STRUCTURE AND PROPERTIES OF POLYSTYRENE CONCRETE WITH SILICATE PASTS

The results of a study of the structure and physical-mechanical properties of a large-pore (sand-free) polystyrene concrete using a foam granulated polystyrene modified with silicate pastes obtained by mixing microsilica with a superplasticizer C-3 and aqueous solutions of binding components (polyvinyl acetate dispersion, low molecular weight polyethylene glycol, liquid sodium about the glass). It is established that as a result of chemical interaction of constituent components of silicate pastes and Portland cement on the surface of polystyrene granules a dense shell with a thickness of 100 to 150 μm is formed. This leads to an increase in the adhesive strength of polystyrene concrete by a factor of 1.5–2.2, compressive strength at the age of 28 days by 1.8–2.9 times with an increase in the average density by 2.1–3 %, and the coefficient of thermal conductivity by 2.4–4.8 %, and also decrease of water absorption by 18–33 %.

Keywords: *large-pored (sandless) polystyrene concrete, properties, microsilica, polyvinyl acetate dispersion, low molecular weight polyethylene glycol, liquid sodium glass, silicate pastes.*

Information about the authors

Lukuttsova Natalya Petrovna, Ph.D., Professor.
E-mail: natluk58@mail.ru.
Bryansk Technological University of Engineering.
Russia, 241037, Bryansk, st. Stanke Dimitrova, 3.

Pykin Alexey Alekseyevich, PhD, Assistant professor.
E-mail: alexem87@yandex.ru.
Bryansk Technological University of Engineering.
Russia, 241037, Bryansk, st. Stanke Dimitrova, 3.

Soboleva Galina Nikolaevna, PhD, Assistant professor.
E-mail: soboleva.g.n@mail.ru.
Bryansk Technological University of Engineering.
Russia, 241037, Bryansk, st. Stanke Dimitrova, 3.

Alexandrova Marina Nikolaevna, Master.
E-mail: m.semen4enko028@yandex.ru.
Bryansk Technological University of Engineering.
Russia, 241037, Bryansk, st. Stanke Dimitrova, 3.

Golovin Sergey Nikolaevich, Bachelor student.
E-mail: s.n.golovin@mail.ru.
Bryansk Technological University of Engineering.
Russia, 241037, Bryansk, st. Stanke Dimitrova, 3.

Received in September 2017
© Lukuttsova N.P., Pykin A.A., Soboleva G.N., Alexandrova M.N., Golovin S.N., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001aae2035d9.25914342

Сулейманова Л.А., д-р техн. наук, проф.,
Коломацкий А.С., д-р техн. наук, проф.,
Погорелова И.А., канд. техн. наук, доц.,
Марушко М.В., аспирант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ

ludmilasuleimanova@yandex.ru

Новые экономические условия в стране предопределяют новый подход к выбору эффективных материалов для индивидуального строительства. Одним из таких строительных материалов является ячеистый бетон, имеющий потенциально большой рынок сбыта и как показывает динамика, развитие его будет происходить за счет вытеснения более дорогих и с низкой теплоэффективностью кирпичных и бетонных построек.

Для повышения эффективности производства и применения ячеистых бетонов разработаны основные направления – создание специальных вяжущих, использование комплексных порообразователей, модификаторов структуры и особые технологические приемы, реализация которых позволила получить ячеистые бетоны неавтоклавного твердения D300…D500 с высокими эксплуатационными свойствами, сопоставимыми со свойствами автоклавных ячеистых бетонов.

Ключевые слова: *ячеистые бетоны, эффективность производства и применения, свойства, строительные материалы, строительство.*

Традиционными строительными материалами для возведения несущих и самонесущих стен и перегородок жилых и общественных зданий стали кирпич, бетон и дерево, которые обладают своими исключительными характеристиками и свойствами. Но всегда существовала потребность соединить в одном материале все положительные свойства существующих вариантов. Таким вариантом стал ячеистый бетон, который на сегодняшний день является самым популярным производимым композитом для возведения стен жилых зданий и теплоизоляции, в частности, при индивидуальном жилищном строительстве.

Большое внимание, уделяемое ячеистым бетонам, обусловливается высокой технико-экономической эффективностью их производства и применения в разных видах строительства, особенно жилищном, призванном обеспечить граждан России доступным и комфортным жильем. По степени обеспеченности жильем Россия в 1,5…2 и более раз отстает от среднеевропейского уровня (35…40 м^2/чел), не говоря о лидерах по этому показателю: Норвегия (74 м^2/чел), США (65 м^2/чел), Германия, Великобритания (44…45 м^2/чел). Чтобы выйти на европейский уровень, имеющийся жилой фонд (3,6 млрд. м^2) необходимо увеличить в 1,6…2 раза. Ежегодный ввод жилья при этом должен составлять не менее 1 м^2 на душу населения, при котором европейский уровень обеспеченности жильем может быть достигнут в Российской Федерации к 2025 г. [1, 2].

Ячеистый бетон – это искусственный высокотехнологичный пористый строительный материал на основе минеральных вяжущих и кремнеземистого заполнителя, являющийся одной из разновидностей легкого бетона. В соответствии с ГОСТ 25845-89 [3] ячеистые бетоны классифицируют по назначению, по условиям твердения, по способу порообразования и по видам вяжущих и кремнеземистых компонентов.

По назначению ячеистые бетоны подразделяют на [4]: конструкционные (класс по прочности на сжатие не ниже *B*3,5; марка по средней плотности – *D*700 и выше, объем пор 40…55 %), конструкционно-теплоизоляционные (класс по прочности на сжатие не ниже *B*1,5; марка по средней плотности не выше *D*700), теплоизоляционные (класс по прочности на сжатие не ниже *B*0,35; марка по средней плотности не выше *D*400, общая пористость 75…85 %).

Несущая способность ячеистых бетонов при характерной для них низкой плотности достаточна для изготовления ограждающих конструкций стен и покрытий элементов, перекрытий и несущих элементов малоэтажного строительства.

По условиям твердения ячеистые бетоны подразделяют на: автоклавные (синтезного твердения) – твердеющие в среде насыщенного пара при давлении выше атмосферного; неавтоклавные (гидратационного твердения) – твердеющие

в естественных условиях, при электропрогреве или в среде насыщенного пара при атмосферном давлении. По способу порообразования бетоны подразделяют на: газобетоны, пенобетоны и газопенобетоны.

Для ячеистых бетонов неавтоклавного твердения установлены следующие классы по прочности на сжатие: *B*0,5; *B*0,75; *B*1; *B*1,5; *B*2; *B*2,5; *B*3,5; *B*5; *B*7,5; *B*10; *B*12,5. По показателям средней плотности назначают следующие марки бетонов в сухом состоянии: *D*300; *D*350; *D*400; *D*500; *D*600; *D*700; *D*800; *D*900; *D*1000; *D*1100; *D*1200. Для бетонов конструкций, подвергающихся попеременному замораживанию и оттаиванию, назначают и контролируют следующие марки бетона по морозостойкости: *F*15; *F*25; *F*35; *F*50; *F*75; *F*100. Усадка при высыхании бетонов не должна превышать 3 мм/м для неавтоклавных бетонов марок *D*600…*D*1200 [3].

Зависимость коэффициента тепло-проводности от плотности ячеистого бетона представлена на рис. 1.

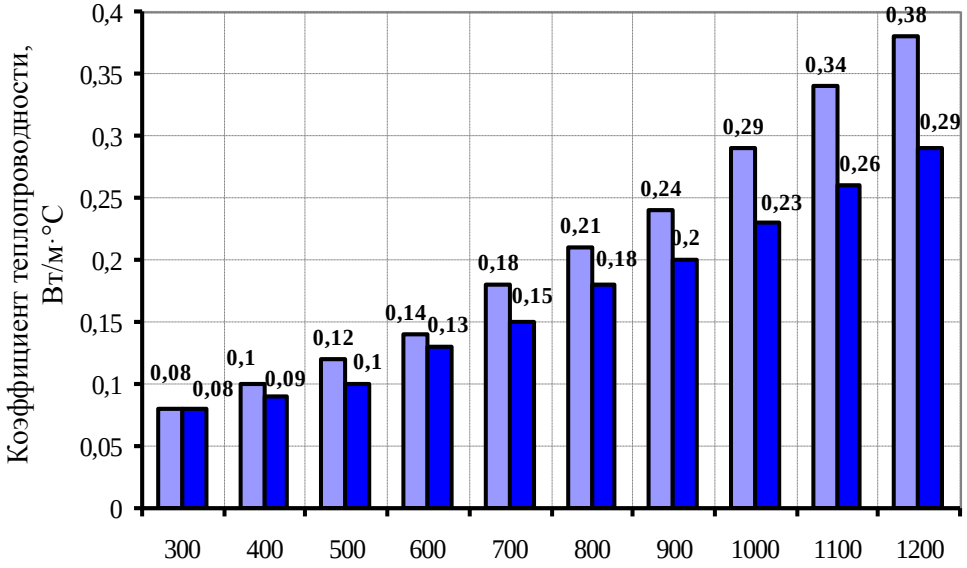


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопроводности от плотности ячеистого бетона, изготовленного на: – песке; – золе

Высокие теплозащитные характеристики и огнестойкость обусловливают уникальное сочетание в одном материале всех тех положительных качеств, которые в отдельности присущи традиционным строительным материалам.

При этом низкая средняя плотность способствует снижению нагрузки на фундамент и обеспечивает высокую сейсмоустойчивость зданий и сооружений, возведенных с применением ячеистых бетонов.

Для создания высокопористой структуры ячеистых бетонов применяются следующие способы: газообразования, пенообразования, аэрации и сухой минерализации пены, вибровакуумный, способ насыщения формовочной массы воздухом под давлением, комбинированные способы (рис. 2).

Рис. 2. Способы формирования пористой структуры ячеистых бетонов

Сущность способа газообразования заключается в том, что газы, выделяющиеся при взаимодействии газообразователей, вводимых в формовочную массу, между собой, с минералами цементного клея или при их разложении в щелочной среде, равномерно поризуют формовочную смесь, обладающую определенными вязкостью и

сроками схватывания. При этом основными условиями получения качественной пористой структуры бетонов являются наличие у формовочной массы высокой газоудерживающей способности и совмещение процессов окончания вспучивания смеси и начала ее схватывания с целью фиксации полученной структуры материала.

При способе пенообразования, аэрации или сухой минерализации пены [5–8] пористая структура ячеистого бетона (пористость до 90 %) получается в результате смешивания формовочной массы с заранее приготовленной технической пеной или сухой минерализации пены, или при интенсивном перемешивании смеси «формовочная масса + раствор пенообразователя». Полученная структура материала фиксируется за счет схватывания и затвердевания вяжущих веществ.

Способ сухой минерализации пены наиболее эффективен, но требует установления оптимального соотношения между водопотребностью вяжущего и наполнителя, кратностью, устойчивостью пены, В/Т и оптимального режима приготовления формовочной смеси.

Авторами работ [9–11] установлено, что природа пенообразователя меняет механизм процесса гидратации клинкерных минералов и оказывает значительное влияние на скорость, состав и морфологию образующихся кристаллогидратов.

Положительные стороны способа пенообразования:

– в пенобетоне больше замкнутых пор, меньше водопоглощение, более однородная структура;

– пенообразователи не опасны в обращении, дешевле алюминиевой пудры;

– пенная технология не требует специального режима введения порообразователя в смесь, тепловой энергии для подогрева смеси, форм и создания дополнительной щелочности среды.

В то же время метод пенообразования в чистом виде сложнее по сравнению с газовым, что связано с проблемой устойчивости пен и оседания пенобетонной массы, большим негативным и дифференцированным влиянием различных пенообразователей на процессы формирования пенобетонной массы, схватывания и твердения вяжущих веществ, прочность и долговечность пенобетона. Необходим тщательный подбор вяжущего и пенообразователя, обеспечивающий получение материала с оптимальными характеристиками. Для получения однородной пеномассы требуется повышенное количество воды, что отрицательно сказывается на прочности и других свойствах пенобетона.

Вибровакуумный способ [12–14] предложен для создания пористой структуры материала, сущность которого заключается в следующем (без введения традиционных порообразователей): в формовочную массу вводятся измельченные пористые частицы, в порах которых находится защемленный воздух, давление которого равно атмосферному. Для вспучивания смеси в этом случае необходимо создать над ней давление ниже атмосферного и снижать его до тех пор, пока не будет преодолено сопротивление смеси вспучиванию (вакуум до 0,099 МПа). Одновременно, с целью снижения вязкости, дефектности и повышения однородности структуры материала смесь во время вспучивания вибрируют. В процессе такого воздействия воздух извлекается из пор зерен и равномерно поризует формовочную массу. В этом участвует также воздух, адсорбированный на поверхности твердой фазы, вовлеченный в смесь при ее перемешивании и растворенный в воде.

В качестве пористых зерен могут использоваться перлитовая пудра, зола-унос, трепел, диатомит и другие наполнители. В смесь могут вводиться воздухововлекающие, пено-, газообразующие добавки. Изменяя состав смеси и режим вибровакуумирования, можно получать ячеистые бетоны с заданными характеристиками. При этом каждому составу формовочной массы соответствует свой, оптимальный режим обработки.

При способе насыщения формовочной смеси воздухом под давлением количество растворенного в воде воздуха прямо пропорционально его давлению. Поэтому, если в герметичном смесителе с формовочной массой создать давление воздуха и в таких условиях интенсивно перемешивать смесь, то она будет насыщаться воздухом, а после выдачи в форму – будет вспучиваться. Эффективность этого способа повышается, если в растворную смесь вводятся воздухововлекающие добавки. Давление воздуха в смесителе рекомендуется принимать равным 0,7 МПа. При соответствующем технико-экономическом обосновании оно может быть и другим.

При комбинированном способе формирования пористой структуры ячеистых бетонов в формовочную массу вводят пено- и газообразователи на разных этапах технологического процесса. Например, для получения ячеистого бетона со средней плотностью 200 кг/м^3 на этапе мокрого помола песка в состав массы вводят ПАВ в количестве 0,015...0,03 % от массы песка, что обеспечивает насыщение шлама мельчайшими пузырьками воздуха. ПАВ используется также при приготовлении алюминиевой суспензии, которая вводится в формовочную массу при ее перемешивании. В целом это позволяет получать ячеистый бетон с очень высокой пористостью.

К комбинированному относится и способ насыщения пеномассы воздухом при ее интенсивном перемешивании под давлением 0,7 МПа и более, потому что количество растворенного в воде воздуха прямо пропорционально его давлению. В итоге, варьируя видом и концентрацией пенообразователя, видом и удельной поверхностью минерального компонента, В/Т, давлением воздуха в смесителе, конструкцией рабочего органа смесителя и режимом перемешивания смеси, можно гарантированно получать пеноматериалы с содержанием воздуха до 92 % и сравнительно высокими характеристиками.

Поризация формовочной массы при получении изделий ячеистой структуры может осуществляться следующими способами: химическим, механическим, механохимическим и физическим [15].

Химический способ поризации заключается в организации газовыделения в формовочной массе за счет химического взаимодействия исходных компонентов.

Механический способ поризации включает в себя процесс автономного приготовления кремнеземвяжущерастворной смеси и технической пены с их последующим совместным перемешиванием. Приготовление пеномассы возможно в пеногенераторах при избыточном давлении с помощью воздуха и при атмосферном давлении в скоростных смесителях.

Механохимический можно отнести к разряду новых. Формовочная смесь поризуется за счет введения в ее структуру пены, а затем в поризованной массе создаются более крупные ячеистые поры за счет газообразователей или другими методами, обеспечивающими получение ячеистой пористости [16, 17].

Физический способ основан на принципе разрежения в системе «раствор – газ», за счет чего мелкие газовые пузырьки объединяются в более крупные, расширяются и поризуют (вспучивают) смесь [12–14, 18].

Обоснована возможность управления процессом порообразования путем воздействия давлением на поризуемую структуру для получения качественной пористой структуры.

Разработка более совершенных способов поризации формовочных масс, а также путей совершенствования технологии неавтоклавных ячеистых бетонов и улучшения их физико-механических и эксплуатационных свойств обуславливает необходимость разработки принципов формирования пористой структуры материалов для улучшения качества неавтоклавных ячеистых бетонов и устранения имеющихся недостатков традиционных технологий.

В строительстве рекомендованы следующие виды и элементы из автоклавных газо- и пенобетонов для жилых и общественных зданий: блоки мелкие для наружных и внутренних стен (ГОСТ 21520–89); блоки крупные для наружных и внутренних стен (ГОСТ 19010–82); изделия стеновые неармированные (ГОСТ 31360–2007); панели для внутренних несущих стен, перегородок и перекрытий жилых и общественных зданий (ГОСТ 19570–74, ГОСТ 12504–80*); панели для наружных стен зданий (ГОСТ 11118–2009); блоки и плиты теплоизоляционные (ГОСТ 5742–76); панели покрытий жилых и общественных зданий [19].

Из неавтоклавных газо- и пенобетонов изготавливают блоки мелкие для наружных и внутренних стен (ГОСТ 21520–89), изделия теплоизоляционные (ГОСТ 5742–76), а также используют для монолитной теплоизоляции подвальных и чердачных перекрытий, покрытий, мансард; монолитных внутренних и наружных стен жилых и общественных зданий [20–23]; утепления и усиления стен реконструируемых зданий; в качестве декоративного жаростойкого материала.

Многочисленными испытаниями установлено, что конструкции из ячеистого бетона не содержат горючих компонентов, не горят и не поддерживают горение, при нагревании не выделяют токсичных веществ, обладают высокими теплоизолирующими качествами, в том числе в условиях пожара, сохраняя в течение длительного времени целостность и несущую способность. Имеется опыт успешного использования ячеистого бетона и в конструкциях противопожарных преград и стен (брандмауеров) [24].

Ведущее место в номенклатуре продукции из ячеистого бетона принадлежит производству неармированных изделий – мелких и крупных блоков.

Стеновые мелкие ячеистобетонные блоки изготавливаются из конструкционно-теплоизоляционных и конструкционных ячеистых бетонов автоклавного и неавтоклавного твердения, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 25485–89 и ГОСТ 31359–2007, в соответствии с СН 277–80 и находят в значительных объемах применение в малоэтажном жилищно-гражданском и производственном строительстве в странах СНГ, государствах Европы, Азии и Америки.

С точки зрения укладки, стеновые ячеистобетонные блоки являются очень эффективным стеновым материалом [25–27]. Укладка стенового блока размером 200×250×600 мм, средней плотностью 600 кг/м^3, имеющего массу 21 кг, соответствует одновременной укладке 14 шт. стандартных кирпичей (1 м^3 ячеистобетонных блоков

приравнивается к 1 тыс. шт. полнотелого кирпича, хотя объем последних составляет фактически 2 м^3).

Монолитная технология с применением эффективных газобетонов позволяет проектировать и возводить здания, привлекательные по своему объемно-планировочному решению и внешнему виду и одновременно обеспечивающие теплотехнические и прочностные требования [28–30].

Технологичность производства газобетона для монолитного строительства и возможность его применения обусловлены простотой производства и высокими показателями качества ячеистобетонных конструкций и изделий, нет необходимости вибрировать смесь, что значительно ускоряет процесс бетонирования и снижает затраты, при этом литая смесь легко заполняет полости любой конфигурации. Монолитное строительство позволяет снизить материалоемкость и повысить надежность современных зданий. Применение ячеистого бетона – это самый экономичный и наиболее простой путь повышения энергоэффективности здания за счет повышения эффективности внешней оболочки здания (его стен).

Как было сказано выше, из ячеистого бетона производят такие изделия, как стеновые блоки (мелкие и крупноразмерные) и панели, из которых возводят несущие и самонесущие стены зданий; перегородки; перемычки; монолитные пояса жесткости; теплоизоляционная засыпка; мелкие теплоизоляционные изделия и другие. При этом, согласно [31], ячеистый бетон – единственный стеновой материал, который может применяться в строительстве без использования дополнительного утепления (минимальная толщина стены – 37,8 см). Благодаря теплоаккумулирующим свойствам, экономия энергозатрат при эксплуатации зданий составляет до 30 % по сравнению со зданиями, возведенными из других стеновых материалов.

По официальным данным [32, 33], производство мелких стеновых блоков в России ежегодно растет (см. табл. 1).

Таблица 1

Производство в России блоков стеновых мелких из ячеистого бетона для использования в строительстве, млн. условных кирпичей

	2005	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Российская Федерация	2359	2913	3839	4267	3047	5164	5910	7419	8054	9217	9108

Во время экономического кризиса, сегмент ячеистых бетонов пострадал наименьшим образом: в 2009 г., по сравнению с 2008 г., производство ячеистых блоков снизилось лишь на 29 %. Производство в посткризисный период восстанавливалось быстро в соответствии с динамикой спроса на этот материал: в 2009 г. выпущено 3,05 млрд. штук, а в 2010 г. – 5,16 млрд. условных кирпичей, таким образом, рост составил почти 41 %. В период с 2010 по 2015 гг. производство ячеистых блоков выросло более чем на 75 %, что доказывает огромный спрос на них на рынке строительных материалов.

Возрастающая потребность на стеновые блоки из ячеистого бетона выражена в их уникальных физико-механических характеристиках и явных преимуществах, по сравнению с другими изделиями.

Изделия, используемые в качестве строительных материалов, по нескольким важным показателям уступают позиции пено- и газобетону. Например, если сравнивать газобетонный блок и кирпич, из которых возводят стены малоэтажных зданий, то теплопроводность первого составляет 0,12 Вт/м·°С, а второго – 0,65 Вт/м·°С, и при меньшей толщине стены, чем из кирпича, соответственно 0,4 м против 0,51 (0,64) м, что говорит о наличии важных преимуществах материала.

Ограждающие конструкции из газобетона в среднем на 40 % ниже веса конструкций из тяжелого бетона и кирпича, что сокращает нагрузки на фундамент, а, следовательно, и его стоимость. Трудозатраты при его использовании сокращаются в 5...6 раз, а стоимость 1 м^3 кладки снижается в 2…3 раза по сравнению с другими кладочными материалами.

Экономичность этого материала также связана с уменьшением толщины отделочного слоя с 10 мм до 6…7 мм за счет минимальной толщины швов и его ровной поверхности.

Большие размеры и малый вес блоков позволяют увеличить скорость строительства в 10 раз по сравнению с другими строительными материалами. Ширина стены из газобетонных блоков меньше в 2…3 раза по сравнению с керамическим кирпичом из-за их лучшей теплоизоляции, что позволяет увеличить полезную площадь здания и сократить расход строительного материала.

На сегодняшний день, исходя из условий стратегического энергосбережения при возведении и дальнейшей эксплуатации зданий, особенно капитальных, со сроком службы 100 лет и более, оптимально предпочтение долговечных легких эффективных бетонов (газобетон, пенобетон, перлитобетон, полистиролбетон и т. д

Применение газобетона при строительстве коттеджа обеспечивает оптимальный по температуре и влажности режим помещений, поскольку он «дышит» сквозь поры. Микроклимат таких домов близок к микроклимату деревянных: летом в них прохладно, а зимой тепло и уютно. Газобетон относится к классу НГ (негорючий материал) и может быть применен в конструкциях и сооружениях всех классов противопожарной безопасности, а также применяться для теплоизоляции при температуре изолируемой поверхности +400 °С. Он не разрушается под воздействием высокой температуры и эффективно препятствует распространению огня. Например, перегородка из газобетона толщиной 0,75 м выдерживает прямой напор огня более двух часов без разрушения структуры. Этот материал не подвержен гниению и воздействию микроорганизмов и грызунов, не стареет и не выделяет токсичных веществ.

Благодаря своей ячеистой структуре, он не только хорошо сохраняет тепло, но и обеспечивает шумоизоляцию, соответствующую требованиям действующих норм. Газобетон хорошо поддается механической обработке (режется, строгается, сверлится и штрабится). Простота обработки позволяет изготавливать конструкции различной конфигурации, в том числе и арочные, прорезать каналы и сверлить отверстия под электропроводку, розетки и трубопроводы со значительно меньшими затратами труда и времени, чем в других материалах. На газобетон хорошо клеятся керамическая плитка, обои и другие отделочные материалы, и совмещаются цементно-песчаные штукатурки, набрызгбетоны, водоэмульсионные и акриловые краски.

Блоки и панели из пенобетона применяют для возведения внутренних ненесущих стен зданий, заполнения каркасных зданий и теплоизоляции.

Преимущества и недостатки пено- и газобетонных блоков приведены в табл. 2.

Таблица 2

Достоинства и недостатки газо- и пенобетонных блоков

Материал	Достоинства	Недостатки
Газобетонные блоки	– низкая теплопроводность; – правильная геометрическая форма блоков; –возможность армирования кладки; – не подвержен усадке; – высокая морозостойкость; – долговечность (50–70 лет).	– высокая стоимость; – высокая гигроскопичность; – хуже звукоизоляция.
Пенобетонные блоки	– низкая стоимость; – меньше водопоглощение; – лучше шумоизоляция.	– хуже геометрия блоков; – высокая теплопроводность; – невозможность армирования кладки; – долговечность (около 30 лет); – низкая морозостойкость – возможна усадка.

В течении последних 15 лет в России введены новые современные автоматизированные линии производства, основанные на применении технологии таких фирм как HEBEL, Wehrhahn, YTONG, HESS AAC Systems B.V., «Masa-Henke Maschinenfabric GmbH» и других. Произведенные на этих линиях газобетонные блоки имеют отличительное качество и высокоточные геометрические размеры (± 1 мм), что позволяет вести кладку стен со швами минимальной величины (1…3 мм).

Сегодня правильность применение в строительстве зданий материалов и изделий из ячеистого бетона не вызывает сомнений. Они обладают отличными от стандартных материалов свойствами и эксплуатационными характеристиками, а также, ввиду больших размеров изделий (блоков) и правильной геометрической формы (газоблоки), позволяют уменьшить время на возведение стен зданий и снизить теплопроводность.

Новые экономические условия в стране предопределяют новый подход к выбору эффективных материалов для индивидуального строительства.

Оптимальное направление развития индустрии стеновых материалов сегодня – это создание разветвленной сети малых предприятий по производству стеновых блоков, перегородочных плит из поробетона для малоэтажного строительства, а также монолитного домостроения из такого бетона с помощью передвижных установок для заливки стен, перекрытий и теплоизоляции.

Ячеистый бетон – строительный материал, имеющий потенциально большой рынок сбыта и как показывает динамика, развитие его будет происходить за счет вытеснения более дорогих и с низкой теплоэффективностью кирпичных и бетонных построек.

Фактором, сужающим область применения ячеистого бетона, является недостаточно высокий уровень показателей физико-механических и

теплотехнических свойств серийно выпускаемых ныне материалов. Их повышение, при обеспечении достаточной экономичности, позволит укрепить позиции ячеистого бетона как современного эффективного стенового материала, освоить новые рациональные схемы его применения, увеличить объемы использования его в строительстве.

Нами разработаны основные направления повышения эффективности поробетонов – разработка специальных вяжущих (ТМЦ, ВНВ, композиционных вяжущих), использование комплексных порообразователей, модификаторов структуры и особые технологические приемы.

Общие принципы получения газобетонов с требуемыми качествами и управления этим процессом можно сформулировать следующим образом: структура материалов с их свойствами есть функция вида и качества исходного сырья, состава материалов и технологических параметров производства. Представляя эту зависимость в виде математической модели и варьируя вид и качество сырья, состав материалов и технологические параметры, можно получать композиции с необходимыми показателями качества, управлять этим процессом и устанавливать требования к исходному сырью и технологическим режимам, которые позволят создавать газобетоны с улучшенными характеристиками.

Развиты представления о динамике процесса формирования ячеистой структуры газобетонов неавтоклавного твердения, что позволило за счет использования разработанных композиционных вяжущих и технологических приемов производства улучшить свойства неавтоклавных газобетонов. Получены теплоизоляционный газобетон неавтоклавного твердения *D*300, *B*1, λ = 0,07 Вт/(м·°С), *F*35; конструкционно-теплоизоляционный газобетон *D*400, *B*1,5, λ = 0,08 Вт/(м·°С), *F*50; *D*500, *B*2,5, λ = 0,10 Вт/(м·°С), *F*50, которые превышают по характеристикам свойства традиционных ячеистых бетонов неавтоклавного твердения и сопоставимы со свойствами ячеистых бетонов автоклавного твердения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сахаров Г.П. Развитие производства и повышение конструктивных свойств автоклавного ячеистого бетона и изделий на его основе // Материалы 7-й Междунар. науч.-практ. конф., 22-24 мая 2012. Мн.: Стринко, 2012. С. 32–36.

2. Ухова Т.А. Настоящее и будущее ячеистых бетонов в России // Строительный журнал Весь Бетон. 10. 03.2011.

3. ГОСТ 25485-89. Бетоны ячеистые. Технические условия. Взамен ГОСТ 25485-83; введ. 1990–01–01. М.: Изд-во стандартов, 1989. − 21 с.

4. ГОСТ 31359–2007. Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия. Взамен ГОСТ 25485–89; введ. 01.06.2008. М.: НИИЖБ, 2009. 13 с.

5. Тарасов А.С., Лесовик В.С., Коломацкий А.С. Индустриальное производство пенобетонных изделий // Поробетон: сб. докладов. Белгород, 2005. С. 128–143.

6. Меркин А.П., Зудяев Е.А., Селезнев И.Г. Мобильная установка для приготовления и подачи пенобетонов «сухой минерализации» для монолитного домостроения // Строительные и дорожные машины. 1994. № 12. С. 18–20.

7. Удачкин И.Б., Троцко Т.Т., Васильев В.В., Назаров Т.Н., Ковальчук Ю.Г. Баротехнология производства изделий из ячеистого бетона. Информ. Л. НИИСМИ, «Реклама», 1983. 18 с.

8. Сватовская Л.Б., Шершнева М.В., Пузанова Ю.Е. Применение пенобетонов для защиты окружающей среды // Технологии бетонов. 2008. №12 (29). С. 12–13.

9. Сватовская Л.Б. Фундаментальные основы в свойствах пенобетона // Пенобетон − 2007: мат. Междунар. науч.-прак. конф. СПб, 2007. С. 17.

10. Шахова Л.Д., Балясников В.В. Пенообразователи для ячеистых бетонов. Белгород, 2002. 147 с.

11. Хитров А.В., Сватовская Л.Б., Соловьева В.Я. Современные строительные пены // Инженерно-химические проблемы пеноматериалов третьего тысячелетия: Сб. науч. тр. СПб, 1999. С. 62–72.

12. Гладков Д.И., Ерохина Л.А., Загороднюк Л.Х. Вибровакуумная технология ячеистых бетонов // Бетон и железобетон. 1991. № 9. С. 13.

13. Сулейманова Л.А. Вибровакууми-рованный ячеистый бетон // Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1997. 130 с.

14. Гридчин А.М., Лесовик В.С., Гладков Д.И., Сулейманова Л.А. Новые технологии высокопоризованных бетонов // Поробетон − 2005: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Белгород, 2005. С. 6–16.

15. Завадский В.Ф. Технология изоляционных строительных материалов и изделий. Ч. 1. Стеновые материалы и изделия. М: Академия, 2012. 192 с.

16. Завадский В.Ф., Дерябин П.П., Косач А.Ф. Технология получения пеногазобетона // Строительные материалы. 2003. № 6. С. 2–3.

17. Погорелова И.А. Сухие строительные смеси для неавтоклавных ячеистых бетонов: дис. ... канд. техн. наук 05.23.05: защищена 3.07.09 / Погорелова Инна Александровна; БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2009. 195 с.

18. Резанов А.А. Технологические принципы управления макроструктуро-образованием газосиликата с использованием фактора давления внешней газовой фазы: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.23.05 / Резанов Александр Александрович; ВГАСУ. Воронеж, 2011. 192 с.

19. Рекомендации по проектированию и применению панелей покрытий из ячеистых бетонов для жилых и общественных зданий. М.: ЦНИИЭП жилища, 1982. 85 с.

20. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Строкова В.В. Сухие строительные смеси для неавтоклавных ячеистых бетонов. Белгород: КОНСТАНТА, 2009. 144 с.

21. Коломацкий С.А. Теплоизоляционный пенобетон на высокодисперсных цементах / дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.23.05 // Коломацкий Сергей Александрович. Белгород: БелГТАСМ, 2001. 155 с.

22. Коломацкий А.С., Коломацкий С.А. Теплоизоляционные изделия из пенобетона // Строительные материалы. 2003. № 1. С. 38–39.

23. Свинарев А.В., Тысячук В.В. Опыт применения монолитного пенобетона при строительстве и реконструкции зданий и сооружений // Пенобетон-2003. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2003. №4. С. 62–66.

24. Трамбовецкий В.П. Ячеистый бетон в современном строительстве // Технологии бетонов. 2007. №2. С. 30–31.

25. Паплавскис Я.М. Производство ячеистобетонных изделий по технологии AEROC // Строительные материалы. 2004. № 3. С. 12–13.

26. Сажнев Н.Н. Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения в Беларуси // Технологии бетонов. 2012. № 7-8. С. 41–47.

27. Lagosz A., Szymanski P., Walczak P. Influence of the fly ash properties on properties of autoclaved aerated concrete // 5th International Conference on Autoclaved Aerated Concrete “Securing a sustainable future” to be held at Bydgoszcz to celebrate 60 years of AAC experience in Poland. 14-17 September. 2011. University of Technology and Life Sciences.

28. Сулейманова Л.А., Лесовик В.С. Газобетон неавтоклавного твердения на композиционных вяжущих. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 304 с.

29. Suleymanova L.A., Lesovik V.S., Kondrashev K.R., Suleymanov K.A., Lukuttsova N.P. Energy efficient technologies of production and use non-autoclaved aerated concrete // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. T 10. №5. С. 12399–12406.

30. Сулейманова Л.А., Кара К.А. Газобетоны на композиционных вяжущих для монолитного строительства. Белгород: КОНСТАНТА, 2011. 151 с.

31. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: Минрегион России, 2012. 96 с.

32. Промышленное производство в России. 2016: Стат.сб. / Росстат. М., 2016. 347 с.

33. Промышленность России. 2010: Стат.сб./ Росстат. М., 2010. 453 с.

Информация об авторах

Сулейманова Людмила Александровна, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой строительства и городского хозяйства.
E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Коломацкий Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.
E-mail: kolomatskiy@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Погорелова Инна Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства.
E-mail: innapogorelova@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Марушко Михаил Викторович, аспирант
E-mail: 12michailmar@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Сулейманова Л.А., Коломацкий А.С., Погорелова И.А., Марушко М.В., 2017

Suleymanova L.A., Kolomatskiy A.S., Pogorelova I.A., Marushko M.V.

IMPROVING EFFICIENCY OF PRODUCTION AND USE OF AERATED CONCRETE

New economic conditions in country predetermine new approach to the selection of effective materials for individual construction. One of those building materials is aerated concrete, which potentially has large market and as dynamics shows, his development will be at the expense of displacement of more expensive and with their low heat efficiency brick and concrete buildings.

To increase efficiency of production and use of aerated concrete there were developed general directions – making of special binders, use of complex blowing agents, modifiers of structure and special technological manufacturing methods, which realization allowed to get non autoclaved aerated concretes D300…D500 with high field performance, comparable with properties of autoclaved aerated concretes.

***Keywords**: aerated concretes, efficiency of production and use, properties, building materials, construction.*

Information about the authors

Suleymanova Lyudmila Aleksandrovna, Ph.D., Professor.
E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, Kostiukov st. 46.

Kolomatsky Alexander Sergeevich, Ph.D., Professor.
E-mail: kolomatskiy@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, Kostiukov st. 46.

Pogorelova Inna Aleksandrovna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: innapogorelova@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, Kostiukov st. 46.

Marushko Mikhail Viktorovich, Postgraduate student.
E-mail:12michailmar@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, Kostiukov st. 46.

Received in September 2017

© Suleymanova L.A., Kolomatskiy A.S., Pogorelova I.A., Marushko M.V., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001aaf2319e6.57195740

Рахимбаев Ш.М., д-р техн. наук, проф.,
Толыпина Н.М., д-р техн. наук, проф.,
Толыпин Д.А., студент
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СРАВНИТЕЛЬНАЯ СТОЙКОСТЬ БЕТОНОВ С ЗАПОЛНИТЕЛЕМ РАЗЛИЧНЫХ РАЗМЕРОВ И БЕЗ НЕГО

Tolypina.n@yandex.ru

Для сравнительной оценки долговечности бетонов с заполнителем различных размеров и без него использовали расчет на основе уравнений теории переноса. На основе рассчитанных кинетических констант установлено, что с введением мелкого заполнителя, а затем крупного коэффициент торможения процесса карбонизации уменьшается в 10 раз, а начальная скорость коррозии возрастает в 4–5 раз. Таким образом, при переходе от цементного камня к раствору с мелким заполнителем, а затем к бетону степень карбонизации увеличивается. Это свидетельствует о том, что ввод в цементную систему крупного заполнителя резко снижает коррозионную стойкость, так как при этом увеличивается диффузия агрессивных компонентов по контакту заполнителя и цементной матрицы. ементный камень обладает минимальной проницаемостью, поэтому применение порошковых бетонов в агрессивных средах предпочтительнее, чем мелкозернистых.

Порошковые бетонные смеси будут отличаться максимальной способностью к снижению водопотребности по сравнению со смесями на мелком и крупном заполнителе, что способствует повышению коррозионной стойкости изделий и конструкций.

Ключевые слова: *порошковые бетоны, диффузия, коэффициент торможения, начальная скорость, углекислая коррозия.*

Введение. Снизить проницаемость бетонов для агрессивных компонентов окружающей среды можно путем уменьшения проводимости контактных поверхностей не только за счет рационального выбора вида вяжущего и заполнителя, но и оптимального размера зерен крупного заполнителя. Таким образом, для повышения долговечности бетона при действии на него коррозионно-активных сред следует уделять большое внимание выбору не только вяжущих, но и заполнителей [1–3]. В последние годы в нашей стране и за рубежом уделяют большое внимание разработке и использованию в строительном комплексе так называемых порошковых бетонов, т.е. бетонов без заполнителей [4–5]. В связи с этим возрастает внимание к их долговечности.

Для расчета долговечности строительных материалов по результатам краткосрочных испытаний целесообразно пользоваться ранее разработанными методами [6–7], основанными на диффузионной кинетике гетерогенных процессов. При этом, однако, следует учитывать, что коэффициент диффузии агрессивных агентов не всегда является постоянным в течение всего срока испытаний, поэтому применение квадратичной зависимости для расчета глубины проникновения агрессивного агента в цементный камень может дать неадекватные результаты.

Данная работа посвящена вопросу об использовании бетонов без заполнителей в условиях воздействия агрессивных сред на основе расчета кинетических констант коррозии.

Методика. На основе анализа экспериментальных данных авторами установлено, что процессы коррозии описываются различными видами кинетических кривых [8–9]. Для математического описания кинетики коррозии с экстенсивным и интенсивным торможением предложены уравнения:

$$\tau/x = (\tau/x)_0 + k_1 x; \quad (1)$$

$$\tau/x = (\tau/x)_0 + k_2 \tau; \quad (2)$$

где τ − продолжительность взаимодействия компонентов цементного цементного камня с внешней средой; x − монотонно меняющийся во времени показатель степени коррозии (изменение вещественного состава цементного камня, глубина проникновения агрессивного агента вглубь материала и т.д.); k_1, k_2 − коэффициенты торможения процесса. Величина k_1 обратно пропорциональна коэффициенту диффузии, размерность коэффициента $[k_1] = [D^{-1}] = с/м^2$, размерность коэффициента $[k_2] = x^{-1}$. Величина $(\tau/x)_0$ является обратной начальной скорости коррозии u_0, которая отражает реакционную способность агрессивного агента по отношению к компонентам цементного камня и не связана с диффузионными характеристиками процесса.

Уравнение (1) относится к экстенсивному процессу торможения, когда удельное диффузионное сопротивление, то есть сопротивление слоя продукта единичной толщины, не меняется во времени. При этом замедление коррозии обусловлено лишь ростом толщины слоя продуктов реакции. Уравнение (1) изображается прямой линией в координатах $\tau/x = f(x)$.

Уравнение (2) описывает процесс, идущий с интенсивным торможением вследствие возрастания во времени удельного диффузионного сопротивления продуктов реакций из-за процессов уплотнения, рекристаллизации и т.п. Уравнение (2) изображается прямой в координатах $\tau/x = f(\tau)$. Если кривая кинетики коррозии аппроксимируется уравнением (2), то коэффициент диффузии является уменьшающейся во времени величиной.

Основная часть. Наиболее распространенным видом агрессии, которой повсеместно подвергаются бетоны и другие материалы на основе различных вяжущих, является углекислотная. Алексеевым С.Н. и Розенталем Н.К. были проведены фундаментальные исследования в этой области [10–11]. Детально изучены кинетика и механизм взаимодействия углекислоты с компонентами цементной матрицы бетона.

Экспериментальные данные по карбонизации цементных систем [10] были обработаны авторами данной работы при помощи предложенных кинетических уравнений. Это позволило выявить некоторые закономерности влияния состава цементной системы на кинетику процесса, т.е. начальную скорость коррозии и коэффициент торможения во времени. Расчеты показали, что экспериментальные данные по кинетике карбонизации цементного камня, цементно-песчаного раствора и бетона (об. конц. CO_2–10 %, отн. вл.–75 %) аппроксимируются линейной функцией в координатах $\tau/l–\tau$ с коэффициентом корреляции 0,98 – 0,99, т.е. наблюдается интенсивное торможение процесса во времени (рис. 1).

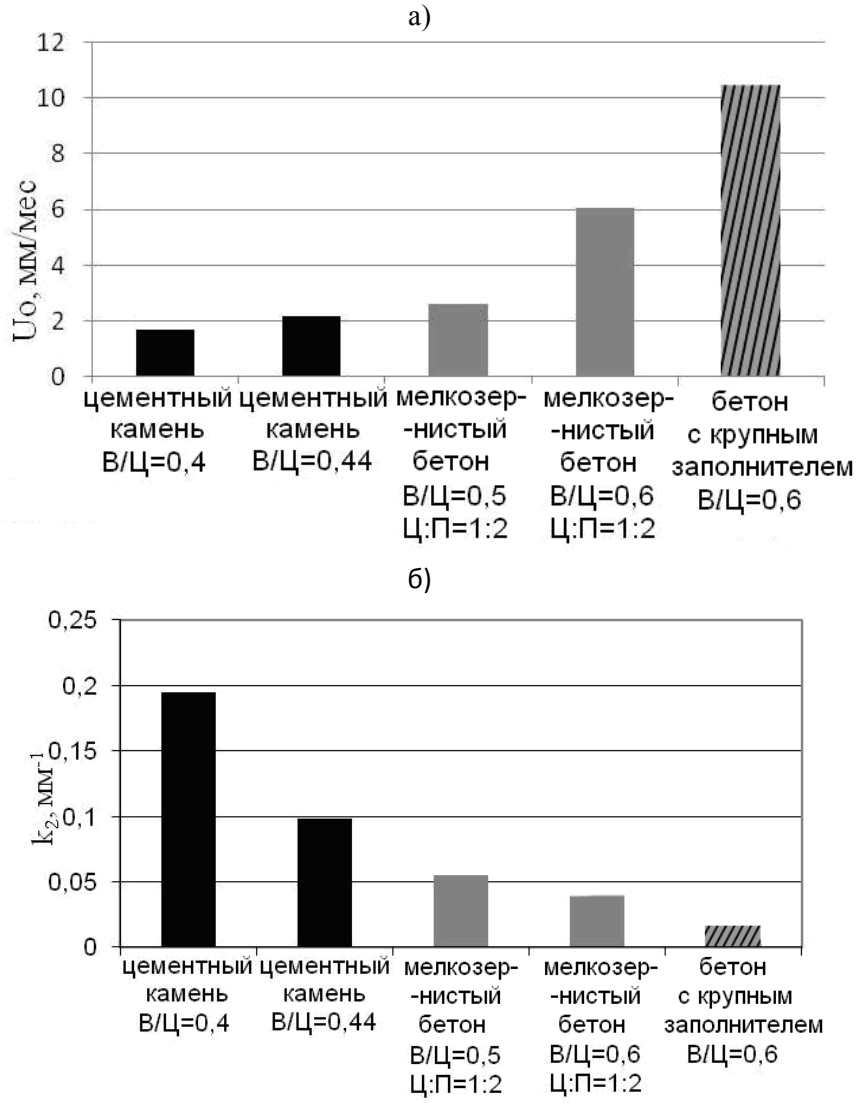


Рис. 1. Влияние заполнителя различного размера и В/Ц на начальную скорость *(а)* и коэффициент торможения *(б)* карбонизации

Анализ рассчитанных кинетических констант показал, что коэффициент торможения процесса уменьшается по мере ввода заполнителя. Наибольший коэффициент торможения имел цементный камень без заполнителя. С ростом В/Ц от 0,4 до 0,44 коэффициент торможения чистого цементного камня уменьшился практически в 2 раза (рис. 1). Там, где отмечен рост начальной скорости коррозии U_0 вдвое (при В/Ц≈0,5…0,6), коэффициент торможения уменьшается в 1,5 раза. Таким образом, при переходе от цементного камня к раствору и бетону степень карбонизации увеличивается. Это обусловлено диффузионными характеристиками цементных систем. Цементный камень обладает минимальной проницаемостью. Ввод мелкого заполнителя, а тем более крупного повышает проводимость контактной зоны, что сопровождается падением коэффициента торможения приблизительно в 10 раз и ростом начальной скорости в 4–5 раз.

На рис. 1 отражен компенсационный эффект, т.е. обратно пропорциональная зависимость между коэффициентом торможения и начальной скоростью при коррозии карбонизации различных цементных систем. Это вызвано тем, что с вводом крупного заполнителя резко увеличивается диффузия агрессивных компонентов по контакту заполнителя и цементной матрицы. Именно контактные поверхности являются слабейшим звеном бетона, поэтому этот вопрос требует самого пристального внимания при исследовании процессов коррозии.

Таким образом, при эксплуатации бетонов в условиях химической агрессии целесообразно использовать порошковые и мелкозернистые бетоны, так как они имеют минимальную начальную скорость и максимальный коэффициент торможения коррозии по сравнению с бетонами на крупном заполнителе.

В работе [12] показано, что проницаемость бетона для агрессивных анионов повышается практически пропорционально увеличению размера зерен крупного заполнителя. Авторы [12] объясняют это разницей в модулях упругости, коэффициентах температурного расширения цементного камня, что приводит к образованию колец напряженности вокруг зерен заполнителя с образованием микротрещин и отслаиваний. Поэтому применение мелкого заполнителя в бетонах способствует снижению проницаемости и повышению коррозионной стойкости изделий и конструкций, по сравнению с крупным заполнителем.

Универсальным и наиболее эффективным способом повышения долговечности бетонов, как показано в работе Розенталя Н.К. [13], является снижение водопотребности бетонной смеси, что резко замедляет диффузию агрессивных ионов и газов вглубь изделий и конструкций из них. В настоящее время практически все эффективные супер- и гиперпластификаторы (С-3, Мельфлюкс, Sika и др.) являются анионактивными ПАВ. Их разжижающий эффект обусловлен тем, что молекулы ПАВ адсорбируются на имеющихся положительно заряженных активных центрах на гидроалюминатных фаз цементной составляющей бетона. На частицах мелкого и крупного заполнителя, а также тонкомолотых минеральных добавках, несущих отрицательный поверхностный заряд (кв. песок, гранит, кварцитопесчаник и т.п.) олигомерные молекулы традиционных супер- и гиперпластификаторов не адсорбируются, поэтому заполнитель не принимает участия в процессе разжижения бетонной смеси. Следовательно, чем больше содержание в бетоне портландцемента, тем сильнее он подвержен пластификации с помощью современных модификаторов. В этой связи в настоящее время существует проблема разжижения тощих бетонов, у которых очень низкое содержание вяжущего материала. Эти данные приводят к выводу, что порошковые бетонные смеси будут отличаться максимальной способностью к разжижению, и снижению водопотребности по сравнению со смесями на мелком и крупном заполнителе, что будет вносить дополнительный вклад в повышение коррозионной стойкости изделий и конструкций.

Выводы. При эксплуатации бетонов в условиях химической агрессии целесообразно использовать порошковые и мелкозернистые бетоны, так как они обладают низкой проницаемостью по сравнению с бетонами на крупном заполнителе. Применение порошковых бетонов в агрессивных средах предпочтительнее, чем мелкозернистых.

При вводе в порошковые бетоны большого количества тонкомолотых минеральных добавок типа кварцевого песка эффект их разжижения может существенно снизиться. Отсюда следует, что необходимо использовать порошковые технологии с применением тонкомолотых минеральных добавок, в которых содержание отрицательно и положительно заряженных центров сбалансировано. К ним относятся некоторые металлургические шлаки, золы, а также карбонатные породы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Гузеев Е.А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. Под общей редакцией В. М. Москвина. М.: Стройиздат, 1980. 536 с.

2. Bertron A., Escadeillas G., Duchesne J. Cement pasters alteration by liquid manure organic

acids: chemical and mineralogical characterization // Cem. and Concr. Res. 2004. Т.34. № 10. P.1823–1835.

3. Хахалева Е.Н. Влияние вида заполнителя на коррозионную стойкость бетона // Вестник Белгородского государственного технологического университет им. В.Г. Шухова. 2003. № 5. Ч. 1. С. 162–164.

4. Калашников В.И., Гуляева Е.В., Валиев Д.М., Володин В.М., Хвастунов В.М. Высокоэффективные порошково-активированные бетоны различного функционального назначения с использованием суперпластификаторов // Строительные материалы. 2011. № 11.С.44–47.

5. Калашников В.И., Москвин Р.Н., Белякова Е.А., Белякова В.С., Петухов А.В. Высокодисперсные наполнители для порошково-активированных бетонов нового поколения //Системы. Методы. Технологии. 2014. №2(22). С.113–118.

6. Полак А.Ф. Математическое моделирование процесса коррозии бетона в жидких средах //Бетон и железобетон. 1988. № 3. С.30–34.

7. Латыпов В.М., Латыпова Т.В. Математические модели для прогноза защитного действия цементных и комбинированных покрытий // Практика противокоррозионной защиты. 1998. № 2. С. 57–63.

8. Рахимбаев Ш.М., Толыпина Н.М. Повышение коррозионной стойкости бетонов путем рационального выбора вяжущего и заполнителей: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 321 с.

9. Рахимбаев Ш.М., Хахалева Е.Н. Закономерности кинетики химической коррозии камня из портландцемента // Композиционные строительные материалы. Теория и практика: матер. Междунар. науч.-техн. конф. , Пенза: ПГАСА, 2001. Ч. 2. С. 66–68.

10. Алексеев С.Н., Розенталь Н.К. Коррозионная стойкость конструкций в агрессивной промышленной среде. М.: Стройиздат, 1976. 205 с.

11. Алексеев С.Н., Иванов Ф.М., Модры С., Шиссль П. Долговечность железобетона в агрессивных средах: Совм. изд. СССР–ЧССР–ФРГ М.: Стройиздат, 1990. 320 с.

12. Штарк И., Вихт Б. Долговечность бетона // Пер. с нем. А. Тулганова, под ред. П.Кривенко. Киев: Оранта. 2004. 301 с.

13. Розенталь Н.К. Коррозионная стойкость цементных бетонов низкой и особо низкой проницаемости. М.: ФГУП ЦПП, 2006. 520 с.

Информация об авторах

Рахимбаев Шарк Матрасулович, доктор технических наук, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.
E-mail: Tolypina.n@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Толыпина Наталья Максимовна, доктор технических наук, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.
E-mail: Tolypina.n@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

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

Поступила в сентябре 2017 г.
© Рахимбаев Ш.М., Толыпина Н.М., Толыпин Д.А. 2017

Rakhimbaev S.M., Tolypina N.M., Tolypin D.A.

COMPARATIVE DURABILITY OF CONCRETE WITH VARIOUS AGGREGATE SIZES AND WITHOUT HIM

For the comparative assessment of durability of concrete with various aggregate sizes and without it used a calculation based on the equations of the transfer theory. Based on the calculated kinetic constants established that with the introduction of fine aggregate and then the big braking rate of carbonation is reduced by 10 times, and the initial corrosion rate is increased 4–5 times. Thus, the transition from the cement stone and mortar and concrete the degree of carbonation increases. This suggests that the input system in cement coarse aggregate drastically lowers the corrosion resistance, as it dramatically increases the diffusion of corrosive

components by contact of the filler and a cement matrix. Cement stone has a minimal permeability, so the use of cored concrete in aggressive environments rather than fine-grained. A universal method of improving the corrosion resistance is the reduction of water demand, with powder concrete mix will be different the maximum ability to reduce water demand compared to the mixtures on the fine and large aggregates, thereby increasing the corrosion resistance of components and structures.

Keywords: *powder concretes, the diffusion coefficient of deceleration, initial velocity, carbon dioxide corrosion*

Information about the authors
Rakhimbaev Shark Matrasulovich, Ph.D., Professor.
E-mail: Tolypina.n@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Tolypina Nataliy Maksimovna, Ph.D., Professor.
E-mail: Tolypina.n@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Tolypin Daniil Aleksandrovich, Bachelor student.
E-mail: Tolypina.n@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Rakhimbaev S.M., Tolypina N.M., Tolypin D.A., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ab17b16b5.53910446

[1]Ширяев А.О., магистрант,
[1]Обухов А.Г., аспирант,
[1]Высоцкая М.А., канд. техн. наук, доц.,
[2]Шеховцова С.Ю., канд. техн. наук., ст. преп.
[1]Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
[2]Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

ПОЛИМЕРНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ

roruri@rambler.ru

В любой отрасли наступает такой момент, кода ее дальнейшее развитие становится невозможным без применения современных материалов и технологий, которые позволят не только удешевить, но и перевести ее на качественно новый уровень. Это способствовало многочисленным исследованиям во всем мире, нацеленным на создание новых современных материалов, в том числе дорожно-строительных, характеризующихся совокупностью эффективных характеристик самих композитов и эксплуатационной надежностью конструкций, выполненных из них. Стремление обеспечить долговечность покрытий автомобильных дорог в условиях роста нагрузок и интенсивности движения вызвало большую популярность использования асфальтобетонных смесей на полимермодифицированном вяжущем. В связи с чем, рынок полимерных материалов постоянно расширяется, а производители полимерно-битумных вяжущих, стремясь понизить себестоимость продукции, не теряя высоких эксплуатационных характеристик, с интересом относятся к появлению большого числа дешевых полимеров, не уступающих по качеству дорогим аналогам.

Ключевые слова: *битум, модификация битума, полимерно-битумное вяжущее, полимеры, морфология поверхности.*

Введение. В настоящее время результатом развития машиностроительных и транспортных предприятий в стране и мире являются все более совершенные механизмы, способные перевозить значительные грузы со всё возрастающими скоростями, что способствует увеличению товарооборота, приводит к росту интенсивности движения транспортных средств и нагрузок на дорожную сеть страны. И хотя традиционные материалы в течение многих лет обеспечивали удовлетворительное качество дорог, современные условия эксплуатации выдвигают повышенные требования к покрытиям объектов дорожной инфраструктуры. Поэтому, всё чаще предприятия дорожной отрасли вынуждены использовать различные модифицирующие добавки, улучшающие показатели свойств исходного вяжущего – битума, в том числе и полимерные. Битумы, модифицированные полимерами, называют полимерно-битумными вяжущими (ПБВ).

Модификация битума полимерами позволяет повысить сдвигоустойчивость и трещиностойкость, а также сопротивление усталостному разрушению асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог [1–5]. По этой причине, использование в дорожном строительстве полимерных модификаторов для битумов, несмотря на их высокую стоимость, считается экономически оправданным.

Основная часть. Одним из основных споров, возникающих вокруг ПБВ, если не учитывать вопрос о пластификаторах, является выбор полимера, используемого для его приготовления. Сегодня на рынке представлен широкий ассортимент различных полимерных модификаторов, отличающихся по свойствам, природе и структуре. Классификационных признаков в химии полимеров достаточно много, но основными классификаторами, используемыми в дорожной отрасли, являются физические свойства полимеров, их поведение при высоких температурах и форма макромолекулы.

По форме макромолекулы органические полимеры можно разделить на [6]:

– Линейные;

– Разветвленные (радиальные).

– Сетчатые или сшитые.

При переходе от линейных цепей к разветвленным и далее к густым сетчатым структурам комплекс полезных свойств становится менее выраженным.

Довольно известной [7–9] является классификация полимеров в зависимости от отношения к нагреванию и растворителям, которая делит их на термопластичные и термореактивные. Термопластичными называют вещества, которые при нагревании переходят из твердого состояния в жидкое (плавятся), а при охлаждении вновь за-

твердевают, причем такие переходы многократны. У термореактивных полимеров этот переход из жидкого состояния в твердое происходит необратимо.

По физическим свойствам полимеры можно разделить на две [10] большие группы: пластомеры и эластомеры. Пластомеры – термопластичные вещества – термопласты (ТП). Одними из ранних модификаторов класса пластомеров, являются полиолефины [11–13]. Наиболее распространенные полиолефины - полиэтилен и полипропилен. Полиэтилен воздействует на битум как отвердитель, способствующий снижению термической чувствительности вяжущего. Для дорожного строительства обычно отбирают полиэтилены, слабо реактивные и устойчивые к окислению [13], такие как полиэтилен высокой плотности (ПЭВП), полиэтилен низкой плотности (ПЭНП), изотактический полипропилен, атактический полипропилен и др. Данные полимеры стали вводить в битум в связи с их относительно низкой стоимостью и рядом преимуществ таких как: повышение вязкости вяжущего и снижение высокотемпературной чувствительности. Однако часто возникавшие проблемы стабильности при хранении ограничивали время хранения модифицированного битума и обуславливали необходимость постоянного его перемешивания, что в итоге ограничило применение таких полимеров в качестве модификатора битума [14, 15].

Также, при модификации битума используются пластомеры, являющиеся сополимерами этилена [16] – это полимеры типа этилен-винил ацетата (ЭВА) и этилен-бутил ацетата (ЭБА). В полимерах такого типа механические свойства определяет содержание винилацетата. Низкое его содержание приближает свойства полимера к свойствам полиэтилена низкой плотности. С увеличением содержания винилацетата растет прозрачность, гибкость, способность к смешиванию и сшивке, но одновременно увеличивается слипаемость и твёрдость сырья, падает температура размягчения модифицированного вяжущего, уменьшаются разрушающие напряжения при растяжении и теплостойкость. К пластомерам так же относятся так называемые пластмассы, например, полистирол.

Хотя ряд свойств битума, модифицированного пластомерами, улучшается, существуют недостатки, ограничивающие их применение. Главным ограничителем является, не возможность улучшить упругое восстановление будущего ПБВ, и подверженность старению.

Полимеры, имеющие при обычных температурах ярко выраженные высокоэластические свойства, относятся к группе эластичных материалов – эластомеров [10]. Изначально естественными эластомерами являлись натуральные каучуки, однако необходимые промышленные объемы способствовали переходу полностью на синтетические каучуки [17]. Синтетические каучуки, как модификаторы битума, увеличивают растяжимость и эластичность, повышают тепло- и трещиностойкость, пластичность при низких температурах и устойчивость битума к старению. В отличие от термопластов при приложении растягивающей силы эти материалы могут удлиняться в 2 – 10 раз, а после прекращения действия этой силы восстанавливать свои первоначальные размеры. Это свойство объясняется особенностью строения каучуков. Их макромолекулы не вытянуты в линию, а как бы свернуты в спираль [8].

Один из самых перспективных и наиболее часто используемых в дорожной отрасли классов промышленных полимеров – термопластичные эластомеры (термоэластопласты или ТЭП) [18]. Благодаря своему строению они объединяют в себе свойства, как термопластов, так и эластомеров. Наибольшую популярность среди полимеров данного вида получили термопластичные эластомеры, (СБС, SBS). В настоящее время существует большое разнообразие полимеров типа СБС, отличающихся по форме, молярной массе, свойствам стирола и бутадиена и др.

Отдельное направление – это получение комплексных модификаторов [19, 20]. Идея их применения заключается в использовании при модификации битума функциональных свойств различных по природе полимеров.

Целью работы было изучение влияния недавно появившихся на рынке РФ полимеров на свойства битума и изучение их структурирующей способности при приготовлении ПБВ. Перед рассмотрением полимерных модификаторов, стоит отметить, что исходный битум вносит существенный вклад в конечный результат модификации, что вполне логично, так как битум имеет свой собственный химический состав и структуру, однако, ввиду использования битума одной партии, этот фактор не учитывался

Принято, что исходный битум, содержание пластификатора, технология приготовления и созревания, ПБВ – величины неизменные. В работе варьировали маркой полимера и его концентрацией в системе. Для исследования применялся битум марки БНД 90/130 Московского нефтеперерабатывающего завода (МНПЗ); пластифицирующий компонент в количестве 2 %. Подобное содержание пластификатора не вносит существенных изменений в показатели свойств битума, но необходимо для приготовления ПБВ. Серия полимеров следующих марок: полистирол (ПС) – 525, LG EVA 28400, Calprene 501M,

Globalprene 3501, SBS L 30-01 A. Наполнение системы полимером осуществлялось в концентрационных пределах 1–5 %, после чего оценивалась структурирующая способность полимера.

Как отмечалось ранее, морфология поверхности полимеров, важный аспект на пути получения качественного ПБВ. Для изучения структуры полимеров использовался метод сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Исследование выполнялось посредством автоэмиссионного электронного микроскопа TESCAN MIRA3 LMU, имеющего техническую возможность исследовать непроводящие электрический ток образцы в их естественном состоянии, без какого бы то ни было напыления токопроводящим слоем и позволяющего получать поверхности исследуемого объекта с высоким разрешением. Полученные морфологии поверхностей полимеров представлены на рис. 1.

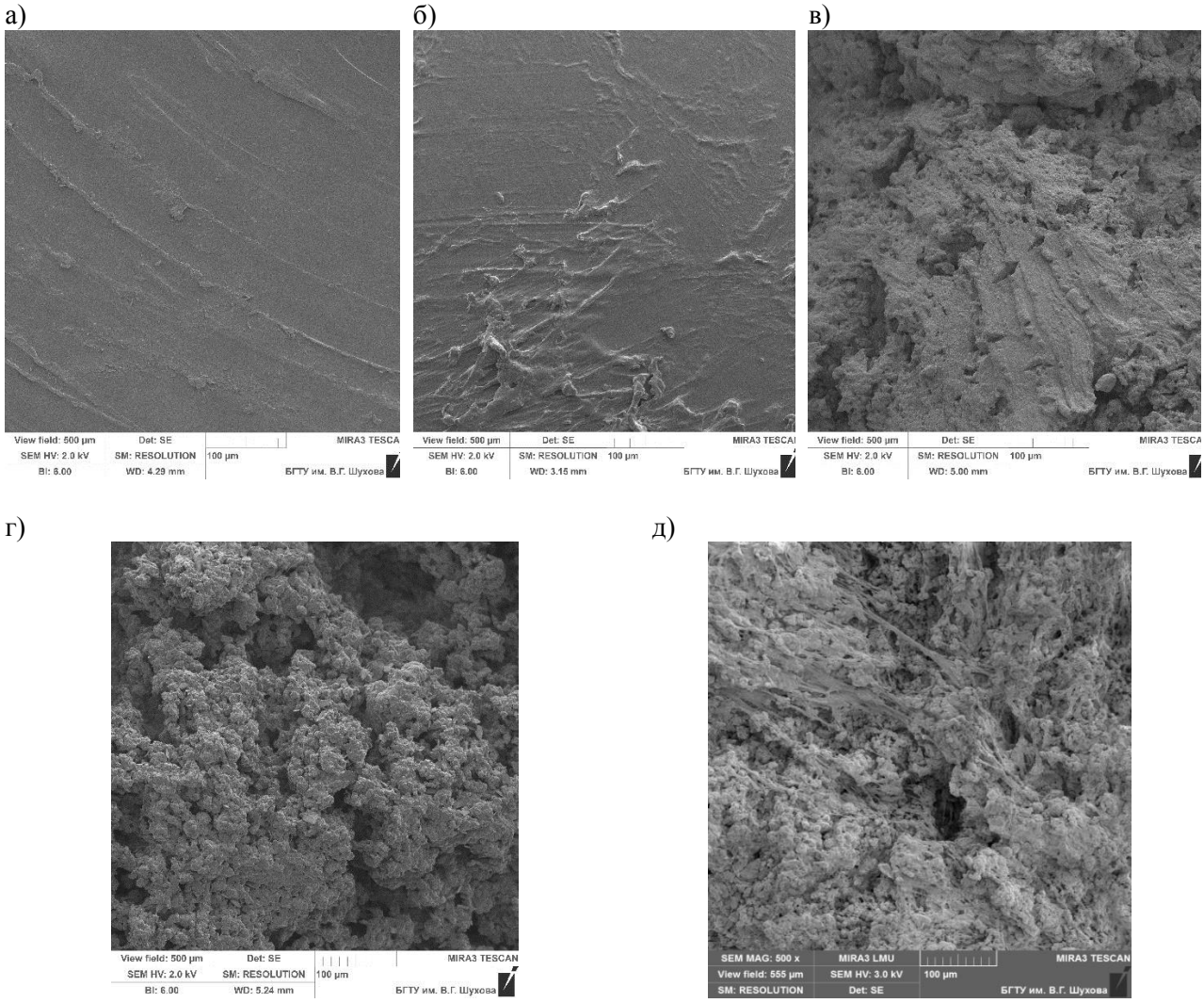


Рис. 1. Микрофотография поверхности полимеров марки:
а) Полистирол (ПС) – 525, б) LG EVA 28400, в) Calprene 501M, г) Globalprene 3501, д) SBS L 30-01 A

Как видно, у представленных пластомеров на рис. 1, а, б, более плотная упаковка молекул, что вполне закономерно для их кристаллической структуры. Таким полимерам свойственна низкая подвижность структурных звеньев. Однако у полимера марки LG EVA 28400 заметна более рельефная микроструктура поверхности, в отличие от полистирола, имеются возвышения и углубления. Наличие микропор на поверхности гранул, рис. 1 в, г, будет приводить к большей избирательной диффузии компонентов битума. Структура синтетических каучуков, является аморфной. Именно благодаря такой рыхлой структуре, каучуки являются более мягкими и гибкими. Более разветвленная форма радиальных полимеров способствует еще большему числу контактов на поверхности, что хорошо видно при рассмотрении поверхности полимера на рис. 1г.

По степени упорядоченности расположения макромолекул различают два типа фазовых со-

стояний полимеров [21]: аморфное и кристаллическое. Аморфная фаза характеризуется хаотическим расположением макромолекулы с некоторой упорядоченностью структуры, соблюдаемой на относительно небольших расстояниях, соизмеримых с размером макромолекулы. Кристаллическая фаза характеризуется упорядоченным расположением макромолекул в полимере, при этом упорядоченность соблюдается на расстояниях, превышающих размеры макромолекулы в сотни и тысячи раз. В свою очередь, скорость растворения полимера в битуме зависит от площади удельной поверхности их соприкосновения. Так при контакте с битумом сразу в реакцию вступают только функциональные группы, расположенные на поверхности гранул полимера. К функциональным группам, не расположенным на поверхности, ароматические углеводороды битума должны предварительно продиффундировать. Продолжительность такой диффузии определяется многими факторами и одним из них является плотность упаковки макромолекул полимера. Различная доступность функциональных групп макромолекул или их звеньев, расположенных в аморфных и кристаллических областях, может явиться причиной неоднородности продуктов реакции и, следовательно, ухудшить качество модифицированного вяжущего.

Таким образом, анализируя морфологию поверхности рассматриваемых полимеров, можно предположить, что образцы Calprene 501M, Globalprene 3501 и SBS L 30-01 A. В виду рыхлости своей структуры будут более эффективно и быстрее вступать во взаимодействие с компонентами битума, структурировать его и формировать стабильное и однородное ПБВ.

Для оценки влияния полимеров на битум, была запроектирована и приготовлена серия составов ПБВ. Полимерно-битумное вяжущее готовили по следующей технологии: в предварительно обезвоженный битум вводили пластифицирующий компонент, и перемешивали в течение 10 минут со скоростью 3500 об/мин, доводили до температуры 170 °С и вводили навеску модификатора, после чего полученную смесь перемешивали в течение 20 минут со скоростью 5500 об/мин до полного растворения полимера. После чего, для лучшего диспергирования полимера в битуме скорость понижали до 4500 об/мин и перемешивали еще 2 ч. Спустя 2 часа скорость понижалась до 1200 об/мин и образец ПБВ подвергался перемешиванию еще в течении часа для завершения реакций между модификатором и углеводородами полученной ранее основы. После чего емкости с ПБВ помещались в сушильный шкаф и выдерживались в нем в течение 2 ч до полного созревания. По окончанию процесса созревания у образцов ПБВ определялись показатели свойств. Полученные в ходе испытания данные представлены в таблице 1.

Результаты испытаний показывают, что пенетрация битума после введения полимера понижается с переходом в более вязкую марку. Наиболее ярко процессы структурирования битума проявились при введении полимеров «Полистирол (ПС) – 525» и «LG EVA 28400», с плотной упаковкой макромолекул полимера, рис. 1а, б. Как видно, из табл. 1, используя эти полимеры в интервале варьирования 1–4 % получить ПБВ 60 не удалось. Следовательно, при малом содержании пластификатора и повышенном содержании полимерного модификатора следует опасаться резкого ухудшения технологических свойств вяжущих, а также снижения производительности заводов в связи с их высокой вязкостью. Очевидно, для использования этих полимеров для приготовления ПБВ необходимо большее содержание пластификатора либо комплексное введение с другим полимером.

Полимеры Calprene 501M, Globalprene 3501, SBS L 30-01 A, характеризующиеся рыхлой структурой оказывают более «мягкое» структурирующее воздействие. При этом, по комплексу показателей свойств в установленных условиях, используя эти полимеры возможно получить ПБВ 60 при содержании 3 %.

Однако оценка эффективности полученных ПБВ может быть произведена только в условиях, когда известны требования потребителя к модифицированному вяжущему, с возможной корректировкой состава введением дополнительного содержания полимера.

В общем виде, у всех образцов наблюдается рост температуры размягчения, однако изменение этого показателя значительно меньше, чем пенетрации. Что касается низкотемпературных характеристик, то они претерпевают незначительные изменения.

Растяжимость при 25 °С, как правило, с увеличением содержания полимера падает, по сравнению с исходным битумом. Происходит это из-за образования эластичной пространственной полимерной сетки, которая повышает степень структурированности системы. Эластичность при равном содержании полимера приобретает большее значение в случае применения эластомеров. Существует и обратная зависимость, чем больше эластичность ПБВ, тем меньше его когезия. Это подтверждает правило, согласно которому с ростом твердости полимеров их эластичность уменьшается [22], о чем также свидетельствуют полученные данные, табл. 1.

Таблица 1

Результаты испытаний составов ПБВ

Содержание полимера, %	Наименование испытаний					
	Температура размягчения по КиШ,°С	Глубина проникновения иглы, 0,1 мм		Растяжимость, см	Эластичность, %	Температура хрупкости по Фраасу,°С
		при 25 °С	при 0 °С	при 25 °С	при 25 °С	
1	2	3	4	5	6	7
БНД 90/130						
0,0	44,0	106,0	28,0	100,0	0,0	-22
Требования ГОСТ Р 52056-2003 к ПБВ 60						
-	54	60	32	25	80	-20
ПБВ с полимером «Полистирол (ПС) – 525»						
1,0	69,4	35,0	24,0	20,0	35,0	-18,0
2,0	67,0	31,0	22,0	15,0	28,0	-19,0
3,0	70,0	29,0	20,0	10,0	20,0	-19,0
ПБВ с полимером «LG EVA 28400»						
1,0	50,0	60,0	30,0	57,0	50,0	-22,0
2,0	53,0	56,0	26,0	55,0	50,0	-21,0
3,0	54,0	54,0	27,0	39,0	40,0	-22,0
4,0	60,0	54,0	28,0	18,0	43,0	-22,0
ПБВ с полимером «Calprene 501M»						
1,0	49,0	77,0	31,0	65,0	60,0	-21,0
2,0	52,0	68,0	31,0	40,0	73,0	-21,0
3,0	56,0	62,0	32,0	38,0	76,0	-21,0
4,0	61,0	47,0	31,0	38,0	84,0	-21,0
5,0	65,0	49,0	30,0	35,0	89,0	-22,0
ПБВ с полимером «Globalprene 3501»						
1,0	47,0	92,0	32,0	41,0	62,0	-22,0
2,0	52,0	86,0	32,0	39,0	72,0	-22,0
3,0	56,0	78,0	32,0	39,0	78,0	-22,0
4,0	64,0	65,0	31,0	39,0	85,0	-22,0
5,0	67,0	59,0	31,0	38,0	86,0	-23,0
ПБВ с полимером «SBS L 30-01 A»						
1,0	47	95	33,0	49,0	62,0	-23,0
2,0	51	87	32,0	41,0	72,0	-23,0
3,0	54	74	32,0	39,0	78,0	-22,0
4,0	59	66	31,0	36,0	85,0	-22,0
5,0	63	58	31,0	30,0	86,0	-21,0

Подводя итог стоит отметить:

– При добавлении полимеров, относящихся к классу пластомеров, может быть получено сильно структурированное вяжущее, отличающееся повышенной жесткостью и, как следствие, меньшей температурной чувствительностью. Однако теряется технологичность продукта, что ограничивает его использование.

– Полмеры, относящиеся к классу эластомеров, структурируют систему в меньшей степени, сохраняя таким образом физико-механические показатели на уровне, достаточном, чтоб получить продукт, соответствующий требованиям ГОСТ. Получаемое вяжущее характеризуется высокой эластичностью.

– Полимеры Calprene 501M, Globalprene 3501, SBS L 30-01 A, характеризующиеся рыхлой структурой оказывают «мягкое» структурирующее воздействие на битум. Комплекс показателей, соответствующих ПБВ 60 был получен при содержании полимеров в количестве 3 %.

– Максимальной структурирующей способностью характеризуются полимеры «Полистирол (ПС) – 525» и «LG EVA 28400», с плотной упаковкой макромолекул полимера. Однако используя эти полимеры в интервале варьирования

1–4 % получить ПБВ 60 не удалось. Очевидно эти полимеры, ввиду их высокой структурирующей способности будут эффективны для разработки составов ПБВ40, а также мастичных и гидроизоляционных составов.

Таким образом, применение полимеров типа СБС, на наш взгляд, является технологически более оправданным, а изменение свойств органических вяжущих в процессе модификации предсказуемым.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лаврухин В.П., Калгин Ю.И., Ерофеев В.Т. Усталостная долговечность асфальтобетонов на модифицированных битумах // Вестник Мордовского университета. 2001. №3-4. С. 128–135.

2. Киндеев О.Н., Высоцкая М.А., Шеховцова С.Ю. Влияние вида пластификатора на свойства битума и полимерно-битумных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 1. С. 26–30.

3. Траутваин А.И., Альтергот А.А. В кн.: Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии материалы международной научно-технической конференции // ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2017. С. 286–287.

4. Дошлов О.И., Спешилов Е.Г. Полимерно-битумное вяжущее – высокотехнологическая основа для асфальта нового поколения // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. №6. С. 140–144.

5. Ерофеев В.Т., Баженов Ю.М., Калгин Ю.И. Дорожные битумоминеральные материалы на основе модифицированных битумов (технология, свойства, долговечность). Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. 273 с.

6. Выдрина Т.С. Старение и стабилизация полимеров: метод. указ. для изучения теоретического курса и выполнения лабораторных занятий для студентов очной и заочной форм обучения. Екатеринбург: УГЛУ, 2003. 15 с.

7. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учеб. для вузов. 2-е изд. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 368 с.

8. Галдина В.Д. Модифицированные битумы: учеб. подобие. Омск: СибАДИ, 2009. 228 с.

9. Золотарев, В.А. Дорожные битумные вяжущие: учебник для студентов высших учебных заведений. Х.: ХНАДУ, 2014. 180 с.

10. Справочник химика 21. Химия и химическая технология [Электронный ресурс]. Систем. требования: Internet Explorer. URL: http://chem21.info (дата обращения: 02.08.2017).

11. Polacco G., Berlincioni S., Biondi D., Stastna J., Zanzotto L. Asphalt modification with different polyethylene-based polymers // EurPolym. 2005. Vol. 41(12). Pp. 2831–44.

12. Attaelmanan M., Cheng PF., AI AH. Laboratory evaluation of HMA with high density polyethylene as a modifier // Constr Build Mater. 2011. Vol. 25(5). Pp. 2764–70.

13. Stastna J., Zanzotto L., Vacin OJ. Viscosity function in polymermodified asphalts // Colloid Interface Sci. 2003. Vol. 259(1). Pp. 200–7.

14. Polacco G., Stastna J., Biondi D, Zanzotto L. Relation between polymer architecture and nonlinear viscoelastic behavior of modified asphalts // Curr Opin Colloid Interface Sci. 2006. Vol. 11(4). Pp. 230–45.

15. Lewandowski L.H. Polymer modification of paving asphalt binders // Rubber Chem Technol. 1994. Vol. 67(3) Pp. 447–80.

16. Полимерная модификация битумов (I часть) [Электронный ресурс]. Систем. требования: Internet Explorer. URL: http://www.newchemistry.ru/letter.php?cat_id=8&n_id=2591&page_id=5 (дата обращения: 24.08.2017).

17. Гармонова И.В. Синтетический каучук. Л.: Химия, 1976. 752 с.

18. Аблеев Р.И., Гимаев Р.Н. Термопластичные эластомерные компаунды с повышенной стойкостью к нефтепродуктам [Электронный ресурс]. Систем. требования: Internet Explorer. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/termoplastichnye-elastomernye-kompaundy-s-povyshennoy-stoykostyu -k-nefteproduktam (дата обращения: 26.08.2017).

19. Сайт компании «РУСПЛАСТ» [Электронный ресурс]. Систем. требования: Internet Explorer. URL: http://www.rusplast.com (дата обращения: 05.06.2017).

20. СТО 30136607–002–2014. Модификатор дорожных битумов и асфальтобетонных смесей комплексный "ДОРСО 46-02". Технические условия. введ. 01.09.2014. 20 с.

21. Трофимов В.А. Химия высокомолекулярных соединений: учеб.-метод. пособие для студентов химико-биологического факультета. Нижний Тагил: Нижнетагильская гос. соц.-пед. акад., 2008. 140 с.

22. Реология битумов [Электронный ресурс]. Систем. требования: Internet Explorer. URL: http://www.dorlab-ltd.ru/informatciya-2/svoystva-neftebitumov/reologiya-bitumov (дата обращения: 08.07.2017).

Информация об авторах
Ширяев Артем Олегович, магистрант
E-mail: rabochayae@mail.ru.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Обухов Александр Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Высоцкая Марина Алексеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов.
E-mail: roruri@rambler.ru.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Шеховцова Светлана Юрьевна, кандидат технических наук, старший преподаватель.
E-mail: rusina-svetlan@ya.ru.
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Поступила в сентябре 2017 г.
© Ширяев А.О., Обухов А.Г., Высоцкая М.А., Шеховцова С.Ю., 2017

Shiryaev A.O., Obukhov A.G., Vysotskaya M.A., Shekhovtsova S.Y.
POLYMER MODIFIERS OF BITUMEN BINDERS

In any industry there comes such a moment, the code of its further development becomes impossible without the use of modern materials and technologies that will allow not only to reduce the price, but also to transfer it to a qualitatively new level. This has contributed to numerous studies around the world aimed at creating new modern materials, including road-building materials, characterized by a combination of effective characteristics of the composites themselves and the operational reliability of the structures made of them. The desire to ensure the durability of road surface coverings in conditions of increasing loads and traffic intensity has caused great popularity of using asphalt mixtures on a polymer-modified binder. In connection with this, the market of polymer materials is constantly expanding, and producers of polymer-bitumen binders, trying to lower the cost of production, without losing high performance characteristics, are interested in the appearance of a large number of cheap polymers that are not inferior in quality to expensive analogues.

Keywords: *bitumen, polymer-bitumen binder, polymers.*

Information about the authors
Shiryaev Artem Olegovich, Master student.
E-mail: rabochayae@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Obukhov Aleksandr Gennadevich, Research assistant
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Vysotskaia Marina Alekseevna, PhD, Assistant professor.
E-mail: roruri@rambler.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Shekhovtsova Svetlana Iurevna, PhD, Senior lecturer.
E-mail: rusina-svetlan@ya.ru
Moscow State University of Civil Engineering.
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26.

Received in September 2017
© Shiryaev A.O., Obukhov A.G., Vysotskaya M.A., Shekhovtsova S.Y., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ab21494c2.36842754

[1]Кочерженко В.В., канд. техн. наук, проф.,
[1]Погорелова И.А., канд. техн. наук, доц.,
[2]Сулейманов А.Г., канд. техн. наук,
[1]Коломацкий А.С., д-р техн. наук, проф.
[1]Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
[2]ООО «Спако-Агростройинвест», г. Белгород

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА УМЕНЬШЕНИЯ ПОТЕРЬ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПОД ОТВАЛАМИ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД КМА ПУТЕМ АРМИРОВАНИЯ ИХ ОТКОСОВ

innapogorelova@yandex.ru

Разработан и исследован способ уменьшения потерь земельных ресурсов под отвалами вскрышных пород Курской магнитной аномалии. Армирование откосов отвалов вскрышных пород металлическими стержнями и пластиковыми сетками позволили увеличить угол откоса на 51 % и более и значительно сократить отвод земельных ресурсов под отвалы.

Ключевые слова: *способ, уменьшение потерь земляных ресурсов, грунты, вскрышные породы, отвалы, армирование откосов.*

При открытой разработке полезных ископаемых более половины площади нарушенных земель приходится на внешние породные отвалы [1].

Параметры отвалов должны обеспечивать наибольшую эффективность использования земельного отвода, т.е. складирование максимального объема вскрыши. Это достигается за счет увеличения высоты отвала до определенных пределов и придания ему такой формы, при которой обеспечивается минимальная землеемкость отвальных работ, т.е. максимальный угол откосов.

В настоящее время углы откосов в отвалах весьма незначительны 9…14°. На рис. 1 представлены профили I–I и IV–IV железнодорожного отвала №2 Лебединского ГОКа. По состоянию на 1.01.2001г. на площади 335 га в существующем контуре земельного отвода уложено 325 млн. м^3 породы. Величина прироста площадей под отвал №2 вскрышных пород за период 1972–2000 гг. составила 2,83 км^2.

Целью настоящей работы является: уменьшение потерь земляных ресурсов под отвалы вскрышных пород Лебединского ГОКа путем увеличения крутизны откосов, используя армирование грунта в процессе его отсыпки.

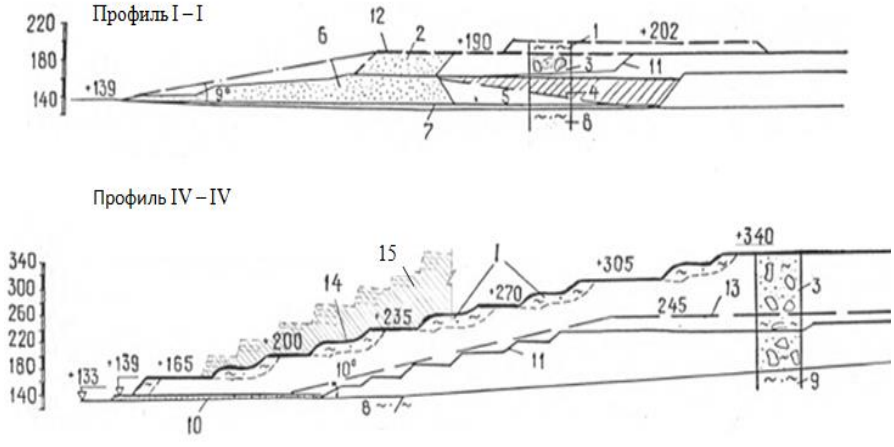


Рис. 1. Профили I - I и IV – IV железнодорожного отвала №2 Лебединского ГОКа:
1 – насыпной суглинок селективного складирования; *2* – насыпной песок селективного складирования; *3* – смесь отвальных пород; *4* – смесь пород зоны замещения (диссимиляции) ядерной части гидроотвала отвальными грунтами; *5* – породы ядерной зоны, не замещенные отвальными грунтами; *6* – песчаная призма гидроотвала; *7* – намывные суглинки; *8* – илистые гумусированные и заторфованные суглинки основания; *9* – лессовидные суглинки основания; *10* – фильтрующая пригрузка пойменных отложений; *11* – фактические контуры отвала и гидроотвала; *12* – рекомендуемый контур комбинированного отвала; *13* – проектный контур гидроотвала; *14* – рекомендуемый контур перспективного развития отвала; *15* – расположение армированных откосов

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

− изучить состав и физико-механические характеристики заскладированных пород на примере железнодорожного отвала №2 Лебединского ГОКа;

− установить влияние степени армирования грунта (геотекстиль, пластиковые стержни) на его прочностные характеристики – φ и С;

− разработать методику расчета устойчивости откосов армированных отвалов;

− установить экономический эффект от использования армированных отвалов вскрышных пород.

Исходя из данных, приведенных в [2], при бурении скважин в отвалах Лебединского ГОКа глубиной 45…50 м, с отбором образцов и их исследований, установлено следующее напластование грунтов (пород) и их прочностные характеристики:

− суглинки иловатые (ald – QIII): φ = 17,1°; С = 0,022 МПа (коэффициент доверительной вероятности 0,95);

− суглинки лессовидные слабо-макропористые (ls – QIII): φ = 18,3°; С = 0,025 МПа;

− суглинки лессовидные слабо-макропористые (ls – QIII): φ = 16,6°; С = 0,027 МПа;

− глины средне- и слабозаторфованные (ald – QIV): φ = 8,7°; С = 0,018 МПа;

− суглинки средне- и слабозаторфованные (ald – QIV): φ = 14,4°; С = 0,017 МПа;

− торфы (ald – QIV): φ = 14,4°; С = 0,012 МПа;

− илы (ald – QIV): φ = 8,3°; С = 0,011 МПа.

Учитывая, что мощность пластов колеблется в небольших пределах 17…20 м, средневзвешенное значение прочностных характеристик пород в этом отвале составила: $\varphi_{ср} = 10{,}8°$; $C_{ср} = 0{,}015$ МПа.

Согласно методу круглоцилиндрических поверхностей, расчетная схема которого приведена на рис. 2, при однородной толщи отвала, т.е. φ = const, С = const и γ = const, удерживающий момент равен:

$$M_{уд} = \sum N_i \operatorname{tg}\varphi + cL; \qquad (1)$$

вращающий момент:

$$M_{вр} = \sum(\pm H_i), \quad H = P\operatorname{tg}\varphi. \qquad (2)$$

Как видно из приведенных выражений (1) и (2) устойчивость откоса, согласно методу круглоцилиндрических поверхностей, зависит от угла внутреннего трения насыпи – φ и его коэффициента трения tgφ.

При использовании метода горизонтальных сил, основной принцип которого приведен на рис. 3, удерживающий момент равен:

$$M_{уд} = P[\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}(\alpha - \Psi_p)]; \qquad (3)$$

вращающий момент

$$M_{вр} = \sum(\pm H_i). \qquad (4)$$

Как и в предыдущем случае, устойчивость откоса зависит от угла внутреннего трения φ и коэффициента трения tgφ.

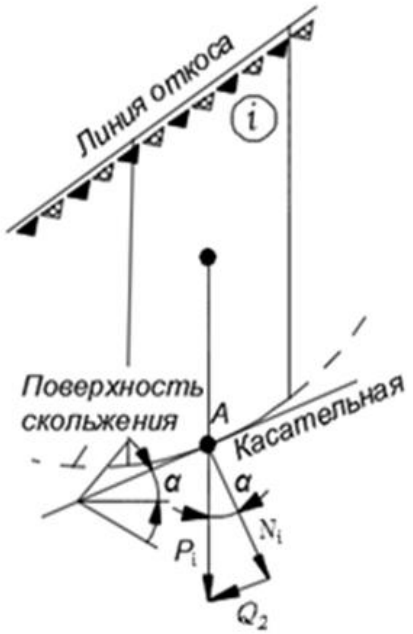


Рис. 2. Расчетная схема по оценке степени устойчивости откоса (длина дуги линии скольжения в пределах расчетного блока *Li*)

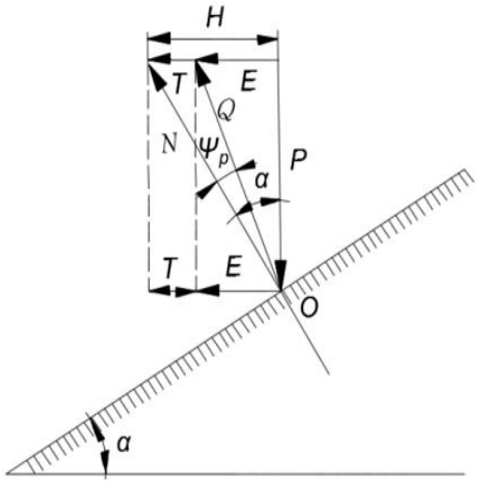


Рис. 3. Основной принцип метода «горизонтальных сил»

Как следует из работ [1, 6, 7], армирование грунтов в насыпях значительно увеличивает их устойчивость и угол откоса. Проведенные нами лабораторные исследования [6] и исследования армированных грунтов, проведенные в Тамбовском государственном техническом университете [7], позволили установить степень увеличения прочностных характеристик мелкого песка при его армировании.

Нами проводились лабораторные

исследования на приборе одноплоскостного сдвига конструкции института «Гидропроект» (рис. 4).

Срез производили при вертикальной нагрузке 0,075; 0,125 и 0,175 МПа.

В качестве армирующего материала использовали: медную и алюминиевую проволоку диаметром 0,2…2,0 мм. Все армирующие элементы располагались перпендикулярно плоскости среза. Процент армирования колебался от 7 до 45 %.

Результаты проведенных лабораторных исследований армированного грунта представлены на рис. 5 и 6.

Рис. 4. Сдвиговый прибор конструкции института Гидропроект»

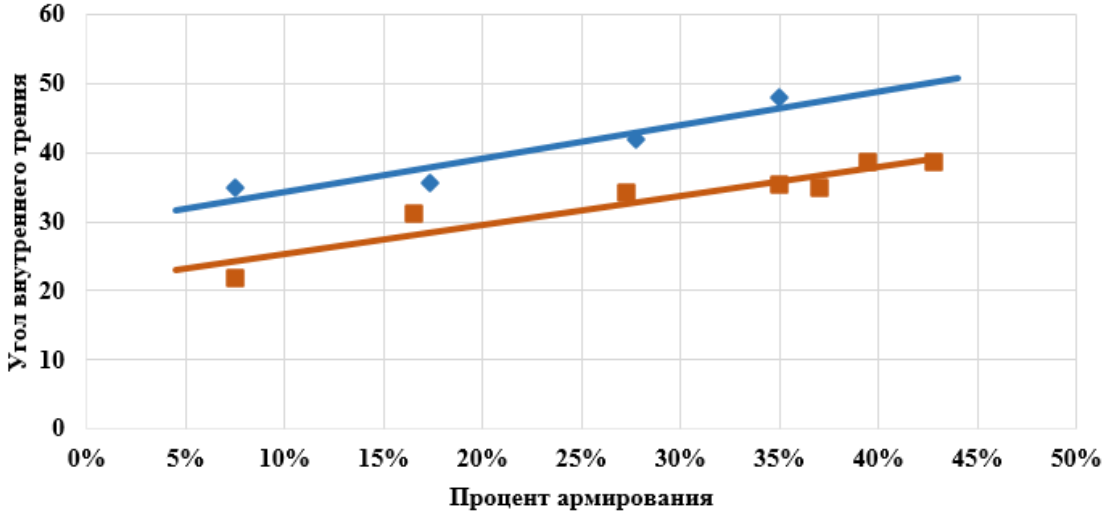


Рис. 5. Зависимость угла внутреннего трения грунтов от процента армирования образца:
— для песка мелкого; — для суглинка (W = 18 %)

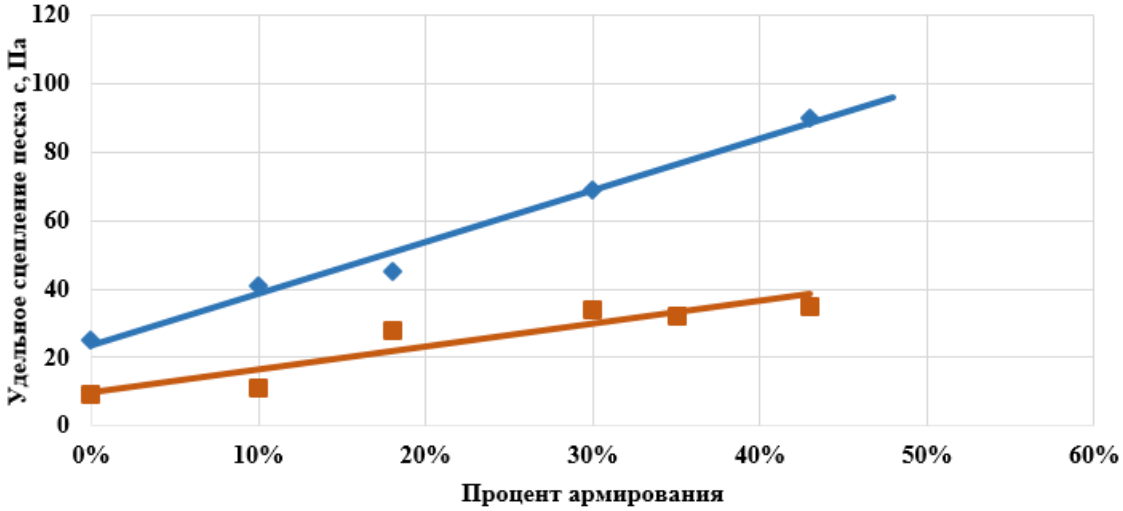


Рис. 6. Зависимость удельного сцепление песка мелкого (—) и суглинка (—) от процента армирования образца грунта

Полученные результаты позволили установить степень увеличения прочностных характеристик песчаного и глинистого грунтов путем его армирования стержнями. Так, при возрастании процента армирования песчаного грунта с 10 до 45 % угол внутреннего трения его увеличивается с 32° до 50° (на 56 %), для глинистого грунта при тех же условиях угол внутреннего трения увеличивается с 22° до 40°, т.е. на 80 %. Удельное сцепление песчаного грунта при увеличении процента армирования возрастает с 9 Па до 35 Па (на 288 %), удельное сцепление глинистого грунта увеличивается с 25 Па до 95 Па (т.е. на 280 %).

Полученные данные показали, что в исследованиях приняты завышенные проценты армирования (до 45 %) и, следовательно, относительное увеличение угла внутреннего трения и сцепления песчаного и глинистого грунтов. Более близкое значение процента армирования откосов принято в работе [7].

Поэтому из вышеприведенных данных и данных, приведенных в работе [7] для расчета устойчивости армированных откосов вскрышных пород, было принято меньшее значение, т.е. увеличение угла внутреннего трения на 28 % − при армировании отдельными стержнями и 51 % – при армировании пластиковыми сетками, согласно [7].

На примере железнодорожного отвала № 2 Лебединского ГОКа легко установить, что средневзвешенное значение угла внутреннего трения пород (грунтов) возрастет с 10,8° до 14° при армировании их отдельными пластиковыми стержнями и до 15,5° при армировании пластиковыми сетками.

Подставляя новые значения коэффициентов трения tgφ в выражение (1) – для метода круглоцилиндрических поверхностей и в выражение (3) – для метода горизонтальных сил, получаем значения безопасного откоса заармированного отвала на 28 % и 51 % больше, чем без арматуры. Это позволяет, кроме того, что увеличить угол откоса, увеличить толщину отсыпаемого уступа и уменьшить шаг уступов.

На рис. 1 показано на профиле IV – IV ориентировочное расположение армированных откосов. Как следует из полученного профиля, объем отвалов увеличивается примерно на 30…35 % по отношению к неармированным откосам. Увеличение объемов отвалов позволяет только на отвале №2 Лебединского ГОКа сократить площадь земельных ресурсов на 0,8…1,0 км^2/год.

Таким образом, полученные результаты лабораторных исследований способа увеличения угла откоса отвалов вскрышных пород на Лебединском ГОКе путем их армирования в процессе отсыпки, позволили сделать следующие выводы:

− армирование откосов сыпучих материалов на отвалах в процессе их отсыпки позволяет увеличить угол откоса как при расчете устойчивости откосов методом криволинейных поверхностей скольжения, так и при расчете методом горизонтальных сил;

− увеличение угла откосов приводит к увеличению объемов откосов на 30…35 % по отношению к неармированным откосам;

− при выборе вида арматуры для откосов предпочтение следует отдавать пластиковым сеткам, т.к. при их применении угол откоса можно увеличить на 51 %, а при применении стержневой арматуры угол откоса увеличивается только на 28 %;

− армирование откосов в отвалах вскрышных пород позволяет сократить отвод земельных ресурсов под отвалы на 0,8…1,0 км^2/год;

− при продолжении исследований в этом направлении, необходимо на опытном участке одного из отвалов Лебединского ГОКа произвести отсыпку вскрышных пород с армированием его пластиковыми сетками с диаметром стержней 5...8 мм и с шагом 100×100 мм в плане и с шагом 0,5…0,7 м по высоте отвала. На протяжении 1..5 лет проводить геодезические наблюдения за осадками этого участка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Томаков П.Н., Коваленко В.С., Михайлов А.М., Калашников А.Т. Экология и охрана природы при открытых горных работах. М.: Издательство Московского государ-ственного горного университета. 1994. 408 с.

2. Джоунс К.Д. Сооружения из армированного грунта. Перевод с английского В.С. Забавина; Под ред. В.Г. Мельника. М.: Стройиздат, 1989. 280 с.

3. Отчет о научно – исследовательской работе №826ЮР «Инженерно – геологическое обоснование безопасных параметров отвалов Лебединского ГОКа, обеспечивающих их устойчивость и увеличение емкости». ОАО «НИИКМА». г. Губкин. 2001. 96 с.

4. Маслов Н.Н. Основы механики грунтов и инженерной геологии. М.: Высшая школа, 1968. 630 с.

5. Отчет о научно – исследовательской работе «Разработка рекомендаций по обеспечению устойчивости, увеличению емкости и использованию под строительство отвалов, формируемых на слабом основании»/ НПО «ВИОГЕМ». № ГР 01900018734 г. Бнлгород 1990. 142 с.

6. Кочерженко В.В., Карякин В.Ф. Лабораторные исследования влияния армирования грунтов на их прочностные характеристики.// Эффективные конструкции и материалы зданий и сооружений: Межвуз. сборник трудов. г. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1999. С. 96–103.

7. Прокин Д.А., Антонов В.М. Исследование прочностных и деформационных характеристик армированных грунтов / Сб. научных трудов Тамбовского государственного технического университета. Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. 80 с.

Информация об авторах
Кочерженко Владимир Васильевич, кандидат технических наук, профессор кафедры строительства и городского хозяйства.
E-mail: vvkpgs1946@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Погорелова Инна Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства.
E-mail: innapogorelova@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Сулейманов Абдулла Гасанович, кандидат технических наук, генеральный директор.
ООО «Спако-Агростройинвест».
E-mail: saq1909@yandex.ru
Адрес: Россия, 308009, Белгород, ул. Разуменская, д. 10.

Коломацкий Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.
E-mail: kolomatskiy@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Кочерженко В.В., Погорелова И.А., Сулейманов А.Г., Коломацкий А.С., 2017

Kocherzhenko V.V., Pogorelova I.A., Suleymanov A.G., Kolomatsky A.S.
DEVELOPMENT AND RESEARCH OF WAY OF REDUCTION OF LOSS OF LAND RESOURCES UNDER DUMPS OF OVERBURDEN OF KMA BY REINFORCING THEIR ESCARPMENTS

There was developed and researched a method of reduction of loss of land resources under dumps of overburden of Kursk Magnetic Anomaly. Reinforcing of escarpments of dumps of overburden by pencil rods and plastic nets allowed to increase angle of escarpment on 51 % and more and greatly reduce diversion of land resources under dumps.

***Keywords**: method, reduction of loss of land resources, soils, overburden, reinforcing of escarpments.*

Information about the authors
Kocherzhenko Vladimir Vasilievich, Ph.D., Professor.
E-mail: vvkpgs1946@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, Kostiukovst. 46.

Pogorelova Inna Aleksandrovna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: innapogorelova@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, Kostiukovst. 46.

Suleymanov Abdulla Gasanovich, Ph.D., general director
E-mail: saq1909@yandex.ru
OOO (Limited Liability Company) «Spako-Agrostroyinvest».
Russia, 308009, Belgorod, Razumenskaya st.10.

Kolomatsky Alexander Sergeevich, Ph.D., Professor.
E-mail: kolomatskiy@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, Kostiukovst. 46.

Received in September 2017
© KocherzhenkoV.V., Pogorelova I.A., Suleymanov A.G., Kolomatsky A.S., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ab28c24b0.04912816

Юрьев А.Г., д-р техн. наук, проф.,
Толбатов А.А., канд. техн. наук, доц.,
Смоляго Н.А., канд. техн. наук, доц.,
Яковлев О.А., доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

РАЦИОНАЛЬНЫЕ СЕЧЕНИЯ БРУСА ПРИ КОСОМ ИЗГИБЕ*

yuriev_ag@mail.ru

Косой изгиб рассматривается как одновременный изгиб бруса моментами Mz и My, для которых оси z и y являются главными центральными осями инерции сечения. Цель работы - выявление рациональных сечений для этого вида деформации при заданном дополнительном условии. Идея заключается в надлежащем «обволакивании» материей силового поля. Способ ее осуществления - рассмотрение изопериметрической задачи, в которой при варьировании параметров поперечного сечения бруса его площадь остается постоянной. Рассмотрены два типа сечения: коробчатое и в форме Z. Из условий минимума функции напряжений выведены уравнения, позволяющие определить варьируемые параметры. Форма Z оказалась намного эффективнее коробчатого профиля: экстремальные напряжения на 25 % меньше. В изопериметрической задаче подбирается материал с расчетным сопротивлением, соответствующим экстремальному напряжению.

Ключевые слова: *косой изгиб, рациональное сечение бруса, экстремальные напряжения, изопериметрическая задача.*

Введение. В отличие от прямого изгиба общий случай изгиба, при котором плоскость действия момента не совпадает с главной осью инерции сечения, называется косым изгибом.

Косой изгиб удобнее всего рассматривать как одновременный изгиб бруса моментами M_z и M_y, для которых оси z и y являются главными центральными осями инерции сечения, а плоскости действия xz и yz – главными плоскостями бруса [1–3].

Основная часть. Зададим момент M на торце бруса в силовой плоскости, составляющей с главной плоскостью xy угол β (рис. 1) и обозначенной следом f – f. Тогда $M_z = M\cos\beta$, $M_y = M\sin\beta$.

Напряжение в точке (z,y) можно определить как алгебраическую сумму напряжений от M_z и M_y [4–10]:

$$\sigma_x = -M\left(\frac{\cos\beta}{I_z}y + \frac{\sin\beta}{I_y}z\right). \qquad (1)$$

Минус введен для согласования знаков между внутренним усилием и напряжением (положительный момент вызывает в точках первого квадранта отрицательные напряжения, то есть напряжения сжатия).

Рассмотрим изопериметрическую задачу (площадь сечения A при неизменяемых размерах B и H задана), заключающуюся в определении сторон b и h внутреннего прямоугольника, которые обеспечивают при заданном расположении силовой плоскости минимум абсолютной величины напряжений в опасных точках сечения и вместе с этим минимальный расход материала [11–13].

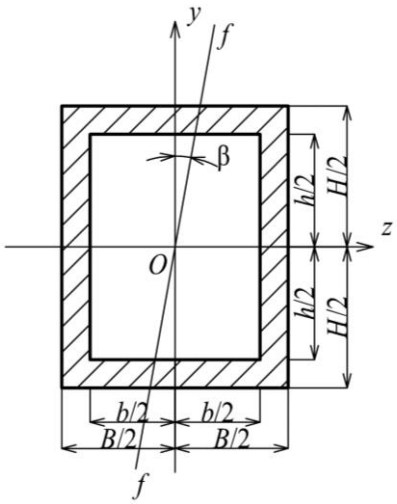


Рис. 1. Коробчатое сечение бруса со следом силовой плоскости f - f

Итак, при $b = kB$ и $h = mH$, получаем дополнительное условие в виде

$$A = BH(1 - km) = c \quad (c = \text{const}). \qquad (2)$$

Функция экстремальных напряжений (при $z = {B}/{2}$, $y = {H}/{2}$, $z = -{B}/{2}$, $y = -{H}/{2}$) с дополнительным условием (2) получает вид:

$$\Phi = \frac{6M}{BH}\left[\frac{\cos\beta}{H(1-km^3)} + \frac{\sin\beta}{B(1-k^3m)}\right] + \lambda[BH(1-km)], \qquad (3)$$

где λ – множитель Лагранжа, имеющий постоянную величину в изопериметрический задаче.

Условия минимума функции (3):

$$\partial\Phi/\partial k = 0, \quad \partial\Phi/\partial m = 0, \quad \partial\Phi/\partial\lambda = 0 \quad (4)$$

представляются в виде следующих уравнений:

$$\frac{6M}{BH}\left[\frac{Hm^3\cos\beta}{H^2(1-km^3)^2} + \frac{3Bk^2m\sin\beta}{B^2(1-k^3m)^2}\right] - BHm\lambda = 0, \quad (5)$$

$$\frac{6M}{BH}\left[\frac{3Hkm^3\cos\beta}{H^2(1-km^3)^2} + \frac{Bk^3\sin\beta}{B^2(1-k^3m)^2}\right] - BHm\lambda = 0, \quad (6)$$

$$BH(1-km) = c. \quad (7)$$

Из уравнений (5) и (7) находим соответственно:

$$\lambda = \frac{6M}{B^2H^2m}\left[\frac{Hm^3\cos\beta}{H^2(1-km^3)^2} + \frac{3Bk^2\mathrm{m}\sin\beta}{B^2(1-k^3m)^2}\right], \quad (8)$$

$$m = \frac{1}{k}\left(1 - \frac{c}{BH}\right). \quad (9)$$

Подставляя выражения λ и m в уравнение (6), получаем синтезирующее уравнение:

$$\frac{\frac{2}{k}\cos\beta(1-\frac{c}{BH})^2}{H\left[1-\frac{1}{k^2}(1-\frac{c}{BH})^3\right]^2} - \frac{2k^3\sin\beta}{B\left[1-k^2\left(1-\frac{c}{BH}\right)\right]^2} = 0. \quad (10)$$

Решение нелинейного уравнения (10) дает величину *k*, а, следовательно, и *b*. После этого из зависимости (9) находим величину *m*, а, следовательно, и *h*.

Доказательством минимума функции Ф служит положительная разность ее значений для сравниваемого варианта в надлежащей окрестности и полученного решения.

В качестве числового примера рассмотрен случай: B = 10 см, H = 20 см, A = 122 см^2, β = 30°. После подстановки этих значений в уравнение (10) и его решения получено значение k = 0,6, а затем по формуле (9) находим m = 0,65. Эти числа показывают, что стороны внутреннего прямоугольника b = 6 см и h = 13 см не составляют единой пропорции со сторонами наружного прямоугольника B = 10 см и H = 20 см соответственно.

Примечательно, что в случаях β = 0 и β = 90°, характерных для плоского изгиба, уравнение (10) выражает ориентацию на сплошное сечение.

В конце XIX века немецкий ученый В. Роукс сформулировал закон «борьбы элементов» в организме, по которому максимум работы осуществляется минимумом материала. Постоянное функциональное раздражение вызывает усиление действующего органа путем повышения поставки вещества. Отсутствие раздражения позволяет перенести вещество в другие органы, где, напротив, налицо повышение раздражения. Этим объясняется способность живых систем адаптироваться к длительным и многократным воздействиям внешних факторов умеренной интенсивности путем как функциональной, так и морфологической перестройки отдельных структур и систем. Таков процесс «обволакивания» материей силового поля [14].

Исследуя косой изгиб бруса, мы убеждаемся в том, что экстремальные напряжения в сечении образуются в квадрантах, в которых расположен след силовой плоскости. Следовательно, в этих квадрантах должно быть и сосредоточение материала.

Указанному требованию удовлетворяет *Z*-овый профиль (рис.2). В литературе по сопротивлению материалов эта идея не нашла отражения, а сам упомянутый профиль рассматривается как образец сложного сечения и не более того.

Рассмотрим аналогичную задачу для этого профиля. Можно варьировать четыре параметра, определяющие конфигурацию сечения, но это значительно усложнит решение задачи. Принципиально важно найти соотношение размеров *b* и *t* частей сечения, определяющих рациональное расположение материала при восприятии косого изгиба.

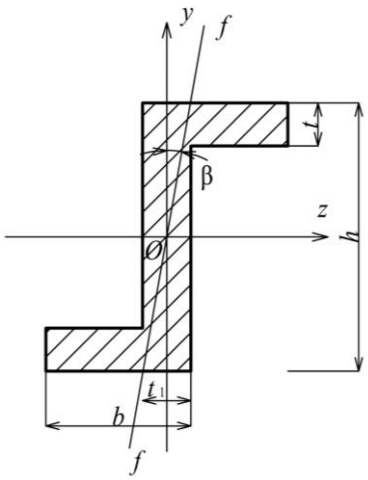


Рис. 2. *Z*-овое сечение бруса со следом силовой плоскости *f* - *f*

Представим геометрические характеристики сечения [15]:

$$A = ht_1 + 2t(b - t_1); \quad (11)$$

$$I_z = \frac{1}{12}[bh^3 - (b - t_1)(h - 2t)^3]; \quad (12)$$

$$I_y = \frac{1}{12}[ht_1^3 + 6tb^2(b - t_1) + 2t(b - t_1)^3]. \quad (13)$$

Дополнительное условие имеет вид:

$$A = ht_1 + 2t(b - t_1) = \mathrm{c} \quad (c = \mathrm{const}). \quad (14)$$

Функция экстремальных напряжений (при $z = b - \frac{t_1}{2}$, $y = \frac{h}{2}$; $z = -(b - \frac{t_1}{2})$, $y = -\frac{h}{2}$) получает вид:

$$\Phi = M\left[\frac{\cos\beta}{I_z}\frac{h}{2} + \frac{\sin\beta}{I_y}\left(b - \frac{t_1}{2}\right)\right] + \lambda[ht_1 + 2t(b - t_1)]. \quad (15)$$

Условия минимума функционала (15):

$$\partial\Phi/\partial b = 0,\ \partial\Phi/\partial t = 0,\ \partial\Phi/\partial\lambda = 0 \quad (16)$$

представляются в виде следующих уравнений:

$$\frac{-6h\cos\beta[h^3-(h-2t)^3]}{[bh^3-(b-t_1)(h-2t)^3]^2} + \frac{12\sin\beta\left\{ht_1^3+6tb^2(b-t_1)-2t(b-t_1)^3-6t(b-\frac{t_1}{2})[b(3b-2t_1)+(b-t_1)^2]\right\}}{\left[ht_1^3+6tb^2(b-t_1)+2t(b-t_1)^3\right]^2} + 2t\lambda = 0, \quad (17)$$

$$-\frac{36h\cos\beta(b-t_1)(h-2t)^2}{[bh^3-(b-t_1)(h-2t)^3]^2} - \frac{12\sin\beta(b-\frac{t_1}{2})\left[(6b^2(b-t_1)+2(b-t_1)^3\right]}{\left[ht_1^3+6tb^2(b-t_1)+2t(b-t_1)^3\right]^2} + 2(b-t_1)\lambda = 0, \quad (18)$$

$$ht_1 + 2t(b - t_1) = c. \quad (19)$$

Получив λ из уравнения (17) и выражение

$$t = \frac{c-ht_1}{2(b-t_1)} \quad (20)$$

из уравнения (19) и подставив их в уравнение (18), приходим к синтезирующему уравнению с неизвестным b (из-за громоздкости не приводится).

В качестве числового примера рассмотрен случай: h = 20 см, A = 122 см^2, β = 30°. После подстановки этих значений в синтезирующее уравнение и его решения получаем размер сечения b = 11,3 см, а затем по формуле (20) – t = 3,5 см.

Экстремальные напряжения, равные по модулю 0,0024M, оказались на 25 % меньше, чем в случае коробчатого сечения (0,0031M) при той же площади поперечного сечения.

Выводы. Из двух сравниваемых сечений – коробчатого и *Z*-ового – последнее при косом изгибе оказывается значительно эффективнее при расчетах на прочность. Можно предположить, что при варьировании четырьмя параметрами сечения можно достичь еще более рационального его варианта. В изопериметрической задаче подбирается материал, расчетное сопротивление которого соответствует экстремальному напряжению.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Timoshenko S. Strength of materials. Elementary theory and problems. Toronto - London - New York: D. van Nostrand Company. 1930. 380 p.

2. Фепль А. Техническая механика. Т. 3. Сопротивление материалов. М.: ОНТИ НКТП СССР. 1937. 334 с.

3. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М.: Наука. 1967. 552 с.

4. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов. М.: Высшая школа. 1995. 360 с.

5. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. М.: ГИФМЛ. 1959. 856 с.

6. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов. М.: Наука. 1986. 560 с.

7. Гастев В.А. Краткий курс сопротивления материалов. М.: ГИФМЛ. 1959. 424 с.

8. Глушков Г.С., Синдеев В.А. Курс сопротивления материалов. М.: Высшая школа. 1965. 768 с.

9. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов. М.: Высшая школа. 1969. 736 с.

10. Хечумов Р.А., Юрьев А.Г., Толбатов А.А. Сопротивление материалов и основы строительной механики. М.: АСВ. 1994. 387 с.

11. Юрьев А.Г. Вариационные постановки задач структурного синтеза // Докл. 5-го нац. конгр. по теор. и прикл. механ. (Болгария). В 2 т. Т. 1. София: Изд-во Болгар. АН. 1985. С. 318-323.

12. Юрьев А.Г. Вариационные принципы строительной механики Белгород. Изд-во БелГТАСМ, 2002. 90 с.

13. Юрьев А.Г. Оптимизация ферм на основе энергетического критерия // Вестник БелГТАСМ. 2002. №2. С. 59–61.

14. Roux W. Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen. Bd 1-2. Leipzig, 1895. 1112 s.

15. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. Киев: Наукова думка, 1988. 736 с.

Информация об авторах

Юрьев Александр Гаврилович, доктор технических наук, профессор кафедры теоретической механики и сопротивления материалов.

E-mail: yuriev_ag@mail.ru.

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

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

Толбатов Анатолий Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и сопротивления материалов.
E-mail: anatolij.tolbatov@mail.ru.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Смоляго Нина Алексеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и сопротивления материалов.
E-mail: NASmolyago@mail.ru.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Яковлев Олег Александрович, доцент кафедры теоретической механики и сопротивления материалов.
E-mail: yak-oleg@yandex.ru.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Юрьев А.Г., Толбатов А.А., Смоляго Н.А., Яковлев О.А., 2017

Yuriev A.G., Tolbatov A.A., Smolyago N.A., Yakovlev O.A.
RATIONAL SECTIONS OF THE BEAM AT THE SKEW BENDING

The skew bending is considered as a simultaneous bending of a beam by the moments of M_z and M_y for which axes z and y are the main axes of gravity of inertia of section. The work purpose – identification of rational sections for this type of deformation at the given side condition. The idea consists in suitable «conformal coating» by matter of a field of force. A way of its exercise - consideration of an isoperimetric task in which at variation of parameters of a transverse section of a beam its area remains to a constant. Two types of section are considered: box-shaped and in a form Z. The equations allowing to determine the varied parameters are brought out of conditions of a minimum of a stress function. The form Z was much more effective than a channel section: extremal stresses are 25 % less. In an isoperimetric task material with the calculated resistance corresponding to extreme tension is selected.

Keywords: *skew bending, rational section of a beam, extremal stress, isoperimetric task.*

Information about the authors
Yuriev Alexander Gavrilovich, Ph.D., Professor.
E-mail: yuriev_ag@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Tolbatov Anatoly Aleksandrovich, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: anatolij.tolbatov @mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Smolyago Nina Alekseevna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: NASmolyago@mail.ru.
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Yakovlev Oleg Aleksandrovich, Assistant professor.
E-mail: yak-oleg@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Yuriev A.G., Tolbatov A.A., Smolyago N.A., Yakovlev O.A., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ab3d95b02.81198888

Горожанкин В.К., ст. преп.,
Лоншаков Д.А., преп.,
Пусный Л.А., ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ЭКСПОЗИЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ*

vk.goro@yandex.ru

Восприятию города и ориентации в городском пространстве посвящена обширная литература при отсутствии соответствующих разделов в композиционной подготовке градостроителей. Этот факт свидетельствует об актуальности темы теории экспозиции и говорит о необходимости содержательных изменений в курсе композиционного моделирования. Город, планировка, ансамбль и другие объекты градостроительного проектирования являются системно - структурными комплексами, которые моделируются проектировщиком как геометрические формы и как семиотические организованности. Языковые формы сопрягаются с проективной морфологией только в предмете экспозиционного моделирования, который связывает в системное единство тему, сценарий восприятия и сюжет взаимодействия характеров в проектируемом пространстве. В статье рассмотрены основные понятия и представления экспозиционного моделирования.

***Ключевые слова**: экспозиция, экспозиционный каркас, вид.*

Актуальность темы, предмет и проблема экспозиции

Термин экспозиция имеет несколько значений, ни одно из которых не отображает в полной мере смысл самого термина в архитектурном и градостроительном аспекте. Наиболее распространённое понимание термина лежит в области музейного-выставочного искусства. Также есть более узкое литературное, морфометрическое, фотографическое и др. понимания. Представляется целесообразным осмысление архитектором-градостроителем проблематики экспозиции посредством синтезирования знаний в этой области из родственных сфер деятельности.

В первую очередь обратимся к семантическому значению: экспозиция происходит от латинского термина expositio – выставление напоказ, изложение. Для градостроителя основная проблематика экспозиции заключена в балансе между статическим "выставлением на показ" и динамическим "изложением" пространства согласно сценарному подходу в архитектуре [6]. Экспозиция в музее – это зрительное выставление на показ, изложение сугубо умозрительное, доступное лишь в "стерильных" заранее продуманных условиях. Степень их продуманности в случае, например, картинной галереи достигает абсолютной проработанности экспозиционного пространства. Пространство города также подлежит осмыслению с точки зрения экспозиции. Его нельзя продумать до такой степени как замкнутое в себе пространство выставки, нельзя запроектировать жёсткую линию повествования как в литературном произведении, где выстраивается уникальный по уровню погружения диалог автора с читателем. Однако в архитектурно-градостроительной экспозиции есть свои плюсы, в том числе включение потребителя (горожанина) в экспозиционный процесс, высокая степень случайных сценариев, масштабность, коллективный характер формирования экспозиции, восприятие города и архитектуры как экспозиции в различных пространственно-временных уровнях. Один и тот же участок города может восприниматься одним человеком по-разному в зависимости от времён года, состояния погоды, его психоэмоционального настроя, степени вовлеченности в процесс и др.

Другими словами, **городское пространство можно условно принять за непрерывно формирующуюся экспозицию.** Учёт и осмысление этих факторов необходим архитектору-градостроителю для формирования взгляда на предмет своей профессиональной деятельности. Проблематика экспозиции по своему философскому смыслу обусловлена детерминизмом компонентов города (природных и рукотворных) и схожа с воззрениями регионалистов и контекстуалистов в архитектуре.

Компоненты городской среды в контексте их осмысления как экспозиции предстают для проектировщика субстанциями для предметного моделирования. Расширение списка каналов организационного воздействия на эти субстанции, будь то пустота между домами – «межпредметное пространство» [8] или расстояние между знаками текста – «пространственная артикуляция» [13], необходимы современному студенту, видящему свою практику в контекстах экистики.

Опыт зарубежных и отечественных мастеров

Развивая идеи будущих поселений, В.Л. Глазычев пришёл к выводу об инцентричном развитии города 90-х, тем самым, обосновал актуальность урбанистической практики [5]. Другими словами, взявшись за выпуск градостроителей, преподаватель обязан дать своему подопечному средства для моделирования городской среды в качестве объекта архитектурного проектирования и средства для организации восприятия архитектурной среды города. Проблема заключена не только в различении средств, моделирующих проектирование и моделирующих восприятие, но и в том, что попытки их отождествления в теории композиции и в теориях восприятия, основанных на положениях гештальтпсихологии, ещё не принесли положительных результатов.

В XX-м веке были сформулированы несколько теорий архитектурного формообразования и формоизменения городских структур [15]. Самой обнадёживающей среди них явилась концепция «образа города» Кельвина Линча [10]. Её основания лежат в теории визуального восприятия [2] и развивают положения гештальтпсихологии [1]. Концепция Линча исходит из изоморфизма структур предмета и нейропсихологического процесса. Создающий предмет проектировщик и воспринимающий предметный образ зритель в равной степени участвуют в процессе образования архитектурных форм. Горожанин, для ориентации в городе, мысленно создаёт «когнитивную карту», оперируя пятью знаками-образами городской среды: веха, путь, район, граница и узел (рис.1). Ограниченная категориальная парадигма когнитивной карты была призвана для успешной связи процессов проектного моделирования и восприятия его результатов, но не оправдала ожиданий: даже продуманные пути и ориентиры не приводят проектировщика к искомой «хорошей форме» [11]. Поэтому, возникали новые теории, которые добавляли понятия, например, «вход» и «порог», увеличивая парадигматический ряд до 7-ми категорий.

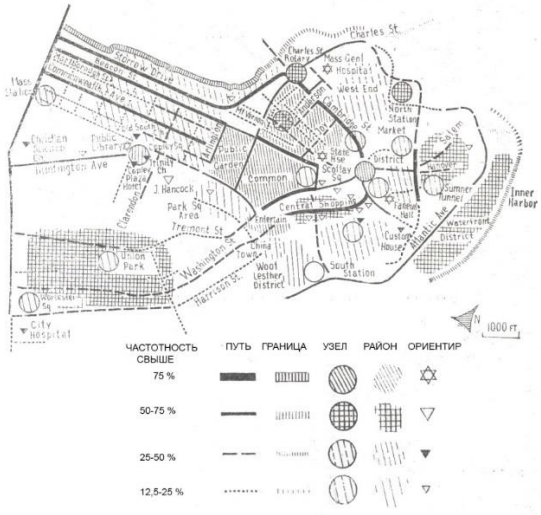


Рис. 1. Образ Бостона, выявленный в устных интервью

Другим направлением поиска в границах теорий визуального мышления явился поиск архитектурной морфологии, всегда совмещающей несколько значений: «мост» является «путём» перехода водной преграды, но и местом ремесленной торговли, местом ночлега и другое (рис. 2).

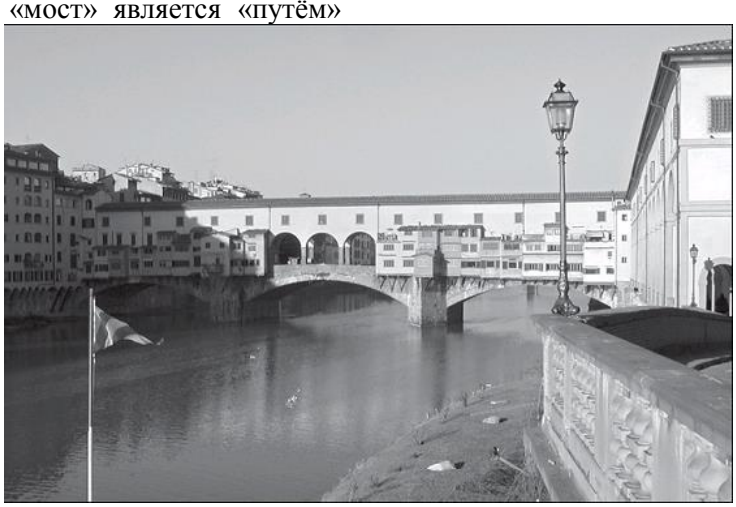


Рис. 2. Совмещение функций в архитектурной форме: «путь» и «узел»

Говоря о «предчувствии» теории экспозиции, нельзя не упомянуть шотландского искусствоведа Генри Хоума, который в 18-м веке говорил о различиях в методах создания регулярного и живописного парков [16]; а также, о «всплеске» исследований метода монтажа у ряда режиссёров. В том числе, при подготовке лекций С. Эйзенштейн однажды демонтировал «статичное изображение» портрета Ермоловой для выявления кода интерактивного движения зрителя, которого Серов поставил на колени перед великой актрисой (рис. 3). Предчувствие организованного художником зрительского восприятия свойственно многим искусствоведческим работам, в том числе, Зигфрид Гидион, бессменный секретарь конгрессов СИАМ, рассказывая о поисках модернизма, обнаружил два направления: «футуризм», воспроизводящий движение формы, и «кубизм», представители которого монтируют аналитические слои увиденного зрителем предмета [4]. За этим проглядывают представления Гидиона о композиционно выстроенной форме, в которой футуризм снимает процесс формообразования в результате; и пространственно-временной форме, изменяющейся во время восприятия и существующей в виде покадровых развёрток.

Первым прорывом к осмысленной экспозиции в ландшафтной архитектуре и в средовом дизайне стала книга Дж. Саймондса «Ландшафт и архитектура» [14]. Он утверждал, что любое пространственное целое возникает лишь тогда, как только обнаруживается логико-тематическая связь между предметными фокусами (рис. 4). Он считал, что архитектор такую связь организует расстановкой проёмов и формой их обрамления, а также текстом модуляции видов вдоль пешеходного маршрута (рис. 5). Однако, в книге Саймондса отсутствует термин «экспозиция».

Авраам Моль, автор книги «теория информации и эстетическое восприятие, нашумевшей в 1966 году, первым попытался «развести» теории композиции и экспозиции, - последнюю Моль назвал теорией формы-развёртки [12].Рубеж 70-х можно считать временем появления теории экспозиции. Директор ЦНИИТИА А. Иконников для нового издания БСЭ в 1966 году пишет статью «архитектура», где впервые появилась дефиниция « искусство организации пространства», а в 1972 в книге «архитектура города» он резюмировал: «образ города возникает из разрозненных впечатлений также естественно, как кинообраз складывается из отдельных кадров» [7].В том же году выходит книга Е.Л. Беляевой «Архитектурно-пространственная среда города как объект зрительного восприятия», где обобщён опыт исследования восприятия городской среды, сформулированы основные понятия экспозиции: зона восприятия, трасса восприятия, время восприятия, структура видового кадра и последовательность видовых кадров [3].

Экспозиционный каркас

Сравнивая рисунки 3 и 6, мы видим принцип демонтажа визуальных кадров – слоёв разных ракурсов, прежде собранных В. Серовым в единое картинное пространство по принципу аппликации; в рисунке 6 мы видим линейный монтаж, понятную картину последовательных изменений в хронологическом времени. Третий вид экспозиционных каркасов – матричный, тематический монтаж, получивший распространение в модернизме, наиболее актуализированный в оптическом искусстве В. Вазарели (рис.8).

Как отмечал Л. Кулешёв, родоначальник всех теорий монтажа, между двумя соседними кадрами (или изображениями) всегда возникает некоторое новое содержание, не присущее каждому из кадров по отдельности [9]. Монтаж всегда связан с темой пространственно-временного движения предмета в визуальном поле (рис. 7).

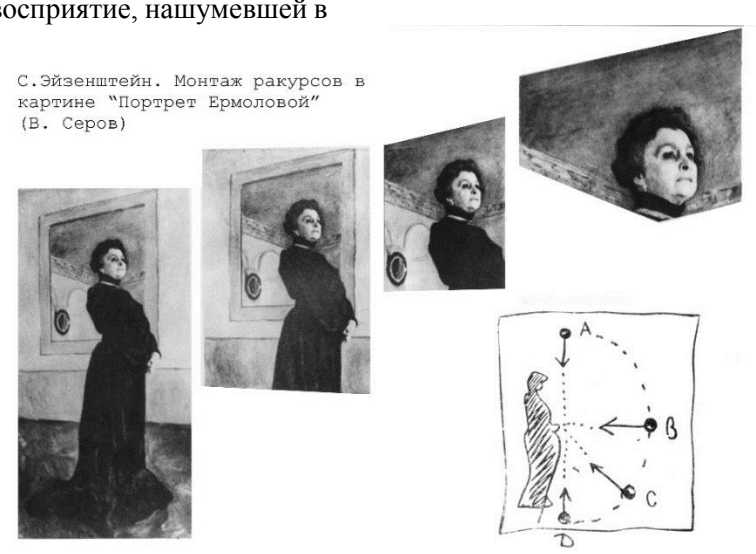


Рис. 3. Демонтаж «ракурсов» в анализе восприятия картины «Портрет Ермоловой» В. Серова

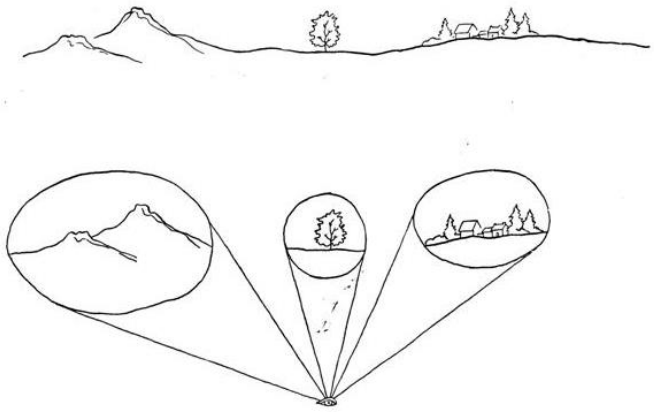


Рис.4. Дж. Саймондс утверждает, что предмет фокусирует восприятие, разделяя пространство

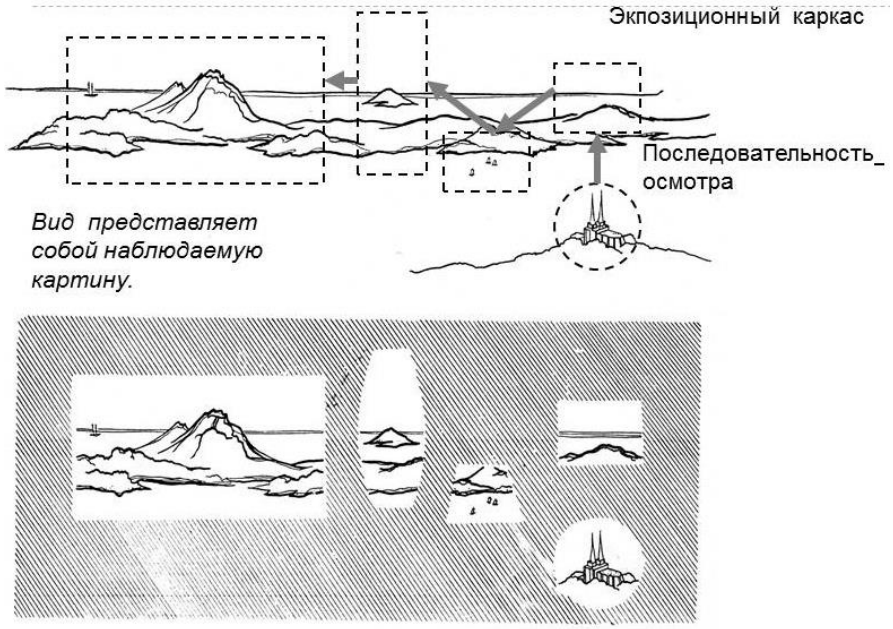


Рис. 5. В тексте Дж. Саймондса скрыто понятие экспозиция

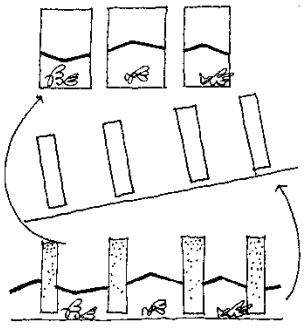


Рис. 6. Тема экспозиции ландшафта в эскизе жилого комплекса у О. Нимейера

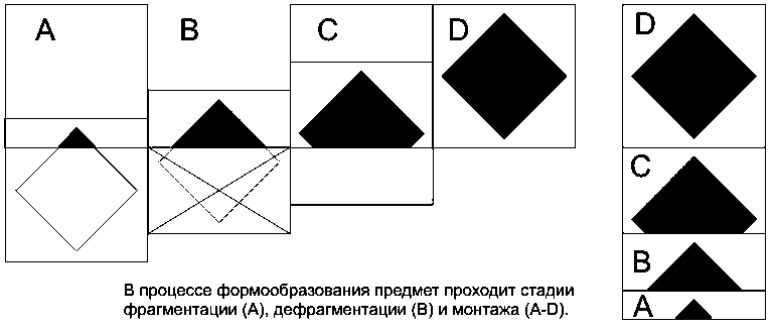


Рис.7. Процедуры формообразования экспозиции: фрагментация (A), дефрагментация (B) и монтаж (A-D)

Заключение.

Экспозиция являет предмет, в котором градостроитель организует многообразные сюжеты поведения горожан в городской среде (ассоциативное мышление, символизация, ориентация и др.). В экспозиционном моделировании сосредоточены: а) представления о принципе перцепции

(точка зрения, направление осмотра, монтаж видов, суперпозиция (рис. 8)); б) представления о характере видов (зона, кадр, слой); в) представления о семантике монтажа видов (тема, символика, сюжет).

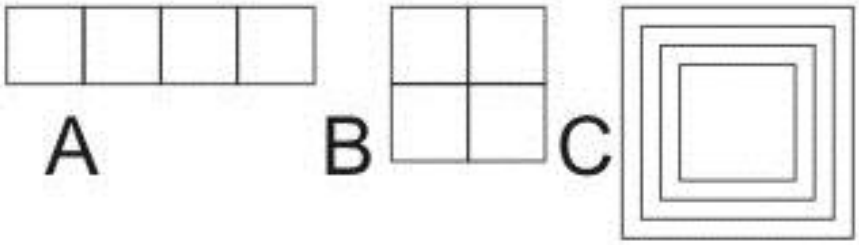


Рис. 8. Основные виды экспозиционных каркасов:
а) линейный – «рассказ», в) матричный – «тема», с) осевой – «суперпозиция»

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арнхейм Р. Динамика архитектурных форм. М.: Стройиздат, 1984. 193 с.

2. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие. М.: Прогресс, 1974. 392 с.

3. Беляева Е.Л. Архитектурно-пространственная среда города как объект зрительного восприятия. М.: Стройиздат, 1977. 127 с.

4. Гидион З. Пространство, время, архитектура. М., Стройиздат, 1975. 568 с.

5. Глазычев В.Л. Урбанистика. М.: Европа, 2008. 220 с.

6. Горожанкин В.К. Сценарии монтажа в композициях модернизма // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова 2016. № 1. С. 13–17.

7. Иконников А.В. Архитектура города. Эстетические проблемы композиции. М., Стройиздат, 1972. 215 с.

8. Кринский В., Ламцов И., Туркус М. Элементы архитектурно-пространственной композиции. М.: Стройиздат, 1968. 168 с.

9. Кулешов Л.В. Уроки кинорежиссуры. М.: ВГИК, 1999. 262 с.

10. Линч К. Образ города. М.: Стройиздат, 1982. 328 с.

11. Линч К. Совершенная форма в градостроительстве. М.: Стройиздат, 1986. 264 с.

12. Моль А. Теория информации и эстетическое восприятие. М.: Мир, 1966. 355 с.

13. Роберт Вентури, Дениз Скотт Браун, Стивен Айзенур. Уроки Лас-Вегаса: забытый символизм архитектурной формы. М.: Стрелка-пресс, 2014. 212 с.

14. Саймондс Дж. Ландшафт и архитектура. М.: Стройиздат, 1965. 190 с.

15. Степанов А.В., Иванова Г.И., Н.Н. Нечаев. Архитектура и психология. М.: Стройиздат, 1993. 296 с.

16. Хоум Г. Основания критики. М.: Искусство, 1977. 616 с.

Информация об авторах

Горожанкин Валентин Константинович, старший преподаватель кафедры архитектуры и градостроительства.
E-mail:vk.goro@yandex.ru.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Лоншаков Данил Александрович, ассистент кафедры архитектуры и градостроительства
E-mail: londanalex@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Пусный Леонид Анатольевич, старший преподаватель кафедры архитектуры и градостроительства.
E-mail: Leonid1969@rambler.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.

© Горожанкин В.К., Лоншаков Д.А., Пусный Л.А., 2017

Gorozhankin V.K., Lonchakov D.A., Pusnyi L.A.

EXPOSURE MODELING

The Perception of and orientation in the urban space is extensive literature in the absence of relevant sections in the composite training of urban planners. This fact indicates the urgency of the theme theory of the exhibition and underlines the need for substantial changes in the rate of compositional modeling. Town planning ensemble and other objects of urban design are system – structural complexes that are modeled by the designer as geometric shapes and as a semiotic discipline. The linguistic forms are matched with the projective morphology only in the subject of the exposure modeling, which connects to the system unity of the subject, the script perception and the plot of the interaction of the characters in the projected space. The article describes the main concepts and ideas exposure modeling.

Keywords: *exhibition, display frame, view.*

Information about the authors

Gorozhankin Valentin Konstantinovich, Senior lecturer.
E-mail:vk.goro@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Lonshakov Danil Aleksandrovich, Research assistant.
E-mail: londanalex@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Pusnyi Leonid Anatolevich, Senior lecturer.
E-mail: Leonid1969@rambler.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017

© Gorozhankin V.K., Lonchakov D.A., Pusnyi L.A., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ab4805a78.94891628

Колесникова Л.И., проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПАМЯТНИК КЛАССИЦИЗМА – ХРАМ УСПЕНИЯ ПРЕСВЯТОЙ БОГОРОДИЦЫ В СЕЛЕ БОЛЬШАЯ ХАЛАНЬ*

arh.lik@yandex.ru

В статье освещается краткая история создания храма в слободе Большая Халань, принадлежавшая княжескому роду Трубецких. История храма в годы советской власти. Описываются объемно-планировочное и объемно-пространственное решение храма, декоративное оформление фасадов и интерьеров, конструктивные особенности. Дается характеристика художественной и архитектурной значимости храма.

Ключевые слова: *храм, четверик, колонный портик, фасад, свод, фриз, карниз, декоративное оформление, объем, планировка, купола.*

Храм Успения Пресвятой Богородицы построен в слободе Большая Халань в 1819 г. тщанием князя Иона Дмитриевича Трубецкого. В XVIII веке слобода принадлежала княжескому роду Трубецких и чаще именовалась слободой Екатерининской. При храме была каменная сторожка, 66 десятин полевой и 6 десятин сенокосной земли. В штате храма числились два священника, один диакон и два псаломщика. В приходе имелись три земских школы. В слободе было ещё две деревянных церкви: Екатерининская и Иоанна Предтечи. Вместо Предтеченской церкви в 1872 г. была построена каменная Покровская церковь (которая не сохранилась до наших дней).

В годы советской власти храм был закрыт, его пытались взорвать, но храм устоял. Разрушены ярусы звонов отдельно стоящей колокольни. В 70-е годы XX века храм был открыт для богослужений и отремонтирован. Колокольня не была восстановлена, внутри храма северная подпружная арка была подперта кирпичным столбом, чтобы не случилось обрушения.

Храм расположен в центре села. Стены и своды кирпичные, снаружи и внутри оштукатуренные. Большой крестово-купольный четырехстолпный, трехапсидный пятиглавый храм. Пространственная композиция отличается четкостью и лаконизмом: массивный квадратный в плане объем с небольшими выступами по центрам фасадов имеет высокие дверные проемы по трем сторонам. Северный, южный и восточный фасады оформлены крупными четырехколонными коринфскими портиками с треугольными фронтонами (капители колонн утрачены), западный вход оформлен шестиколонным коринфским портиком, завершенным треугольным фронтоном.

Объем храма венчают тяжелые цилиндрические барабаны на низких четырехгранных основаниях со ступенчатыми аттиками и пологими куполами; простенки барабанов декорированы спаренными полуколоннами первоначально с ионическими капителями (капители утрачены); купола завершены небольшими глухими цилиндрами глав с яблоками и крестами. При этом большой центральный барабан господствует над меньшими угловыми, что еще более подчеркивает массивность завершения. Композицию первоначально обогащала отдельно стоящая трехъярусная колокольня (верхние ярусы колокольни были разрушены).

Рис. 1. Общий вид храма Успения Пресвятой Богородицы

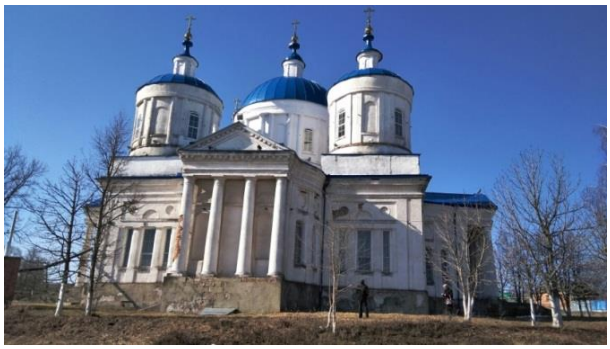


Рис. 2. Северный фасад храма. Успения Пресвятой Богородицы

Рис. 3. Общий вид храма с отдельно стоящей колокольней (до разрушения). Архивное фото

Рис. 4. Фрагмент фасада. Архивное фото

Фасады храма первоначально были пышно украшены классическим декором, создававшим праздничный нарядный образ: стены храма и антаблементы портиков были декорированы триглифами и метопами, профилированные карнизы зубчиками и сухариками, которые частично сохранились на фасадах.

Расположенные по углам фасадов трехчастные окна помещены в плоские ниши над ними прямоугольные ниши, обрамленные рамочными наличниками, оформленные: в центре полуокружностью над центральным окном (можно предположить, что это продолжение окна, которое было заложено), по бокам от нее перспективные круглые ниши с розетками. Выступающие по фасадам объемы, имеющие закругления по бокам, прорезаны лучковыми окнами, декорированные перспективными круглыми нишами с розетками.

Пространственно-планировочная структура здания сохранила первоначальную четырехстолпную крестово-купольную планировку. Просторный интерьер храма разделен четырьмя мощными пилонами с арками между ними на девять пространственных ячеек. Все помещения храма: алтарь, храмовая часть, трапезная, притвор сообщаются между собой через арочные проемы. Более высокая центральная часть завершена циркульным сводом на световом барабане, опирающимся на подпружные арки. Над угловыми ячейками поставлены меньшие световые барабаны со сводчатыми перекрытиями, благодаря чему эти ячейки также приобретают вертикальное развитие пространства. Ветви креста перекрыты коробовыми сводами с перпендикулярными их осям распалубками над подпружными арками. Гладкие, окрашенные стены имеют штукатурные карнизы простых профилей с сухариками. На стенах частично и куполах световых барабанов сохранились росписи: фигуры святых, апостолов, полуфигуры евангелистов на парусах и росписи на библейские сюжеты.

В храме Успения Пресвятой Богородицы три престола: в честь Успения Пресвятой Богородицы, во имя Святителя Чудотворца Николая и во имя великомученицы Екатерины.

В процессе эксплуатации храма внутри были поставлены перегородки, и созданы небольшие помещения хозяйственного и технического назначения.

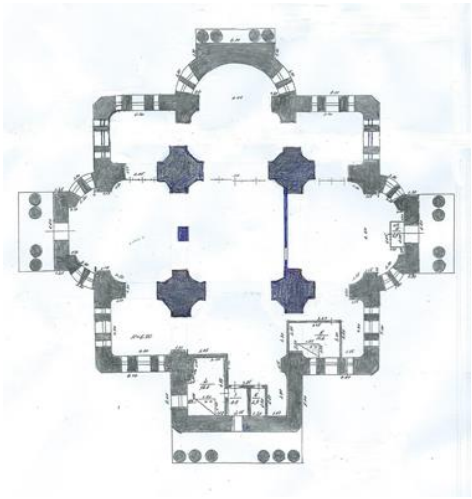
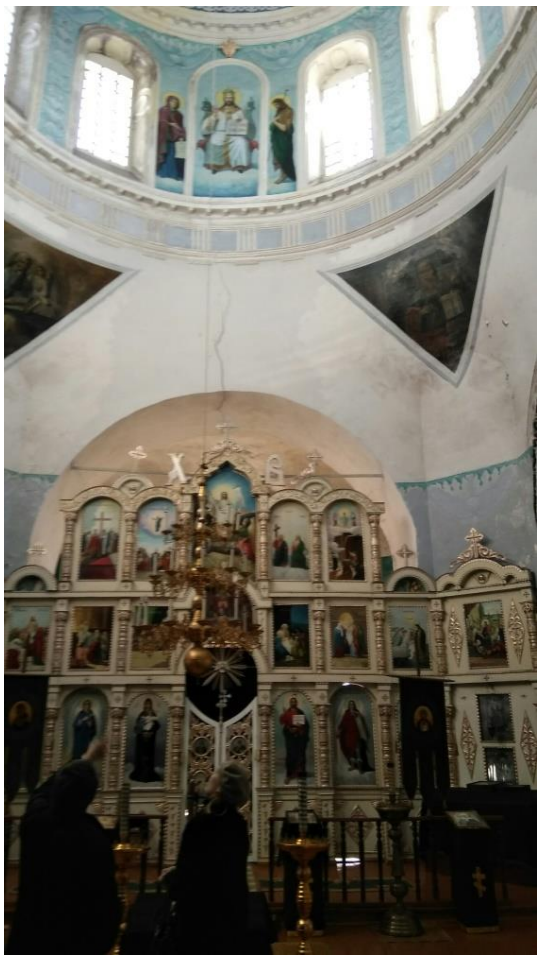


Рис. 5. План храма

Рис. 6. Центральный купол



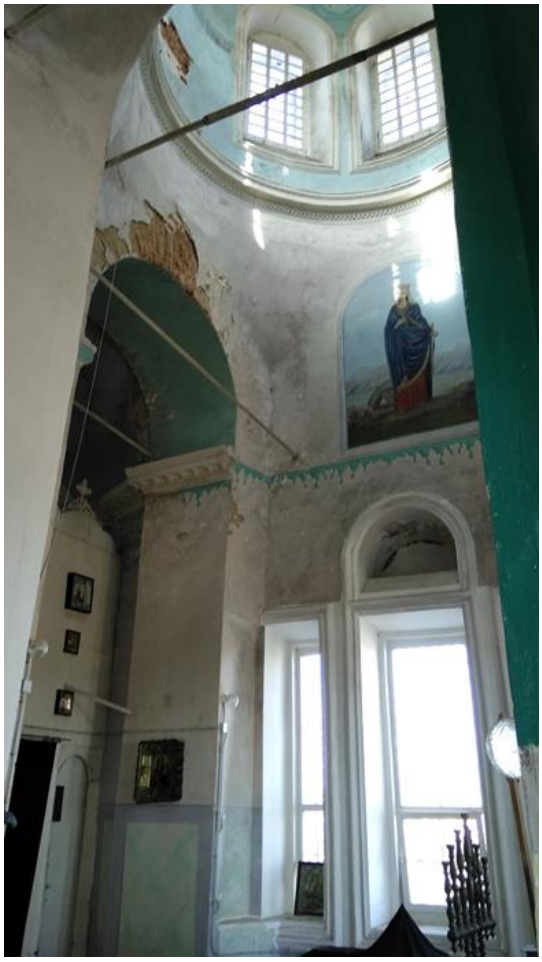


Рис. 7. Фрагменты интерьера храма: угловая ячейка со световым барабаном (слева) и храмовый иконостас (справа**)**

Храм Успения Пресвятой Богородицы один из значительных в области памятников классицизма с торжественно строгими и подчеркнуто монументальными архитектурными формами.

В настоящее время техническое состояние конструкций, фасадного декора и интерьеров храма находятся в неудовлетворительном состоянии. Храм давно нуждается в ремонтно-реставрационных работах, подготовка к которым ведется в настоящее время.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белгородская энциклопедия. Белгород. 2000, 431 с.

2. Потапов В.В. Короча. События и люди. Белгород, 2007. 17 с.

3. Колесникова Л.И. Православное церковное зодчество Белгородской области. Белгород. 1997, 147 с.

4. Колесникова Л.И. Проект «Предмет охраны храма Успения Пресвятой Богородицы». Архивные материалы управления государственной охраны Белгородской области. 2017, 25 с.

Информация об авторах
Колесникова Людмила Ильинична, Заслуженный архитектор РФ, профессор кафедры архитектура и градостроительство.
E-mail: arh.lik@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Колесникова Л.И., 2017

Kolesnikova L.I.

MONUMENT OF CLASSICISM-TEMPLE OF THE ASSUMPTION OF THE BLESSED VIRGIN IN THE VILLAGE OF HALAN BIG

The article covers a brief history of the creation of the Temple in Sloboda Halan belonging to Large princely family of Trubetskoy. The history of the Church in the years of Soviet power. Describes the space-planning and volumetric-spatial solution of the temple decoration of facades and interiors, design features. Describes the artistic and architectural importance of the temple.

Keywords: *Church, four-columned portico, facade, Arch, frieze, cornice, decorative design, size, layout, dome.*

Information about the authors
Kolesnikova Lyudmila Ilyinichna, Professor.
E-mail: arh.lik@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Kolesnikova L.I., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ab4e9ebe7.66284113

Перькова М.В., канд. арх., доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ*

karanna1@mail.ru

В ходе исследований была изучена динамика развития и преемственности культурно-исторических ландшафтов Белгородской области в конце XVI-начале XXI века. Даны сравнительные характеристики природных и антропогенных преобразований элементов ландшафта в исторической динамике, представлена типология ландшафтов Белгородской области. В результате исследования автором предложены типы антропогенных преобразований ландшафтов.

Ключевые слова: *природный ландшафт, культурно-исторический ландшафт, Белгородская область, физическая устойчивость территории, типы ландшафтов.*

В конце 20 века одной из важнейших проблем как в России, так и за рубежом становится развитие регионов. Европейские политики считают, что пространственное планирование может внести свой вклад в достижение социального согласия в обществе, способствуя сбалансированному развитию всех европейских регионов, укреплению демократических структур и повышению международной конкурентоспособности Европы. Россия на сегодняшний день тоже переживает процесс, который можно назвать новой региональной самоидентификацией. Процессы регионализации должны быть направлены на сохранение местного своеобразия, уникальности культурных особенностей и традиций и социально-экономического развития территорий [4]. Суть регионализации в том, чтобы понять смысл и содержание места, оценить, как оно трансформировалось во времени и чем живет сейчас, сохранить его своеобразие при реализации федеральных и региональных программ и стратегий. Следовательно, современные научные исследования должны быть направлены на изучение культурно-исторического процесса, а региональное территориальное планирование должно основываться на природный ландшафт, преемственность и формирование благоприятной среды жизнедеятельности. Запечатленную на земле память культуры передает понятие исторического ландшафта (книга про ландшафт). Ландшафт несет не только историко-географическую информацию, но представляет органичное сочетание элементов природы с произведениями человеческой мысли и труда, заслуживает всестороннего изучения и осмысления как в географической, так и в архитектурно-градостроительной науке. В связи с повсеместным разрушением исторической градостроительной среды, возрастает актуальность проблемы перерождения ландшафтов, которая связана с процессом перехода от внешних деформаций к внутреннему онтогенезу в сопровождении нового культурного наполнения пространства [18].

Следовательно, при определении перспектив развития той или иной территории представляется важным изучить особенности развития и преемственности исторического ландшафта, его ценности и уникальности, взаимозависимости и взаимовлияния особенностей природного и историко-культурного своеобразия, социально-экономического развития соответственно особенностям места проживания [3]. Важную роль при этом играет устойчивость - способность ландшафта возвращаться к исходному соотношению компонентов при внешнем воздействии. Предполагается, что развитие исторического ландшафта происходит на каждом этапе расселения под влиянием исходных компонентов и последующих исторических перемен в результате человеческой деятельности на территории.

В результате исследования генезиса природных и антропогенных изменений обитаемого пространства в современных административных границах Белгородской области за трехсотлетний период (с момента освоения «Дикого поля» с целью защиты южных рубежей государства) была изучена динамика формирования исторического ландшафта, изучение особенностей развития и преемственности антропогенного ландшафта [1, 2, 5, 6, 7, 10, 17].

В конце XVI в. территория Белгородчины представляла собой лесостепь. Леса занимали почти половину территории области, преобладали дубравы (48 %). Протяженность отдельных лесных массивов составляла десятки километров. В 17 веке в процессе строительства Белгородской засечной черты лесные массивы использовались для сооружения крепостных стен и башен. Интенсивная вырубка лесов под пашни в 18-19 веках привела к сокращению лесных массивов в 4 раза и сокращению речной сети на 40 % (2,16,17).

Относительная стабилизация ситуации произошла в 20 веке. Можно отметить нулевые изменения лесистости, площадь лесов на уровне 9 % от общей площади Белгородской области. Существует пространственно-временная неоднородность деградация речной сети. Масштабному исчезновению подверглись водотоки длиной менее 10 км. На востоке Белгородской области потери гидросети происходят интенсивнее, чем в его центральной и западной частях. В последние годы происходит также ухудшение качественного состояния подземных вод в результате антропогенной нагрузки на окружающую среду и техногенной трансформации геологической среды [20]. В результате исходный природный каркас на притяжении 300 лет антропогенной деятельности человека претерпел значительные структурные изменения (рис. 1, 2).

1. Лесистость Белгородской области территории в разные исторические периоды (по [1,6])	2.Речная сеть Белгородской области в разные исторические периоды (по [2,13,14,15, 17])	3.Заовраженность территории Белгородской области в разные исторические периоды (Перькова М.В., Букин А.) [7]

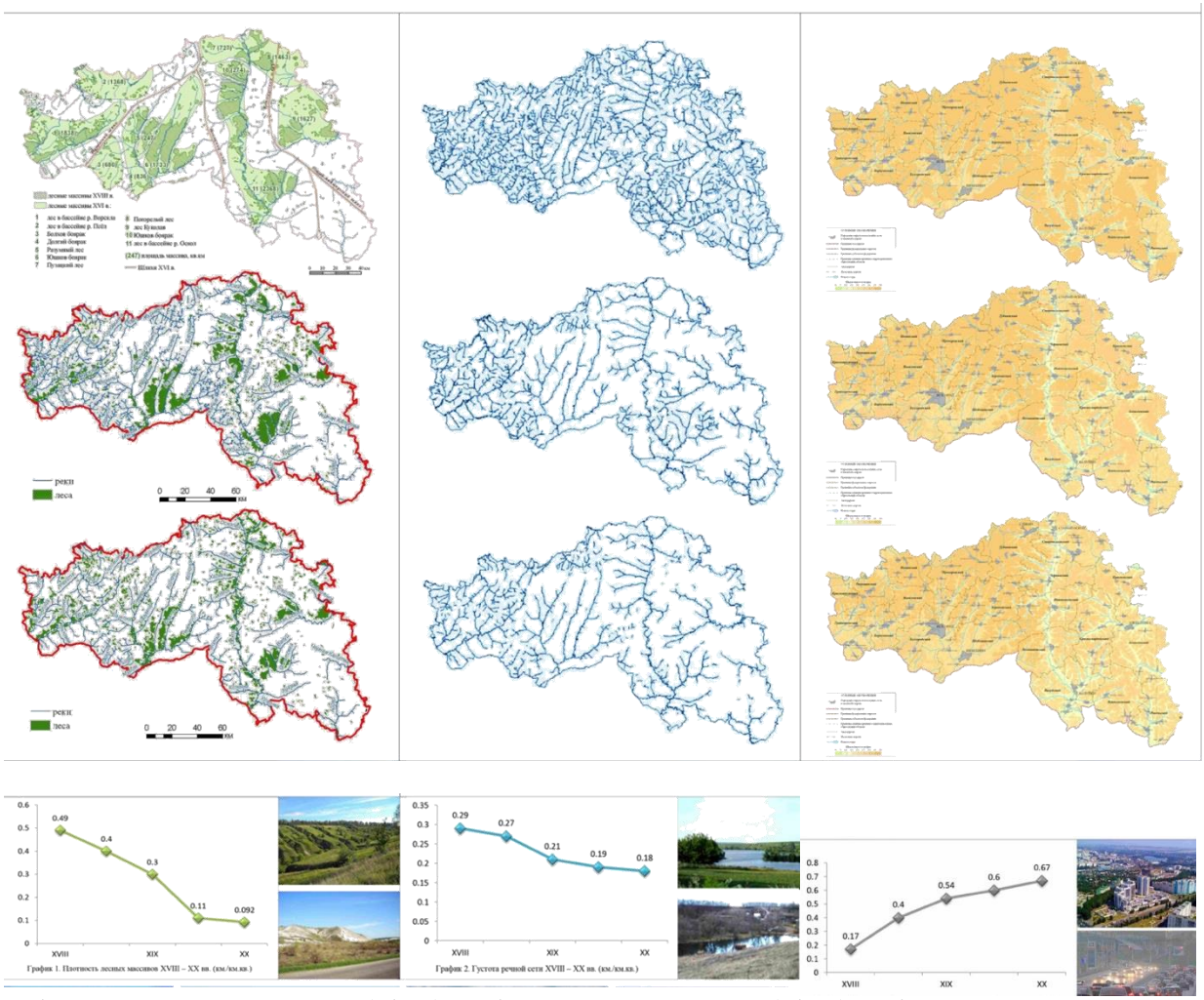


График 1.Плотность лесных массивов XVIII-XX вв. (км/км.кв.) График 2. Густота речной сети XVIII-XX вв. (км/км.кв.) График 3. Уровень урбанизированности территорий Белгородской области XVIII-XX вв.

Рис.1. Динамика изменений природного каркаса на территории Белгородской области

4.Распределение пахотных земель на территории Белгородской области в разные исторические периоды (Перькова М.В., Букин А.по[2,5,17])	5.Плотность транспортной сети на территории Белгородской области в разные исторические периоды (Перькова М.В., Трибунцева К.М. [11])	6.Распределение населенных пунктов на территории Белгородской области в разные исторические периоды [2].

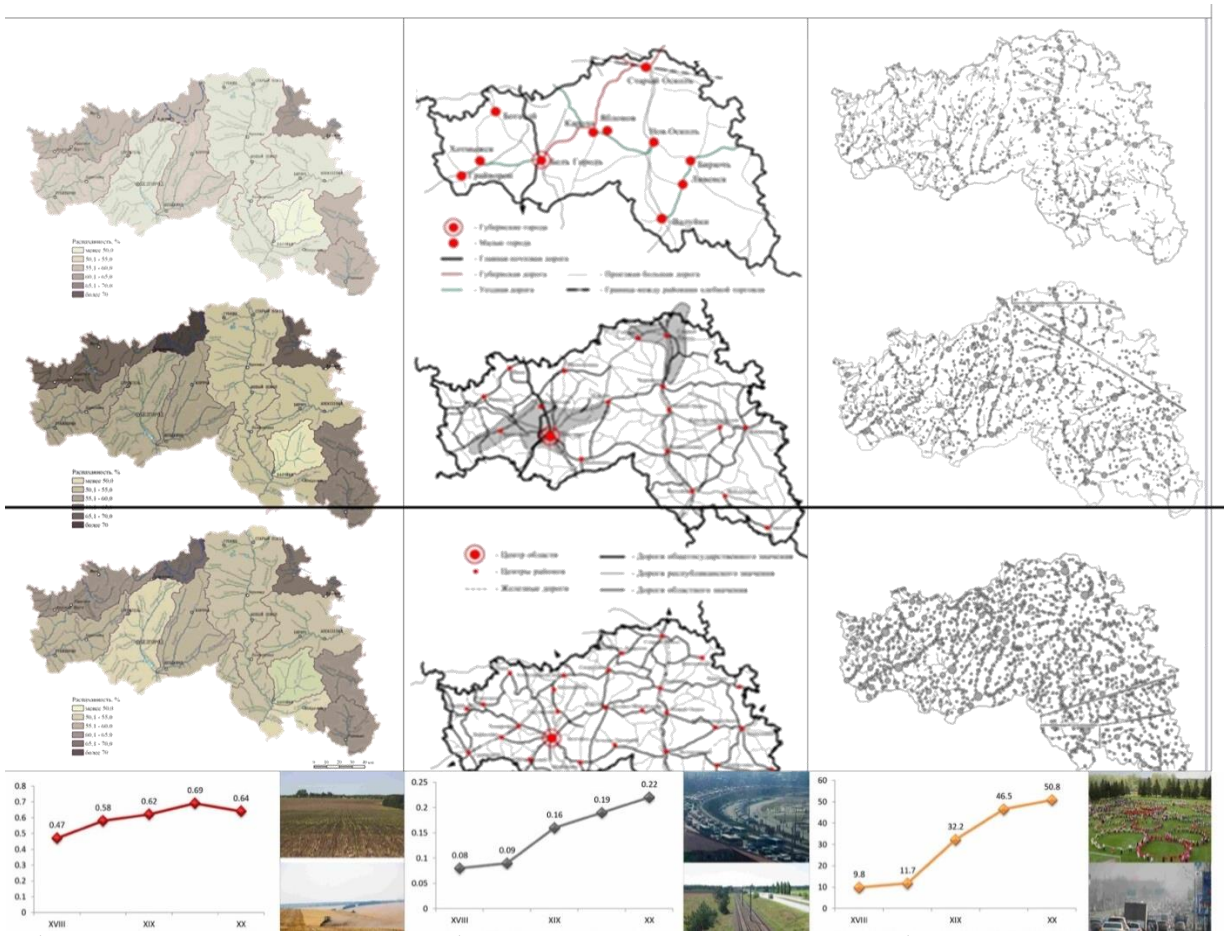


График 4.Плотность лесных массивов XVIII-XX вв. График 5. Густота речной сети XVIII-XX вв. График 6. Уровень урбанизированности территорий Белгородской области XVIII-XX вв.

Рис.2. Динамика процессов урбанизации на территории Белгородской области

Согласно типологии, принятой в Руководящих указаниях по применению Конвенции о всемирном наследии (2002 г.) на территории Белгородской области автором выделены следующие типы ландшафтов:

1. Реликтовые («ископаемые») ландшафты – ландшафты, остановившиеся в своем развитии, сохраняющие инерционно внешние формы и структуры. Это территория государственного природного заказника «Бекарюковский бор», который расположен рядом с селом Маломихайловка (до революции – Бекарюковка) в Шебекинском районе Белгородской области. Сосны сохранились со времен третичного периода и растут на меловых склонах крутизной 42 градуса на высоте 70–100 м над долиной реки Нежеголь [8, 12]. Также на участке «Стенки-Изгорья» заповедника "Белогорье" (Ново-Оскольский район) также сохранилось 7 деревьев сосны меловой в возрасте 120-190 лет в составе сложного бора. Сосна имеет уникальную генетическую природу, является реликтом мелового периода, нуждается в охране как часть природного богатства и необходимого компонента ее биоразнообразия.

2. Культурные ландшафты различаются по типам исторической деятельности, определяют специфические социокультурные особенности ландшафта и представлены:

- *Сельским (сельскохозяйственная деятельность).* Резкое увеличение площади пахотных земель в 18–19 веках привело к заиления малых рек и запуску процессов оврагообразования. Особенно заметное снижение длины и густоты рек наблюдалось в бассейне Дона – в центральной и восточной частях изучаемой территории (длина речной сети уменьшилась на 29,6ь %). Интенсивная урбанизация территории и природ-

ные особенности (склоновый тип рельефа, распространение лёссовидных суглинков, ливневый характер осадков) способствовали тому, что эрозийные процессы стали доминирующими среди экзогенных геологических процессов. В результате эрозийные формы (овражно-балочный ландшафт) распространены по все территории области. Замена растительного покрова на культурные растения на сельскохозяйственных угодьях и пастбища для выпаса скота способствует увеличению темпов эрозии и смыва плодородного грунта на порядок величины [2]. Одновременно с размывом происходит транспортировка минеральных масс и их аккумуляция. В большей степени описанные процессы характерны для восточных и юго-восточных районов области: Красногвардейский, Алексеевский, Валуйский, Ровеньской и Новооскольский (до 60–73 % занимают эродированные земли) (по В.И. Петиной, Н.И. Гайворонской).

- *Селитебным.* Структурные изменения произошли на территории поселений. Анализ картосхем распределения всех населенных пунктов на территории области в исторической динамике (XVIII–XX вв.) свидетельствует о закономерном увеличении во времени их количества, площади застройки, плотности структуры. В начальный период освоения территории (16 век) большинство населенных пунктов располагались вдоль русел рек, начала формироваться широтная система расселения как линия защиты южных рубежей государства, затем населенные пункты стали распределятся относительно равномерно по всей территории Белгородской области (до конца XIX в.). К концу XX века северная и западная часть области становится максимально насыщенной населенными пунктами (11 крупных населенных пунктов – узлов – площадью от 15 км^2) и устойчивыми связями между ними. На сегодняшний день территория представляет собой средне и высокоурбанизированную среду с высокой плотностью населенных пунктов, развитой многоотраслевой экономикой, основанной на активном использовании природного своеобразия территории.

- *Рекреационным.* Включает территории с различной рекреационной нагрузкой. Так как на территории Белгородской области есть только малые реки. Функциональная специализации территорий отдыха и туризма включает лечебную рекреацию, ландшафтно-рекреационные территории, территории детского отдыха, территории объектов временного размещения людей, имеющие отношение к культурно-познавательному туризму, места событийного туризма, территории сельского туризма [19].

- *Промысловым.* Во второй половине XVIII века наблюдается резкий рост промышленности. В губернии росло число ремесленников, мастеровых, занимавшихся промыслами (кожевенно-скорняжный, деревообрабатывающий, гончарно-керамический (бытовая керамика, игрушка, производство кирпича), пенькопрядильный, слесарно-кузнечный). Наиболее крупными ремесленными центрами были Белгородский, Грайворонский, Старооскольский, Бирючанский, Новооскольский, Корочанский уезды.

- *Историческим индустриальным.* В XIX в. начинается добыча железной руды и открываются сталелитейные заводы. К этому времени территория области становится экономически выгодной для инвестиций и происходит процесс тотальной урбанизации региона. Деятельность по добыче железной руды на протяжении почти двух веков по характеру своего воздействия на компоненты окружающей природной среды является одним из наиболее масштабных и долговременных и характеризуется техногенной трансформацией компонентов окружающей среды, формированием карьерно-отвальных ландшафтов как техногенных ландшафтно-геохимических систем (ссылка на географов). Вблизи горнодобывающих карьеров значительно загрязнен атмосферный воздух. Содержащиеся в нем вещества переносятся на значительные расстояния, вызывая повторное загрязнение поверхностных вод и почв, приводят к деградации растительности, негативно сказываются на здоровье людей и ведут к распространению средовых болезней.

- *Заповедным.* Сохранение естественной информативности ландшафта и ведение научно-исследовательских работ в этой области возможно на территориях заповедников, заказников и особо охраняемых территорий Белгородской области. Это заповедник «Белогорье», представленный пятью участками, Хотмыжский и Ровеньской (5 участков) региональные природные парки, 2 комплексных заказника, 20 ботанических заказников, один гидрологический заказники и 1 зоологический заказник, 22 памятника природы.

- *Мемориальным.* Представлен многочисленными мемориалами, посвященными второй мировой войне, в том числе два крупных мемориальных комплекса «Прохороское поле» и «Курская битва».

В результате исследования автором предложены типы антропогенных преобразований ландшафтов на начало 21 века. *Первый тип* – аутентичные ландшафты, остановившиеся в своем развитии (реликтовый). *Второй тип* характеризуется небольшими деформациями природного

каркаса (культурный заповедный, рекреационный). *Третий тип* отражает коренные изменения структуры природного каркаса (частично культурный селитебный, сельский). *Четвертый тип* отображает проблему перерождения природных ландшафтов (исторический индустриальный, частично селитебный на территориях крупных городов).

Таким образом, под влиянием урбанизации происходит комплекс экзогеодинамических процессов, нарушающих физическую устойчивость территории [3]. В условиях высокой антропогенной нагрузки происходит изменение естественных биогеоценотических связей и отчетливо просматривается закономерный процесс, характеризующийся взаимозависимостью и взаимовлиянием природно-ресурсного потенциала и социально-экономического развития в их пространственном измерении. Переход от внешних деформаций к внутреннему онтогенезу сопровождается новым культурным наполнением пространства. Морфологические элементы культурного ландшафта (населенные пункты, участки сельскохозяйственных угодий, искусственные лесонасаждения, искусственные водоемы) встречаются среди «природного» ландшафта, меняют качественно в той или иной степени его структуру. С увеличением количества элементов природного ландшафта, которые подверглись изменению людьми, возрастает степень необратимости нового культурного ландшафта, или элементов, существующих на границе распространения.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области; редкол.: Лисецкий Ф.Н. (отв. ред.), Пересадько В.А., Лукин С.В., Петин А.Н. Белгород: Белгор. гос ун-т, 2005. 180 с.

2. Белеванцев В.Г., Чендев Ю.Г. Картографический анализ социальных и природных явлений на территории Белгородской области в XVIII, XIX И XX вв. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL:http://dspace.bsu.edu.ru/bitstream/123456789/14163/1/ Belebantsev_Kartograficheskiy_15

3. Большаков А.Г. Градостроительная организация ландшафта как фактор устойчивого развития территории: дис.... канд. архитектуры. Иркутск. 2003 г., 424 с.

4. Градостроительная доктрина Российской Федерации. Коллектив. авторов под рук. Г.В. Есаулова. М., 2014. 24 с.

5. Докучаев В.В. Русский чернозем. СПб., 1883. 376 с.

6. Дегтярь А. В., Григорьева О. И., Татаринцев Р. Ю. Экология Белогорья в цифрах. Белгород: КОНСТАНТА, 2016. 122 с.

7. Нечетова Ю.В., Нарожняя А.Г. Изучение овражно-балочной сети Белгородской области с применением ГИС-технологий // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2010. № 11 (71). С. 96–100.

8. Об утверждении схемы территориального планирования Белгородской области: постановление Правительства Белгородской области от 31.010.11 г. № 399-пп) // Справочная правовая система «Консультант Плюс».

9. Об утверждении стратегии социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года: постановление Правительства Белгородской области от 25.01.2010 № 27-пп // Справочная правовая система «Гарант». Разд. «Акты органов власти».

10.Петин А.Н. Эколого-геоморфологический анализ экзоморфогенеза в бассейнах рек Белгородской области // Эколого-географические исследования в речных бассейнах. Воронеж: ВГПУ, 2001. С. 182–184.

11.Перькова М.В., Трибунцева К.М. Возникновение и развитие малых городов Белгородской области. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016.144 с.

12.Мильков Ф.Н. Проблема реликтов на Среднерусской возвышенности // Поосколье. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1980. С. 38–57.

13.РГАДА. Межевое хранение. Фонд 1356, опись 1. Ед.хр. 1780 с.

14.РГАДА. Межевое хранение. Фонд 1356, опись 1. Ед.хр. 1783 с.

15.РГАДА. Межевое хранение. Фонд 1356, опись 1. Ед.хр. 1785.

16.Лисецкий Ф.Н., Дегтярь А.В., Буряк Ж.А. Реки и водные объекты Белогорья: по д ред. Ф.Н. Лисецкого; ВОО «Рус. геогр. Изд-во НИУ «БелГУ». Белгород: КОНСТАНТА, 2015. 362 с.

17.Чендев Ю.Г. Природные комплексы докультурного периода (XVI век) //Атлас «Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области». Белгород, 2005. С. 18–19.

18.Смолицкая Т.А., Король Т.О., Голубева Е.И. Городской культурный ландшафт. Традиции и современные тенденции развития. Под ред. Т.А. Смолицкой. Изд-во стереотип. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016. 272с.

19.Крушельницкая Е.И., Перькова М.В. Становление и развитие архитектурно-планировочной организации туристско-рекреационных территорий. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 142с.

20.Петин А.Н., Лебедева М.Г., Крымская О.В. Анализ и оценка качества поверхностных вод. Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. 252 с.

Информация об авторах
Перькова Маргарита Викторовна, кандидат архитектуры, доцент, заведующий кафедрой архитектуры и градостроительства.
E-mail: perkova.margo@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Перькова М.В., 2017

Perkova M.V.

PECULIARITIES OF CULTURAL AND HISTORICAL LANDSCAPES OF THE BELGOROD REGION

The article examines the dynamics of development and continuity of the cultural and historical lanPh.D.apes of the Belgorod region in the late 16th-early 21st century. Comparative characteristics of natural and anthropogenic transformations of lanPh.D.ape elements in historical dynamics are given, typology of lanPh.D.apes of the Belgorod region is presented. As a result of the research, the author suggests types of anthropogenic transformations of lanPh.D.apes.

Keywords: *natural lanPh.D.ape, cultural and historical lanPh.D.ape, Belgorod region, physical stability of the territory, types of lanPh.D.apes.*

Information about the authors
Perkova Margarita Victorovna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: perkova.margo@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Perkova M.V., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ab5b736a5.52602351

Лебедев В.М., канд. техн. наук, доц.,
Ломтев И.А., аспирант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПРОЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ

lebedev.lebedev.v.m@yandex.ru

Рассмотрены показатели, определяющие уровень технологичности, направление повышения качества проектной документации, которое позволяет сократить сроки выполнения проектных работ. Для оценки и описания технологичности в строительстве (реконструкции) рассмотрены монтажная, строительная и комплексная технологичность.

Ключевые слова: *технологичность, организационно-технологическая надежность, проектирование, системотехника строительства, проектирование, строительство, реконструкция.*

По определению А.А. Гусакова: «Технологичность проектов представляет собой совокупность технических свойств объемно-планировочных и конструктивных решений строительных объектов, характеризующих их соответствие требованиям строительного производства и эксплуатации; является основной комплексной характеристикой технического уровня и совершенства проектов, предопределяющей на стадии проектирования объектов организационно-технологическую надежность строительного производства» [1–4].

Одним из важных направлений для повышения качества проектирования является вариантная системотехническая проработка технико-экономических показателей, которая рассматривается как для нового строительства, так и для реконструкции объектов. Это позволяет сократить стадийность проектирования, а также и сроки выполнения проектных работ. Обоснованность принятых решений в проекте позволяет совмещать проектирование и строительство (реконструкцию) [1–4].

Возникла системотехническая проблема совершенствования методологии оценок и экспертизы проектов: создание новых инженерно-экономических критериев оценки, объединяющих инженерно-технические и экономические критерии. Системотехнические исследования, в т.ч. проведенные авторами статьи, показали, что на стадии проектирования зданий и сооружений может быть выделена укрупненная область разработки инженерно-экономических критериев и методов оценки технологичности проектов, т.е. соответствия проектов условиям и требованиям строительного (реконструируемого) производства [1–6].

К показателям, которые определяют уровень технологичности можно отнести: разнотипность, равновесность, масса, разрезка, конфигурация и др. Данные показатели могут быть выражены аналитически через стоимость, материалоемкость, трудоемкость, продолжительность возведения (реконструкции) здания или сооружения и др. количественные абсолютные и относительные характеристики. Качественные показатели технологичности определяются экспертными методами [1–10].

Для оценки и описания технологичности в строительстве (реконструкции) используют показатели технологичности объемно-планировочных и конструктивных решений на стадии изготовления конструкций, их транспортирования на строительную площадку, монтажа и эксплуатации объектов.

Монтажная технологичность – это технологичность одной из подсистем строительного (реконструируемого) объекта – монтажа строительных конструкций при некоторых ограничениях со стороны других подсистем [1–6]. Данное понятие во многом предопределяет показатели производства строительно-монтажных работ и основные данные деятельности подрядных организаций в целом (рис. 1).

Строительная технологичность – комплексная характеристика технологичности трех подсистем: изготовления, транспортирования, возведения конструкций строительного (реконструируемого) объекта при определенных ограничениях со стороны подсистемы эксплуатации здания [1–6].

Под комплексной технологичностью будем понимать технологичность четырех подсистем строительного (реконструируемого) объекта: изготовления, транспортирования, установки конструкций и эксплуатации объекта [1–10].

Основным методологическим вопросом любой комплексной оценки является определение весомости отдельных локальных показателей в

общей оценке. В зависимости от степени комплексности оценки возможен ряд способов определения весомости (стоимостные, временные, трудовые и др.). Однако, все эти способы приемлемы лишь при соизмерении количественных показателей. При включении в состав комплексной оценки показателей качества (квалиметрия) на вооружении остается пока остается только один экспертный метод [1–4].

Рис. 1. Схема исследования монтажной технологичности проектных решений

Под методом экспертных оценок выпускаемой проектной документации будем понимать определение количественной характеристики качества путем опроса специалистов высокой квалификации и максимальной проработки их ответов с помощью современных методов и средств, которые будут отсеивать случайные суждения. Метод экспертных оценок благодаря научно-техническому прогрессу успехам математической статистики, вычислительной техники, инженерной психологии и др. наук часто является единственно применимым в многокритериальных и слабо формализованных задачах строительного проектирования и производства [1–6]. Порядок исследования технологичности проектных решений приведен на логистической схеме (рис. 2).

Рис. 2. Схема оценки комплексной технологичности проектных решений

После постановки задачи и сбора необходимых исходных данных составляется предварительный перечень показателей.

Составляется список экспертов, обладающих компетентностью в строительстве и реконструкции. Специалисты в анкетах проставляют количественные ответы на поставленные вопросы.

При обработке заполненных анкет коэффициент весомости i-го показателя по оценке j-го эксперта x_{ij} вычисляется в процентах:

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{1}^{m} a_{ij}} \cdot 100, \quad (1)$$

где a_{ij} – оценка весомости i-го показателя в баллах, данных j-м специалистом; m – число экспертов.

По результатам оценки определяются средние арифметические значения коэффициентов весомости показателей.

Среднее значение коэффициентов весомости показателей определяется по формуле:

$$x_{cp} = \frac{\sum_{1}^{n} \sum_{1}^{m} x_{ij}}{m}, \quad (2)$$

где m – число экспертов; n – число показателей.

Согласованность оценок экспертов определяется с помощью коэффициентов вариации:

$$\upsilon_j = \frac{\sigma_j}{x_{cp}}, \quad (2)$$

где $\sigma_j = \sqrt{\frac{(x_{ij} - x_{cp})^2}{m}}$ - среднеквадратическое отклонение оценки i-го эксперта от средней оценки, данной всеми экспертами [1–4].

При распределении коэффициентов весомости, подчиняющимся нормативному закону, целесообразно исключать резко выделяющиеся значения оценок отдельных экспертов.

Полученные средние значения коэффициентов весомости $x_{ср}$ частных показателей технологичности Θ_{ri} позволяет определить показатели технологичности изготовления $\Theta_T^И$, транспортированию $\Theta_T^Т$, монтажа $\Theta_T^М$, эксплуатации $\Theta_T^Э$ и комплексный показатель технологичности $\Theta_T^{\sum}$:

$$\Theta_{Ti} = \frac{P_i}{P_э}, \quad (4)$$

$$\sum_{1}^{n} x_{ср} = 1, \quad (5)$$

$$\Theta_T^И = \sum_{1}^{n} \Theta_{Ti}^И \cdot x_{ср}^И, \quad (6)$$

$$\Theta_T^Т = \sum_{1}^{n} \Theta_{Ti}^Т \cdot x_{ср}^Т, \quad (7)$$

$$\Theta_T^М = \sum_{1}^{n} \Theta_{Ti}^М \cdot x_{ср}^М, \quad (8)$$

$$\Theta_T^Э = \sum_{1}^{n} \Theta_{Ti}^Э \cdot x_{ср}^Э, \quad (9)$$

$$\Theta_T^{\sum} = \Theta_T^И \cdot x_{ср}^И + \Theta_T^Т \cdot x_{ср}^Т + \Theta_T^М \cdot x_{ср}^М + \Theta_T^Э \cdot x_{ср}^Э, \quad (10)$$

где P_i и P_j – соответственно частные технологические и качественные показатели сравниваемого i-го и эталонного решений.

Комплексный показатель технологичности при составлении вариантов проектных решений позволяет проводить корректировку приведенных затрат, рассчитанных по действующим методикам, и получить так называемые «эффективные приведенные затраты», которые однозначно и более достоверно оценивают проектные решения, т.к. учитывают качественные показатели проекта (его технологичность) и не нуждаются в обычно применяемых разноразмерных дополнительных показателях [1–10].

Комплексная оценка технологичности позволяет установить наиболее перспективные решения в проектах строительства и реконструкции объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусаков А.А. Системотехника строительства. М.: Стройиздат, 1983. 440 с.

2. Гусаков А.А. Системотехника строительства. М.: Стройиздат, 1993. 368 с.

3. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь. Под ред. А.А. Гусакова. М.: Фонд «Новое тысячелетие», 1999. 432 с.

4. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь. Под ред. А.А. Гусакова. М.: изд-во АСВ, 2004. 320 с.

5. Булгаков С.Н. Технологичность железобетонных конструкций и проектных решений. М.: Стройиздат, 1983. 303 с.

6. Системотехника. (Под.ред. А.А. Гусакова). М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2002. 768 с.

7. Лебедев В.М. Основы системотехники строительного производства. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 272 с.

8. Лебедев В.М. Системотехника и системокванты строительного производства. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 239 с.

9. Лебедев В.М. Системотехника управления проектами реконструкции городской застройки. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. 254 с.

10. Лебедев В.М. Системокванты строительных процессов и объектов. Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. 258 с.

Информация об авторах

Лебедев Владимир Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства.
E-mail: lebedev.lebedev.v.m@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Ломтев Игорь Александрович, аспирант кафедры строительства и городского хозяйства.
E-mail: Lomtew_igor@list.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в августе 2017 г.
© Лебедев В.М., Ломтев И.А., 2017

Lebedev V.M., Lomtev I.A.

DETERMINATION OF TECHNOLOGY OF PROJECTS OF CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF OBJECTS

The indicators determining the level of manufacturability, the direction of improving the quality of design solutions, which allows to reduce the stages of development and the design time are considered. To assess and describe the adaptability to the construction (reconstruction), installation, construction and integrated processability are considered.

Keywords: *manufacturability, organizational and technological reliability, design, system engineering of construction, design, construction, reconstruction.*

Information about the authors

Lebedev Vladimir Mikhaylovich, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: lebedev.lebedev.v.m@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Lomtev Igor Aleksandrovich, Research assistant.
E-mail: Lomtew_igor@list.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in August 2017
© Lebedev V.M., Lomtev I.A., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ab64f05a0.39095026

Семенцов С.В., д-р арх., проф.
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ – ПЕТРОГРАДЕ НАЧАЛА XX ВЕКА

s.sementsov@mail.ru

В статье рассмотрены особенности развития системы управления градостроительными процессами Санкт-Петербурга – Петрограда в начале XX века, с учетом уточнения самой системы управления и развития разветвленной градостроительной нормативной базы, позволившие даже в условиях максимальной индивидуализации авторской проектной деятельности поддерживать пространственную ансамблевость решений всей городской столичной структуры.

Ключевые слова: *Санкт-Петербург – Петроград, градоуправление, система законодательства и градостроительно-архитектурная нормативная база, типология среды.*

Методика исследования. Комплексное изучение архивных и картографических материалов, а также сравнение этих данных с осуществленными объектами.

Общие положения. Градостроительное формирование Санкт-Петербурга – одного из крупнейших городов мира и одной из мировых столиц было важнейшей составляющей деятельности всех властей и профессиональных кругов вплоть до 1917 г. И оно не прекращалось ни на один день на протяжении всех десятилетий XVIII – начала XX веков. Эти исследования значительно расширились в последнее время, но далеко не все особенности удалось к настоящему времени выявить. Хотя и изданы несколько фундаментальных работ, позволивших с достаточной подробностью углубиться в проблематику данной темы. Мы с подробностью знаем градостроительные достижения создания столичного города времен Петра I, Екатерины II, Александра I. Гораздо хуже – времен Анны Иоанновны и Елизаветы Петровны, но явно недостаточно – градостроительные достижения середины и второй половины XIX века, а также начала XX века. Изучение процесса формирования Санкт-Петербурга показало, что вся эта деятельность не была деятельностью стихийного саморазвития и самовыражения. В условиях существования Санкт-Петербурга и Санкт-Петербургской агломерации вся архитектурно-строительная деятельность подчинялась очень строгим рамкам – управленческим, законодательным, градостроительным. Причем начало XX века было естественным и явным продолжением процессов, кристаллизовавшихся в первой середине – конце XIX века, по некоторым моментам – берущим начало даже со времен Петра I и Анны Иоанновны. И начало XX в. в градостроительно-архитектурно-строительном процессе ни в коем случае нельзя отделять от процессов предшествующих эпох.

Важнейшим моментом было то, что всегда градостроительное развитие Санкт-Петербурга, его окрестностей, всей Санкт-Петербургской агломерации и даже – всей Санкт-Петербургской губернии рассматривалось на всех уровнях управления и во всех областях реализационных процессов как важнейшее дело государственного уровня, требующее высочайшего профессионализма, а также императорского личного участия и контроля. Поэтому любые градостроительные проекты профессионально разрабатывались в официальных структурах (в государственных подразделениях – при Императорском дворе, в специально сформированных Комиссиях и Комитетах, при Городской Думе и Городской Управе), выверялись многократно, утверждались лично Императором, требовали безусловного государственного контроля и исполнения. И в этом процессе запрещались любые стихийные (как мы бы сейчас говорили – «рыночные», то есть – волюнтаристские) решения. Даже, если они исходили бы от авторитетных и опытных профессионалов, профессоров и выпускников учебных заведений, но не участников этих процессах.

Архивные материалы показали, что такие важнейшие и крупнейшие инициативы, как управленческие, законодательные новации и градостроительные решения в Санкт–Петербурге на территориях вокруг него (в границах его агломерации и всей столичной губернии) всегда имели значительную хронологическую инерцию. Поэтому, если в архитектурно-строительной деятельности от начала разработки конкретного архитектурного решения здания и сооружения до его окончания чаще всего проходили годы: минимально (для рядовых жилых зданий) – 1–2 года (нормируемые и массово реализованные сроки для рядовых жилых и общественных зданий: разработка проекта – 1–3 месяца, согласование – 1–2 месяца, строительство всей «коробки» – летний

строительный сезон, зима – время, когда все строительные и отделочные работы запрещены, второй летний сезон – комплекс отделочных работ, осень второго горда – сдача в эксплуатацию и начало «жизни» здания), для крупных жилых комплексов – 3–5 лет, в более сложных случаях (для более крупных, многообъектных, сложных и значимых общественных комплексов) – 5–10, редко – до 15 лет, то для уточнения, кристаллизации, поиска и нахождения оптимальных градостроительных решений такие сроки могли определяться десятилетиями и включать проработки десятков градостроительных вариантов, постепенно накапливая «банк идей» и выходя на рафинированные отшлифованные проектные решения. В данной статье, учитывая грандиозный объем информации о градостроительной деятельности (преимущественно неопубликованной и находящейся еще вне внимания исследователей) придется обратиться лишь к теме управления градостроительными процессами в столице и столичном регионе. При этом, нужно напомнить, что в эти десятилетия конца XIX – начала XX вв. Санкт–Петербург позиционировал и формировал себя параллельно в нескольких «ипостасях»:

– Санкт-Петербург – одна из мировых столиц: Санкт-Петербург входил в пятерку крупнейших столиц всего мира (с площадью застроенных территорий в 1916 г. – 10 540 га и численностью населения – более 2 300 000 человек), обладая к тому же уникальным промышленным, финансовым, культурным потенциалом, влияние которого стремительно распространялось по всему миру [1, 2].

– Санкт-Петербург – одна из двух столиц Российской Империи: в Санкт-Петербурге находилась главная резиденция Российского Императора и была размещена подавляющая часть общегосударственных органов управления (Правительствующий Сенат, Святейший Синод, Государственный Совет, Министерства, Главные Управления и т.д.), полки и подразделения Российской Гвардии, объекты общероссийского уровня и подчинения (в том числе – Императорские Академия Художеств, Императорские учебные заведения и Общества, Кадетские и Пажеский корпуса) и т.д. [3, 4, 5].

– Санкт-Петербург – губернский город, «столица» Санкт-Петербургской губернии и епархии: в Санкт-Петербурге размещались органы управления Санкт-Петербургской губернии (Генерал-Губернатор, Губернское правление, Митрополит и руководство Санкт-Петербургской епархией, Благородное собрание, Купеческое собрание и т.д.), гарнизонные и армейские полки и подразделения, объекты губернского уровня и подчинения [6, 7].

– Санкт-Петербург – крупнейших общественно-культурно-промышленный город**:** в Санкт-Петербурге размещены органы городского управления (Губернатор (Градоначальник), Городская Дума, Городская управа, руководство промышленными и ремесленными гильдиями и ремесленными цехами, руководство и комплексы многочисленных банков, акционерных обществ, предприятий, учреждений, транспортных объектов и т.д.) [8, 9, 10].

Все эти системные составляющие Санкт-Петербурга требовали еще с XVIII в. разработки и реализации, соответствующих организационных и градостроительно-архитектурных решений, превратив город на Неве в единство иерархически взаимоувязанных структур (управленческих и объектных) и элементов. В этой управленческой системе достаточно сложно, но в пространственной структуре Санкт-Петербурга и всей Санкт-Петербургской губернии вполне гармонично сосуществовали объекты Императорской резиденции и сопутствующих им пригородных дворцово-парковых ансамблей с городами Дворцового ведомства, Государственной Думы, Городской Управы, полицейских частей, Дворянского и Купеческого собраний, десятков Ремесленных управ, казармы (казарменные городки, лагери) гвардейских полков и гарнизонных полков, Государственного Банка и коммерческих банков, комплексов Богаделен Общества Императрицы Марии Федоровны, Градских богаделен, учреждения Императорской Академии Художеств, Института путей сообщения Императора Александра I, Института гражданских инженеров Императора Николая I, объекты губернских гимназий и ремесленных училищ, городских и частных училищ, многочисленные комплексы Обществ и Товариществ механических заводов, ткацких фабрик, электрических заводов, Санкт-Петербургского Морского порта, Хлебного порта, объектов железных дорог, конно-железных, паровых, водных путей сообщения, городских и международных дилижансов и т.д. А также вся система жизни населения города, численностью почти в 2,4 миллиона человек, включая обширную, многослойную городскую и разветвленную систему пригородного жизнеобеспечения.

Целенаправленная системная градостроительная деятельность с XVIII в. позволяла на осваиваемых территориях обеспечить все разнообразие функционирования такого сложного организма и, одновременно, намечала стратегию следующей стадии территориального развития на десятилетия вперед, реализуясь пошагово в программах подготовки территорий под первичное освоение – осушение болот, освобождение

территорий от лесов, создание резервов водных резервов, затем – в сооружении сетей транспортных магистралей и т.д. с последующей передачей территорий под намечаемое городское или пригородное строительство. Такие программы разрабатывались и осуществлялись со времен Петра I на протяжении всех циклов развития столичной Санкт-Петербургской агломерации.

Прежде чем попытаться немного расшифровать масштабы градостроительной деятельности в Санкт-Петербурге и определить в едином потоке меру реализованных и/или еще не реализованных (по разным причинам) градостроительных идей и проектов, необходимо кратко остановиться на особенностях управления градостроительными процессами в России в целом, а также на уровне управления губерниями и городом – что неповторимо объединялось в рамках единого градоуправления именно в Санкт-Петербурге.

Система управления градостроительно-архитектурно-строительными процессами в России. В начале XX в. в Российской Империи сохранялась сложившаяся еще в середине XIX в. система градоуправления и гражданского проектно-строительного дела (военное и дорожно-транспортное строительство управлялись по другим канонам). С 1832 г. все строительные работы в государстве выполнялись в точном соответствии со Строительным уставом, его первая редакция принята в составе Свода Законов Российской Империи в 1832 г., затем последовали новые редакции в 1842 г., 1857 г., с дополнениями 1876–1879 гг., с новыми дополнениями 1886–1888 гг., 1900 г., 1911 г. В хронологических границах исследуемого периода, по новой редакции Строительного Устава (1911 г.) подтверждено, что общероссийская система управления гражданским строительством сосредоточена, как и ранее, в Министерстве Внутренних Дел, которое в своей структуре имело и высший орган управления всеми проектно-строительными процессами в стране – Техническо-Строительный Комитет МВД (ТСК МВД) [11].

В разных Министерствах к началу XX в. были сформированы особые Советы, Технические и Строительные Комитеты, которые должны были выполнять контролирующие функции в рамках задач своих министерств и ведомств. Так, Совет Императорской Академии Художеств с 1893 г. получил дополнительные полномочия, в соответствии с которыми Академия была определена главной общероссийской экспертной организацией по оценке архитектурно-художественных качеств крупнейших проектов страны, проектов памятников и храмов, а также была уполномочена обеспечить надзор за сохранением и реставрацией памятников старины («Памятниковъ искусствъ»). Параллельно, в Министерстве Народного Просвещения сформирован Строительный Комитет (в 1904 г.), а в структуре Святейшего Синода в составе его Хозяйственного Управления был создан Техническо-Строительный комитет Синода (в 1898 г.).

Система управления градостроительно-архитектурно-строительными процессами в Губерниях и Областях. В Губерниях и Областях Российской Империи также продолжала совершенствоваться система организации проектно-строительного дела, уже на губернском уровне. Существовавшие там «Строительные Отделенія» Губернских и Областных Правлений были расширены и им приданы дополнительные полномочия. Их «Общіе Присутствія» по Строительному Уставу (1911 г.) включали Губернатора (председатель), Вице-Губернатора (руководитель Строительным Отделением), Советников, Губернского врачебного инспектора, Губернского Инженера, Губернского архитектора (помощника Губернского Инженера, с правом совещательного голоса), Губернского землемера, ассесора (заведующий канцелярией). Строительные отделения при Губернских и Областных Правлениях получили достаточно четкие обязанности. Но вне сферы внимания «Строительныхъ Отделеній» остались многие объекты специального назначения, контроль за созданием которых оставался в ведении общероссийских министерств.

В «Строительныхъ Отделеніяхъ» руководителями были Губернские Инженеры, получившие специальную подготовку в Институте Гражданских Инженеров Императора Николая I. В эти десятилетия архитектурные и строительные кадры для России готовили: в Императорской Академии Художеств (ИАХ), в Институте гражданских инженеров Императора Николая I (ИГИ), Институте инженеров путей сообщения Императора Александра I (ИИПС), Николаевской Военной Академии Императора Николая I (НВА). С 1882 г. стали готовить и кадры для организации архитектурной, строительной и дорожно-строительной деятельности во всей России – для занятия ответственных постов городских инженеров и архитекторов, губернских инженеров и архитекторов, епархиальных архитекторов, чиновников (техников) в ТСК и министерских комитетах. На эти должности государственных чиновников без дополнительных экзаменов определяли выпускников ИГИ и ИИПС, а выпускники ИАХ, НВА должны были пройти специальные курсы дополнительной подготовки (с учетом получения знания по государственному устройству, архитектурно-строительному законодательству и т.д.) и выдержать специальные

дополнительные экзамены. Но, с начала 1900-х гг., такую подготовку начали получать также выпускники по некоторым специальностям Санкт-Петербургского технологического института Императора Николая I, Харьковского технологического института Императора Александра III, Горного института Императрицы Екатерины II, Рижского политехнического института, Санкт-Петербургского политехнического института, Екатеринославского высшего горного училища, Императорского Московского технического училища, Императорского Московского инженерного училища. Одновременно, Высочайшим указом от 6 (19) июня 1904 г. определено, что для получения права на занятие должности Строительного Техника в «Строительныхъ Отделеніяхъ» Губернских Правлений, претенденты обязаны пройти испытание в особой комиссии при Институте Гражданских Инженеров Императора Николая I. [Строит. Устав, (1911 г.)].

Система градоуправления в Санкт-Петербурге. Столичный город Санкт-Петербург пережил несколько этапов совершенствования городского управления, в том числе и управления проектно-строительными процессами. Вся система градоуправления в Санкт-Петербурге определялась в соответствии с «Городовыми Положеніями», которые берут начало еще с 1782 г., когда Екатерина II подписала «Уставъ Благочинія», по которому руководству Санкт-Петербурга были даны особые права [12]. А с 1785 г. аналогичные права были переданы и другим городом России [13]. В 1846 г. именным указом Николая I Санкт-Петербург получил «Городовое Положеніе» [14], которое было существенно уточнено в 1870 г. Затем последовали новые уточнения «Городового Положенія» – в 1892 г., 1903 г. [15, 16].

Но расширение прав городского управления проводилось при сохранении непосредственного участия Императора в процессах решения градостроительных вопросов. Лично Император продолжал и в начале XX в. контролировать процессы градостроительного развития в Санкт–Петербурге, хотя он сам, своими указами и сокращал территориальные ареалы своего собственного контроля. В соответствии с Высочайшими указами в начале XX века Император утверждал все градостроительные проекты, начиная с проектов урегулирования отдельных фрагментов и частей города и кончая проектом урегулирования города в целом. Одновременно сохранялись требования о Высочайшем утверждении фасадов (но не планов) всех зданий (общественных и частных) в центре города, в границах, утвержденных еще Высочайшим указом 1898 г. А в границах города в целом в непосредственном ведении Императора в полном объеме оставались только проекты объектов общественного назначения. В городах Министерства Императорского двора (Императорского ведомства) – в Гатчине, Ораниенбауме, Павловске, Петергофе, Стрельне, Царском Селе все проекты подписывали члены Императорской фамилии, в чьем ведении находились эти резиденции.

Почему же для зданий в первую очередь обращали внимание на фасады (а не на планы)? Потому что, планы и конструкции – это вопросы грамотного функционального и технического решения, а фасады – это проблемы формирования гармоничного облика не только зданий, но и всего столичного города мирового уровня. При этом, существовали очень жесткие требования к межеванию участков в каждом квартале и правилам застройки каждого участка. Которые не позволяли владельцам отступать от жестких градостроительных требований.

В составе Управления Санкт-Петербургского Градоначальника продолжала существовать особая «Строительная Часть», имевшая по штату инженеров, архитекторов, техников. В случаях необходимости при возведении крупных объектов и для решения конкретных вопросов градостроительного, архитектурного и технического характера при «Строительной Части» решением Градоначальника могли образовываться «Совещательные Присутствія».

В соответствии с «Городовымъ Положеніемъ» (1870 г.) право выдавать разрешения на частные постройки и ремонт частных зданий с утверждением планов и фасадов – вне зоны Императорского контроля – получила Городская Управа. Для решения экологических вопросов и вопросов размещения мест приложения труда Циркуляром Министра Внутренних дел от 27 января 1910 г. определен «Списокъ фабрикъ и заводовъ, разрешеніе коихъ должно выходить изъ предѣловъ власти Городского Общественнаго Управленія». Этот список действовал в дополнение к Положению о размещении промышленности в Санкт-Петербурге (1833 г.). В Санкт-Петербурге разрешение на размещение промышленных объектов из состава этого списка выдавалось Санкт-Петербургским Губернатором после согласования с Министром торговли и промышленности, но если промышленные объекты не входили в список (то есть – были некрупными и экологически более «чистыми») – то «просто» решением Городской Управы. Для промышленных объектов Санкт-Петербургской губернии разрешение на размещение давали либо Губернатор

(по согласованию с Министром торговли и промышленности), либо сам Министр торговли и промышленности (без ведома Губернатора).

С 1903 г. Санкт-Петербургской Городской Думе, как и Городским Думам других городов и городских Поселений, разрешено выпускать в дополнение к пунктам Строительного Устава собственные Обязательные Постановления о мерах предосторожности против пожаров, об устройстве кровель, печей, дымовых труб, об исправном их содержании и осмотре и т.д. [17, 18].

Таким образом, вплоть до 1917 г. в системе управления и контроля за градостроительной, архитектурной и строительной деятельностью в столице на Неве продолжал действовать баланс сил и интересов между Императорской властью (с учетом деятельности самого Императора, общероссийских министерств и ведомств), властью Военного Губернатора (Губернатора) (как представителя военной и губернской власти), властью Градоначальника и Городской Думы (как представителей Городского Самоуправления). Градостроительная деятельность оставалась одной из важнейших ветвью общегосударственной деятельности, постоянно находясь под личным высокообразованным и профессиональным контролем Императоров (вспомним, что цесаревичей обучали правилам управления Санкт-Петербургом и формирования его градостроительной и архитектурной системы), хотя и постепенно, с десятилетиями, сокращавших зону прямого Императорского влияния. Роль Губернаторов и Городской Думы возрастала, но не безгранично, сохраняя столь же точное отношение, определяемое развитой системой законодательства, регламентации и нормативной базой в градостроительстве, архитектуре и строительстве.

Все это позволило в Санкт-Петербурге вплоть до 1917 г. избежать любых проявлений стихийного саморазвития, хаотичности и неупорядоченности застройки. Полностью находясь в рамках, сформированных со времен Петра I принципов регулярности и ансамблевости [19].

Проект урегулирования Санкт-Петербурга – фундамент всей градостроительной деятельности в столичном городе в 1901–1910-е гг. Санкт-Петербург вошел в XX век не только масштабными работами по проектированию и строительству тысяч новых зданий и сооружений [20]. Начало XX в. для Санкт-Петербурга было временем продолжения и развития градостроительных традиций, берущих начало от Петра I и неуклонно развивавшихся на протяжении всех десятилетий XVIII–XIX вв. Строительство тысяч объектов проводилось в соответствии с имевшимися грандиозными проектными генеральными планами.

Так, последним по времени для деятельности к началу XX в. был «Проектный планъ на урегулированіе города С. Петербурга» (1878–1880 гг.). История его создания и утверждения такова. По инициативе Городского общественного управления Санкт-Петербурга (Городской Управы и подведомственной ей Городской Думы) еще в 1878 г. был подготовлен сводный единый «Проектный планъ на урегулированіе города С. Петербурга» («Планъ на урегулированіе С. Петербурга»). В соответствии с процедурами согласования и утверждения, прописанными в Строительном уставе «Проектный планъ» сначала был представлен на рассмотрение Санкт-Петербургского Градоначальника, после положительного рассмотрения там из Канцелярии Градоначальника направлен на рассмотрение и обсуждение в Хозяйственный департамент Министерства Внутренних Дел, а оттуда поступил в высший строительно-контрольный орган России тех десятилетий – в Техническо-Строительный Комитет МВД (ТСК МВД). В процессе согласования выявились некоторые существенные разногласия между Городским Управлением и высшим государственным руководством в России в понимании стратегии будущего развития столицы, в конкретных вопросах проектирования новой сети улиц, размещения крупнейших объектов и разработки правил застройки в Санкт-Петербурге (ведь правила застройки разрабатывались и утверждались параллельно с «Проектным планомъ», являясь фактически его составной частью). При ТСК МВД была сформирована согласительная Комиссия (в нее вошли представители Техническо-Строительного Комитета и Хозяйственного управления МВД, Управления Санкт–Петербургского Градоначальника, Городского общественного управления), которая проводила рабочие заседания в августе–сентябре 1879 г. 31 октября (12 ноября) Министр Внутренних Дел рассмотрел итоговые материалы Комиссии. В конце 1879 г. – начале 1880 г. по результатам всей этой серии рассмотрений был выполнен окончательный вариант «Проектного плана». 6 (18) марта 1880 г. Министр Внутренних Дел Л.С. Маков доложил Императору Александру II окончательный вариант «Проектного плана на урегулирование города С. Петербурга». 7 (19) марта 1880 г. последовало Высочайшее утверждение «Проектного плана» (ведь со времен Петра I все проектные генеральные планы Санкт-Петербурга утверждались – «конфирмовывались» лично Императорами, войдя в число высших государственных документов). Этот «Проектный планъ» стал особым по градостроительным принципам проектным генеральным планом, его утверждение

законодательно оформило особый градостроительный метод – «метод урегулирования» планировочной системы столицы. Были четко определены трассировки всех улиц, общие правила застройки каждого квартала (разбивка кварталов на участки, плотность строений на участке, высота зданий, тип застройки – кирпичная или деревянная) [21]. В начале XX в. велась реализация этого «Плана на урегулированіе».

Но требования жизни (ускоренный рост численности населения, небывалое по скорости и масштабам развитие промышленности и культуры, необходимость быстрого переформирования транспортной системы с устройством новых видов наземного, водного, подземного и воздушного транспорта – метрополитена, электротранспорта, авиации, новых водных трасс и т.д.) вели к значительному территориальному расширению (разрастанию) планировочный системы Санкт–Петербурга с необходимостью нового уточнения уже существующей уличной сети в исторической части. При этом сохранялась сформированные на предыдущих этапах система управления градостроительными процессами и система градостроительного законодательства и градостроительной регламентации.

В связи с этим, в 1901, 1904, 1907 – 1909 гг. действовавший с 1880 г. и Высочайше утвержденный единый «Проектный планъ на урегулированіе города С. Петербурга» заново пересмотрен градостроителями Городского общественного управления, была разработана его уточненная версия, которая после надлежащих согласований Высочайше утверждена в 1908 г. и литографически издана. Проектный Генеральный план стал наименоваться «Планъ города С. Петербурга съ показаніемъ урегулированія улицъ, означеннаго по плану Высочайше утвержденному 7-го Марта 1880 года и происшедшихъ съ того времени до 1-го Января 1909 года измененій въ урегулированіи и наименованіи улицъ, площадей, набережныхъ, мостовъ и проч., последовавшихъ по особымъ, Высочайше утвержденнымъ планамъ и Высочайшимъ повеленіямъ. М 1: 4200» [22]. Он был разработан в соответствии с введенной с 1830-х гг. практикой «урегулированія» и единым градостроительным законодательством на основе Строительных Уставов (в редакциях 1900–1901, 1909–1910 гг.), Урочных положений (редакций 1900, 1914 гг.), и Обязательных постановлений Санкт–Петербургской Городской Думы (1882 г. и последующих), а также в полном соответствии с «Инструкціей при начертаніи плановъ на новую обстройку городовъ и на измененіе существующаго ВЫСОЧАЙШЕ утвержденнаго городскаго регулированія», утвержденной Министром Внутренних дел Тимашевым 25 февраля 1870 г. [23, 24]. Этот официальный проектный генеральный план издан в двух вариантах – единым чертежом (М 1:4200, комплектом в 22 листа) на всю территорию города (1-й вариант, 1908 г.), а также отдельными комплектами листов (М 1:4200, 12 комплектов) по каждой из 12 полицейских частей города (2-й вариант, 1909 г.). На нем были подробно обозначены все (десятки и сотни!) официальные градостроительные проработки и предложения как на 1880 г. (в рамках «Плана на урегулированіе»), так и в период с 1880 по 1 января 1908 г. После того, как «Планъ» был Высочайше утвержден, все эти предложения стали обязательными для исполнения (подтвердив или уточнив предложения 1880 г. и добавив новые). В данный проектный генеральный план – «Проектный планъ на урегулированіе города С. Петербурга» – включены проектные градостроительные предложения разных пространственных масштабов и особенностей. Часть из них успели реализовать до 1917 г., но значительное их количество осталось в проектных трассировках.

Среди них – многочисленные предложения по упорядочению красных линий (в зонах, где уже существовали улицы, но не имели четкой трассировки, либо – в местах, где такие улицы имели недостаточную ширину), такие варианты отмечены практически для всех территорий в границах Санкт-Петербурга – на Санкт-Петербургском и на Васильевском островах, на Адмиралтейской и на Выборгской сторонах, южнее Обводного канала, практически на всех островах дельты Невы. Среди сотен таких нереализованных трассировок есть и самые известные. Например, предложения расширить участок Невского проспекта западнее Полицейского моста до ширины моста и Невского проспекта восточнее моста (в зоне Конюшенных улиц); или – предложения расширить Суворовский проспект практически в 1,6 раза он Смольного до Рождественских улиц; либо – расширить Большой проспект Васильевского острова от Косой линии до набережной в западной части острова до ширины проспекта с учетом палисадников в его восточной части (от Кадетской линии до Косой линии).

Столь же системно проработаны комплексы предложений по упорядочению набережных Невы, проток и каналов и устройству мостов (в те годы некоторые уже частично были осуществлены). Среди таких проектных решений: на Санкт-Петербургском острове: Петровская, Петроградская; на Выборгской стороне: Арсенальная, Полюстровская (совр. Свердловская набережная), набережная Большой Охты, мост на Охту (совр. – мост Петра Великого, Большеохтинский мост), Малоохтенская набережная

(набережная вдоль Малой Охты и деревни Клочки, совр. Малоохтинский проспект и Малоохтинская набережная); на Васильевском острове: Дворцовый и Биржевой мосты, набережная вдоль западной оконечности Васильевского острова от Галерной гавани до Масляного буяна (включая Чекушскую набережную); на Адмиралтейской стороне: Смольная набережная; на Адмиралтейской стороне: фрагменты неурегулированных прежде участков р. Мойки (у Матисова моста), Корабельной набережной Матисова острова, продолжение по укладке в трубу Лиговского канала, набережная р. Монастырки (в зоне будущей Боткинской больницы); на территориях южнее Обводного канала: набережные острова Гутуевского, речек Екатерингофки и Таракановки, левого берега р. Невы вдоль Шлиссельбургского проспекта.

В проекте намечены и гораздо более масштабные градостроительные мероприятия (чаще всего – не осуществленные в последующие десятилетия) – по освоению крупных зон на разных территориях (конечно, преимущественно – на периферии города), по формированию целых многоквартальных комплексов разного функционального назначения. Среди них: на Выборгской стороне восточнее Варфоломеевской улицы (совр. – проспект Блюхера), в первую очередь – вдоль Безбородкинского проспекта (совр. – Кондратьевский проспект) и проспекта Петра Великого (совр. – Мечниковский проспект), в Суворовском участке (современная зона Наличной улицы) и в зоне промышленных предприятий южнее Большого проспекта и западнее 27–й линии Васильевского острова, в зонах расширения Большой и Малой Охт, в районе Смольного монастыря и Смольного института, вдоль левого берега р. Невы от Смольного до Александро–Невской лавры, южнее Лавры – целый огромный жилой комплекс («город–сад») Царский (Хрустальный, Стеклянный) городок, на территориях Морского порта, в зоне Лиговской улицы от Чубарова переулка (совр. – Транспортный переулок) до Расстанной улицы, в районе Воздухоплавательного парка Военного ведомства (от линии Окружной ж.д. до р. Волковки).

Неудовлетворенность официальной политикой градостроительного развития Санкт–Петербурга. Попытки теоретического осмысления российского исторического градостроительства. Дискуссия по проблемам преобразования Санкт-Петербурга и других российских городов. Официальная градостроительная проектная и градорегулирующая деятельность, проявившаяся в создании, утверждении и начале реализации нового «Проекта урегулированія Санкт–Петербурга» (1908–1909 гг.) в условиях начала XX в. стала приводить к сбоям. Градостроительная практика реализации «метода урегулирования», сформировавшаяся в 1830-е – 1870-е гг., далеко не во всех случаях была безоговорочно применима. Новые осваиваемые территории требовали еще первичного (экстенсивного) освоения с созданием первичных планировок осваиваемых территорий. Но центральная часть города и уже освоенные периферийные районы, после архитектурно-строительной реконструкции середины XIX – начала XX вв. и формирования нового достаточно монолитного архитектурного поля застройки, была уже настолько преобразована, что возникала необходимость существенного усовершенствования этих территорий и зон. Традиции исторического Санкт-Петербурга требовали особого обращения внимания на гармонию его градостроительного и архитектурного облика, на создание системы ансамблей. А не только решения вопросов формирования удобных улично-дорожных систем. Здесь уже не помогал вариант «урегулирования», а требовался переход к новой ступени градостроительной реконструкции – к стадии композиционного совершенствования освоенных территорий и создания новых главных городских ансамблей. Причем одновременно с решением задач традиционного «урегулирования» на периферии.

Наиболее ярко эти альтернативные подходы проявились в предложениях, выполненных в инициативном порядке, вне официальной, государственной системы градоуправления, небольшой группой, которая объединила инженера Ф.Е. Енакиева и архитекторов Л.Н. Бенуа, Н.Е. Лансере, М.М. Перетятковича. Предложения данной группы широко известны, они практически всегда находятся в поле зрения исследователей и столь же всегда рассматриваются как единственные и все определяющие. Это, как мы уже видели, было далеко не так. Как известно, в 1908 г. (в год, когда был утвержден «Планъ города С. Петербурга съ показаніемъ урегулированія улицъ», возможно, и ставший толчком для альтернативных поисков) на собрании Императорской Академии художеств выступил Л.Н. Бенуа. Он поставил вопрос составления общего, обдуманного и разработанного плана всех требуемых переустройств Санктъ-Петербурга. [25]. Доклад Л.Н. Бенуа был одобрен собранием Академии художеств, направлен в Городскую Управу, затем в Городскую Думу. Городская Управа рассмотрела предложение и отвергла его, найдя «планомерность урегулированія города деломъ несвоевременнымъ и дорогимъ» [26].

Параллельно, со статьями о необходимости коренной градостроительной реконструкции

Санкт-Петербурга и ускоренного создания нового единого проектного генерального плана столицы выступил Ф.Е. Енакиев, известный инженер, создававший крупнейшие горно–инженерные комплексы в далеком Донбассе [27]. Тогда в 1910 г. в инициативном порядке Л.Н. Бенуа, Ф.Е. Енакиев, привлекая М.М. Перетятковича и Н.Е. Лансере, разработали «Планъ преобразованія Петербурга», в котором предлагались некоторые крупные предложения в отдельных (но важнейших) зонах существующего и предлагаемого к развитию Санкт–Петербурга. Этот вариант фактически является сводом градостроительных предложений, выполненных неофициально, без комплексного всестороннего обоснования, и – не на все территории столицы, требующие градостроительного рассмотрения. Он содержит отдельные предложения по макро-изменениям планировочного каркаса в отдельных зонах, а также предложения по усовершенствованию градостроительно-композиционных характеристик реконструируемых территорий. Одним из главных лозунгов их предложения было предложить «Преобразования Санкт–Петербурга на основе ЗДОРОВЬЯ, ОБЩЕНИЯ и КРАСОТЫ». Именно такие революционные предложения – в первую очередь – КРАСОТА (!) – оказывались, как думали Л.Н. Бенуа и Ф.Е. Енакиев, вне поля зрения специалистов, когда официально разрабатывались и утверждались «Проекты на урегулированіе». В своем проектном варианте Л.Н. Бенуа, Ф.Е. Енакиева, М.М. Перетятковича, Н.Е. Лансере предложили кнесколько комплексных тем, направленных на реконструкцию центральной зоны Санкт-Петербурга, а также территорий Санкт-Петербургского острова, формулируя предложения по созданию «дублеров» Невского проспекта и Каменноостровского проспекта, предлагая засыпку фрагментов Обводного и Екатерининскного каналов и Крюкова канала полностью, с созданием по их трассам торжественных проспектов, устройства грандиозного Центрального пассажирского ж.д. вокзала в зоне Троицко-Измайловского собора, перепланировку Марсова поля, реконструкцию зоны Мариинского театра с размещением огромного Концертного зала, реконструкцию Михайловского площади с сооружением здания Городской Думы и Выставочного зала Академии художеств, освобождения Кленовой аллеи от случайных строений, даже – устроить со стороны Невы площадь перед Адмиралтейской башней (чтобы раскрыть ее на набережную Невы) и т.д.

К середине 1910-х гг. все эти градостроительные предложения начала XX в. стремились заново переосмыслить и попытаться реализовать, учитывая значительное увеличение возможностей городского хозяйства. Так, в 1914 г. в Городской Думе рассматривали (без окончательного решения) вопрос о прокладке дублера Невскому пр. от Дворцовой площади к Лиговской улице (северный «дублер Невского проспекта»). В 1916 г. по инициативе Л.Н. Бенуа в Городской Думе проведено совещание «По вопросу о планомерномъ развитіи застройки Петрограда и его окрестностей». Рассматривали вопросы подготовки и издания закона о нормах застройки, об отчуждении в пользу города земель частных лиц, о красных линиях, о разработке программы конкурса на «Проектъ преобразованія Петрограда». Вслед за этим, уже после совещания подготовлен «Проектъ положенія о планировке и застройке Петрограда».

Формировались и другие линии изучения и совершенствования города. На I-м Всероссийском съезде деятелей и специалистов по городскому благоустройству (1910 г.) главный докладчик Г.Д. Дубелир рассматривал планировку города с точки зрения его инженерного благоустройства, вне круга проблем художественного облика городской застройки [28]. На IV-ом Съезде русских зодчих (1911 г.) были рассмотрены проблемы планировки и облика городов. Отмечалось единство инженерных вопросов, планировки и архитектурного облика. Были даже предложения (В. Карпович) о закреплении характерного облика города в новой застройке на основе специальной регламентации. Например, предлагалось в дальнейшем, в XX в. застраивать и сохранять архитектурный облик Санкт-Петербурга в классицистическом духе, Москвы – в допетровском «Азиатско-Русскомъ» духе, Киева, Тифлиса, Варшавы – каждого в своем местном архитектурном колорите. Ф.Е. Енакиев предложил создать «гигіеническіе условія существованія всехъ жителей города», обеспечить удобное и дешевое сообщение между отдельными частями города, реконструкцию исторических центральных районов, формирование широких улиц и проездов, создание по периметру города жилых поселков на основе идеи «города-сада», решать проблему формирования художественного облика города на основе строительства красивых зданий и устройства красивых перспектив, требовал обеспечить сохранения в городах памятников зодчества, обеспечить архитектурными средствами сочетание памятников зодчества и новой архитектуры [29, 30, 31, 32]. В декабре 1911 – январе 1912 гг. проведен II-й Всероссийский съезд художников. На съезде одним из центральных стал вопрос: «Художественный обликъ городовъ», по которому с основным докладом выступил М.М. Перетяткович [33].

Призывы к градостроительным преобразованиям шли параллельно с осознанием культурной значительности градостроительной и архитектурной истории Санкт-Петербурга, с осознанием уникальности его архитектуры, с кристаллизацией идеи, что многие здания Санкт-Петербурга могут быть памятниками архитектуры, а не только древние российские, допетербургские (до XVIII в.) памятники. В 1911 г. устроена «Историческая выставка архитектуры», на которой представлены чертежи, гравюры, модели, описания, мебель, предметы прикладного искусства, живопись, показывавшие развитие петербургской архитектуры от Петра I до Николая II [34].

Градостроительные проектные идеи этих лет не только охватывали всю территорию в стабильных границах города, но и включали его ближние и более отдаленные пригородные зоны. Предложения предусматривали комплексную реконструкцию отдельных территорий, со значительным повышением их градостроительного статуса и качества, но не могли еще превратиться в единую проектную концепцию градостроительно-композиционного совершенствования всего городского организма. Были намечены крупные проектные мероприятия по формированию сети новых общегородских магистралей и магистралей на всей периферии города, по освоению прибрежных территорий, в том числе – на островах Голодай, Крестовском, в западной части Васильевского острова. Предложены реконструкция и значительное расширение Морского порта, создание Царского городка вдоль левого берега Невы южнее Обводного канала, восточнее восточной границы города. Но большинство проектных решений, рассчитанных на исполнение как раз в 1900-е – 1910-е гг., не было реализовано. Помешали известные события 1905–1906, 1914–1917 и последующих лет. После 1918 г. к решению многих из выявленных в начале XX в. проблем и болевых точек вернулись, пытаясь решить их как в традиционном русле, так и на новых социалистических основах. Часть проектных решений этих двух десятилетий стремились уточнить и осуществить даже вплоть до 1970-х гг.

Выводы. В Санкт-Петербурге и Санкт-Петербургской губернии с XVIII в. существовала, развивалась и совершенствовалась иерархически сформированная система градуправления процессами развития городской территориальной системы. Император, руководство Министерств, Военный Губернатор и Градоначальство, Общественное управление и специалисты разных уровней и разных направлений подготовки участвовали в этих процессах. Особую роль в градоуправлении получили выпускники Института Гражданских Инженеров Императора Николая I, программа подготовки которых предусматривала специальное обучение вопросам градоуправления в городах, губерниях и областях России. В основе всей системы градоуправления было не только четкое распределение уровней и компетенций обязанностей, но и своды законодательных и нормативных актов, а также разрабатываемые в обязательном порядке проектные генеральные планы Санкт-Петербурга в целом (и его пригородных территорий) – «Проектовъ урегулированія».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенцов С.В. Наследие Петра Великого и создание Санкт-Петербурга как одной из мировых столиц // Проблемы русской культуры XVIII века. СПб.: Изд. Гос.Эрмитажа. 2001 С. 84–89.

2. Семенцов С.В. Санкт-Петербург – одна из мировых столиц // Третьи Петербургские Кареевские чтения по новистике. 6–9 декабря 1999 г.: «Становление мира как «общего дома» человечества: динамика, этапы, перспективы (XV–XXI вв.)». Краткое содержание докладов / Под ред. Б.М. Комиссарова. СПб., 2003. С. 327–335.

3. Историческій очеркъ деятельности Императорскаго С.Петербургскаго Общества Поощренія Рысистаго Коннозаводства. 1861–1911. Составленъ Л.А. Велиховымъ и А.А. Красовскимъ. Худ. Н. Самокишъ. СПб.: Товарищество Р. Голике и А. Вильборгъ. (1914). 269 с.

4. Семенцов С.В. Создание Санкт-Петербурга как составной части формирования российской имперской государственности при Петре I // Империи нового времени: типология и эволюция (XV – XX вв.): Вторые Петербургские Кареевские чтения по новистике 22–25 апреля 1997г. Краткое содержание докладов / Отв. ред. Б.Н. Комиссаров. СПб., 1999. С. 138–144.

5. Шилов Д.Н. Государственные деятели Российской Империи. 1802–1917. Биобиблиографический справочник. Изд. 2-е, испр. и доп. СПб.: «Дмитрий Буланин», 2002. 936 с.

6. Андреева Е.А. А.Д. Меншиков и образование Ингерманландской губернии: Территория и административное устройство // Петровское время в лицах. 2005. СПб.: ГЭ, 2005. С. 15–31.

7. Руководители Санкт–Петербурга. СПб.: Изд. Дом «Нева»; М.: «ОЛМА–ПРЕСС», 2003. 576 с.

8. Очеркъ 50-летнего существованія Охтенскаго Пригороднаго Общества, 1-го сентября 1858–1908. СПб.: Типо-литографія К.И. Лингардъ, (1910). 136 с.

9. Положеніе об Общественном Управленіи г. Санкт-Петербурга, с изложеніемъ рассужденій, на коихъ оно основано. СПб., 1904. 155 с.

10.Семенцов С.В. Административно–-территориальное деление Санкт–Петербурга в XVIII – начале XX в. // Петербургские чтения – 96. СПб., 1996. С. 228–231.

11.Уставъ Строительный. (Св. Зак. Т. XII, ч. 1. Изд. 1900 г. и по прод. 1906 и 1908 г.г.). Извлеченія изъ другихъ частей Свода Законовъ, разъясненія Правительствующаго Сената, циркуляры Министерства Внутреннихъ Делъ, отзывы Техническо–Строительнаго Комитета, Строительныя правила Царства Польскаго. Указатели. По 1 октября 1910 г. Составилъ А.А. Колычевъ. С.-Петербургъ. 1911.

12. № 15379. 1782 г. Апреля 8. Уставъ Благочинія или Полицейскій. Указъ нашему Сенату // ПСЗРИ. 1-е собр. Т. XXI. 1781–1783. СПб., 1830. С. 461–488.

13. № 16188. 1785 г. Апреля 21. Грамота на права и выгоды городамъ Россійской Имперіи // ПСЗРИ. 1-е собр. Т. XXII. 1784–1788. СПб., 1830. С. 358.

14.Городовое Положеніе для управленія С.–Петербурга. 1846 годъ // ПСЗРИ. 2–е собр. Т. XXI. 1846. № 19721. СПб., 1847. С. 234–246.

15. Городовое Положеніе. 1870. 16 Июня // ПСЗРИ. 2-е собр. Т. XLV. 1870. № 48498. СПб., 1871.

16.Сопоставленіе Городовыхъ положеній 1870, 1892, 1903 гг. (СПб, 1903). 348 с.

17.Положеніе объ Общественномъ управленіи города Санкт–Петербурга, съ изложеніемъ разсужденій, на коихъ оно основано. Изданіе Государственной канцеляріи. СПб., 1904. 158 с.

18.«О возведеніи жилыхъ и нежилыхъ построекъ изъ искусственныхъ бетонныхъ камней» // «Известія Городской Думы». 1905 г. № 23, 30.

19.Семенцов С.В. О симфонизме Петербургской культуры // Архитектура Петербурга: Материалы исследований Часть 1. СПб., 1992. С. 62–73.

20.Архитекторы–строители Санкт–Петербурга середины XIX – начала XX века. Справочник. Под общей ред. Б.М. Кирикова. СПб.: «ПИЛИГРИМ», 1996. 400 с.

21.«Планъ на урегулированіе С.Петербурга» Высочайше утвержденный 7го Марта 1880 года» (М 1:4200, На 22 листах) // Санкт-Петербург. РНБ К 3–Пб 4 /42.

22.«ПЛАНЪ города С.ПЕТЕРБУРГА съ показаніемъ урегулированія улицъ, назначеннаго по плану Высочайше утвержденному 7–го Марта 1880 года и происшедшихъ съ того времени до 1-го Января 1908 года, измененій въ урегулированіи и наименованіи улицъ, площадей, набережныхъ, мостовъ и проч., последовавшихъ по особымъ ВЫСОЧАЙШЕ утвержденнымъ планамъ и Высочайшимъ повеленіямъ». М 1: 4200 // Санкт–Петербург. РНБ. Отдел картографии. К 3–Пб 4/86.

23.Урочное положеніе на все вообще работы, производящіеся при крепостяхъ, гидротехническихъ сооруженіяхъ и гражданскихъ зданіяхъ. СПб.,1832 (съ измененіями 1835, 1843, 1852, 1869, 1883, 1900, 1914 гг.).

24.Инструкція Строительнымъ Отделеніямъ Губернскихъ и Областныхъ Правленій для руководства при начертаніи плановъ на новую обстройку городовъ и на измененіе существующаго ВЫСОЧАЙШЕ утвержденнаго городскаго регулированія, утвержденная въ С.–Петербурге Министромъ Внутреннихъ делъ Тимашевымъ 25 Февраля 1870 г. Одесса. 1914 г. 10 с.

25.Борисова Е.А., Каждан Т.П. Русская архитектура конца XIX – начала XX века. М., 1971. С. 60.

26. Городское дело. 1909. № 1. С.32.

27.Енакіевъ Ф.Е. Академія Художествъ и Городская Управа о благоустройстве Санктъ–Петербурга // Новое время. 1908. 10 декабря.

28.Городское дело. 1910. № 21. С. 1518.

29.Карповичъ В. О сохраненіи художественнаго облика городов // Труды IV Съезда русскихъ зодчихъ. СПб., 1911 С. 108–115.

30.Лукомскій Г. Архитектурные вкусы современности // Труды IV Съезда русскихъ зодчихъ. СПб., 1911 С. 27–34.

31.Лялевичъ М. Объ архитектурно–художественной обработке мостов и другихъ подобныхъ сооруженій въ городахъ // Труды IV Съезда русскихъ зодчихъ. СПб., 1911 С. 1–4.

32.Баумгартенъ Е., Ильинъ Л. Вандализмъ рекламы // Труды IV Съезда русскихъ зодчихъ. СПб., 1911 С. 68–75.

33.Перетятковичъ М.М. Элементы красоты городовъ. Инициатива и способы осуществленія задачъ въ жизни городовъ // Труды Всероссійскаго съезда художников въ Петрограде. Декабрь 1911 – январь 1912. Т.11. Пг., (1914–1915). С. 64–65.

34. Историческая выставка архитектуры. 1911. СПб., 1912.

Информация об авторах

Семенцов Сергей Владимирович, доктор архитектуры, профессор кафедры архитектурного и градостроительного наследия.

E-mail: s.sementsov@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4

Поступила в сентябре 2017 г.
© Семенцов С.В., 2017

Sementsov S.V.

PROJECT MANAGEMENT SYSTEM IN ST. PETERSBURG - PETROGRADE OF THE EARLY XX CENTURY

The article describes the features of the town planning process control systems St Petersburg at the beginning of the 20th century, taking into account the clarification of the management and development system itself, development of a ramified urban development regulatory framework, allowed even in the conditions of maximum individualization of the author's project activity to maintain spatial ensemble decisions of the entire city's metropolitan structure.

Keywords: *St. Petersburg - Petrograd, city administration, system of legislation and town-planning and architectural normative base, typology of the environment.*

Information about the authors
Sementsov Sergei Vladimirovich, Ph.D., Professor.
E-mail: s.sementsov@mail.ru
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, 190005, Saint-Petersburg, 2-ya Krasnoarmeiskaya st. 4

Received in September 2017
© Sementsov S.V., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ab7161d88.43806115

Кущев Л.А., д-р техн. наук, проф.,
Суслов Д.Ю., канд, техн. наук, доц.,
Рамазанов Р.С., аспирант,
Швыдкая М.А., аспирант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СЖИГАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ЖКХ

boss.rafshan@mail.ru

В качестве газового оборудования, устанавливаемого в жилых домах и хозяйственно-бытовых помещениях, применяются бытовые газовые плиты для приготовления пищи, а также газовые водогрейные котлы для отопления и горячего водоснабжения. Наиболее значимым элементом устройства бытовых газовых плит является газовая горелка. Предложена конструкция газовой горелки оснащённой рассекателем конической формы для бытовой газовой плиты. Проведены экспериментальные исследования процесса сжигания природного газа в горелке разработанной конструкции. Установлены преимущества разработанной горелки по сравнению с горелкой типовой конструкции. Предлагаемая модификация конструкции позволяет снизить расход потребляемого природного газа при работе горелки, повысить тепловую мощность горелки и газового прибора в целом.

Ключевые слова: *газ, горелка, рассекатель, газо-воздушная смесь, газоснабжение.*

Введение. В Российской Федерации ведётся активная работа по газификации населённых пунктов сетевым природным газом. В результате реализации Программы газификации регионов РФ с 2005 по 2016 гг. средний уровень газификации в России вырос с 53,3 % до 67,2 % в том числе в городах – с 60 % до 70,9 %, в сельской местности – с 34,8 % до 57,1 %.

В Белгородской области утверждена пятилетняя программа развития газоснабжения и газификации. Согласно программе, планируется строительство 500 км внутрипоселковых сетей и газификация до 10 тыс. квартир и домовладений. Суммарный объем инвестиций в рамках реализации программы оценивается в 3,4 млрд руб. Уровень газификации Белгородской области к началу 2016 года достиг 99,8 % (в среднем по России – 66,2 %) [1].

В Белгородской области динамично развивается индивидуальное жилищное строительство (ИЖС). Строительство коттеджных посёлков включает работы по проектированию и монтажу современных инженерных систем жизнеобеспечения. При этом большое внимание уделяется разработке и строительству надёжных и безопасных систем газоснабжения, с применением высокоэффективного газогорелочного оборудования. [2–6]. В качестве газового оборудования, устанавливаемого в жилых домах и хозяйственно-бытовых помещениях, применяются бытовые газовые плиты для приготовления пищи, а также газовые водогрейные котлы для отопления и горячего водоснабжения.

Методология. Значения физических параметров, учитываемых в экспериментальном исследовании: объём, температура и время закипания жидкости, получены непосредственно путём совокупности прямых измерений физических величин, с применением соответствующих измерительных приборов: (мерный стакан, градуированный, вместимостью: 1 л, термометр жидкостный ТТЖ-М исп.1, хронометр).

В ходе проведения эксперимента значения израсходованного объёма природного газа определяли методом косвенных измерений, произведением начального значения среднечасового расхода природного газа на значение среднего времени затраченного на закипание жидкости.

Основная часть. Наиболее значимым элементом устройства бытовых газовых плит является газовая горелка. Горелки бытовых газовых плит относятся к типу инжекционных горелок низкого давления [7–9]. В отечественных и зарубежных газовых плитах современного производства применяются газовые горелки, в которых осуществляется диффузионно-кинетический способ сжигания газа, при котором первичный воздух предварительно смешивается с газом, а вторичный воздух поступает непосредственно к микрофакелам головки горелки.

Целью работы является разработка конструкции высокоэффективной горелки и проведение экспериментальных исследований влияния рассекателя конической формы на работу газовой горелки.

В настоящее время используется широкая номенклатура горелок отечественного и зарубежного производства. [10, 11] (рис. 1).

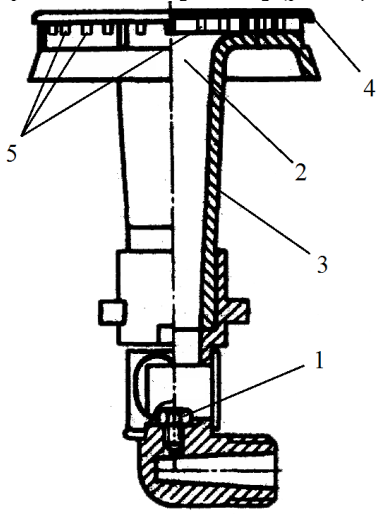


Рис. 1. Компоновочная схема стандартной горелки: 1 – сопло, 2 – камера смешения, 3 – корпус грелки, 4 – крышка, 5 – ряд огневых отверстий

На рис. 1 изображена стандартная типовая газовая горелка. В состав представленного газогорелочного устройства входит: сопло, камера смешения, корпус горелки, крышка, ряд огневых отверстий.

Принцип работы большинства горелок бытовых газовых плит состоит в следующем: струя газа, истекающая из сопла 1 под давлением эжектирует первичный воздух в камеру смешения 2, где происходит первичное образование газовоздушной смеси. Затем газовоздушная смесь поступает к ряду огневых отверстий 5 ограниченных крышкой 4 головки корпуса 3. На выходе газовоздушной смеси из огневых отверстий происходит естественный подвод вторичного атмосферного воздуха и последующее воспламенение [12–14].

Основными целями исследования в разработке конструкций и устройств горелок стола бытовых газовых плит являются повышение их коэффициента полезного действия и соответствие санитарно-гигиеническим требованиям. Достигается это работами в следующих направлениях:

– использование современных материалов при изготовлении горелок, имеющих более гладкую поверхность, что способствует уменьшению трения при движении газовоздушной смеси, а также снижению металлоёмкости.

– применение в конструкции горелок устройств, обеспечивающих улучшенное смесеобразование: турбулизаторы, дополнительные каналы завихрители, волнообразные выступы и т. д.

– применение в конструкции горелок устройств, обеспечивающих предварительный подогрев газовоздушеой смеси перед сжиганием, а также организацией рециркуляции продуктов сгорания.

Известно, что подогрев газовоздушной смеси повышает устойчивость и полноту сгорания газа, что следовательно ведёт к уменьшению количества образующихся вредных веществ. С этой целью горелки различных конструкций преобразуются и оснащаются дополнительными элементами, такими как: тепловые элементы, часть которых расположена в пламени, в результате чего газовоздушная смесь подогревается; размещением в полости головки горелки радиальных рёбер, каналов и камер.

Нами предложена конструкция газовой горелки бытовой газовой плиты, оснащённая рассекателем конической формы (рис. 2).

Основными конструктивными элементами предлагаемой газовой горелки являются: сопло, камера смешения, конический рассекатель, являющийся неотъемлемой частью крышки и отверстия выхода газовоздушной смеси.

Применение рассекателя способствует стабилизации течения потоков движущейся внутри газовой горелки газовоздушной смеси, приводит к снижению величины местного сопротивления. Также обеспечивает предварительный подогрев газовоздушной смеси за счёт процесса теплопередачи от пламени через крышку с рассекателем к газовоздушной смеси.

Для проведения экспериментальных исследований разработан и изготовлен экспериментальный образец горелки оснащённой рассекателем конической формы (рис. 3).

Суть эксперимента заключается в определении времени (Т, сек) затрачиваемого на достижения температуры кипения (до t_2 = 100 °С) водопроводной воды начальной температурой t_1 = 14 °С и объёмом V = 1 л, и температуре окружающего воздуха $t_{окр.возд.}$= 20 °С, для двух случаев:

1. Работа газовой плиты с горелкой типовой конструкции;

2. Работа газовой плиты с горелкой оснащённой рассекателем.

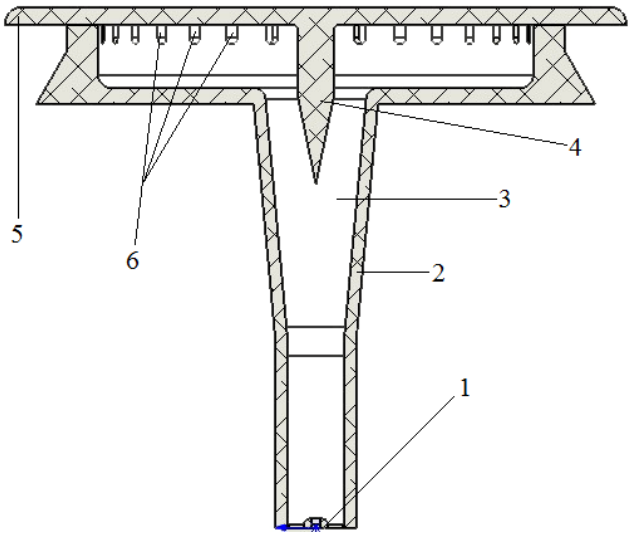
Исследования проводились на бытовой газовой плите фирмы Gefest 3100-07. В качестве объекта исследования использовались:

– горелка быстрого действия (номинальной тепловой мощностью $N_{ном}$ = 3,05 кВт, максимальным расходом газа $L_{мах}$ = 1028 л/ч) стола бытовой газовой плиты GEFEST 3100-07 [15].

– модифицированная горелка с рассекателем.

Для достоверности полученных результатов эксперимента количество повторных опытов составило – 5.

Результаты натурного эксперимента представлены в табл. 1 и рис. 4.



а)

Рис. 2. Газовая горелка с коническим рассекателем
1 – сопло, 2 – корпус горелки, 3 – камера смешения,
4 – конический рассекатель,
5 – крышка, 6 – огневые отверстия

б)

Рис. 3. Экспериментальный образец газовой горелки с коническим рассекателем

Таблица 1

Среднее время, затраченное в ходе эксперимента на подогрев воды до определённой температуры при работе исследуемых горелок

Горелка не оснащённая рассекателем										
Температура, °С	14	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Время, сек	0,00	64,94	132,30	201,75	271,67	344,04	419,88	499,89	603,62	762,97
Горелка оснащённая рассекателем										
Температура, °С	14	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Время, сек	0,00	69,57	135,56	196,98	265,68	332,32	403,61	477,69	571,54	706,19

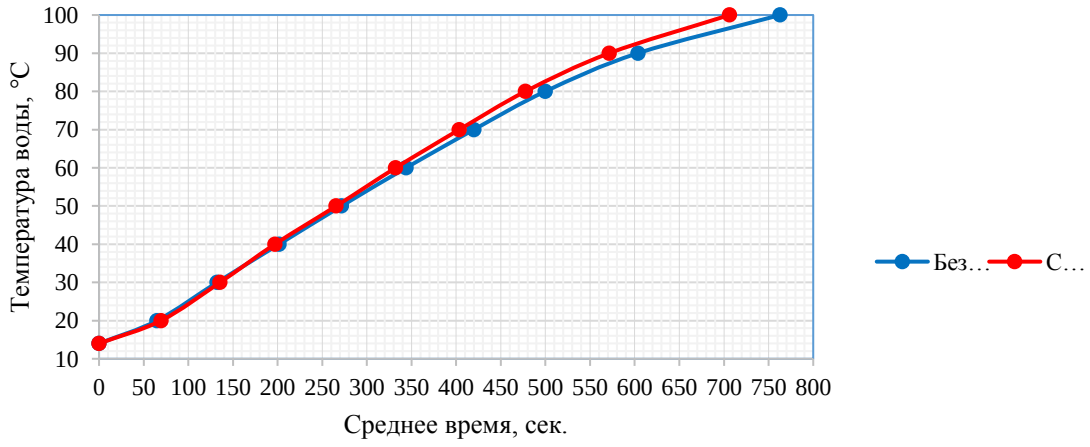


Рис. 4. График зависимости времени закипания от конструкций горелок

Выводы. Анализируя результаты экспериментальных данных можно сделать вывод, что

при использовании горелки с рассекателем закипание воды происходит на 56,78 секунд раньше, чем горелки не оснащённой рассекателем.

При этом учитывая среднечасовой расход газа равный 0,558 м^3/ч [16] в случае применения горелки не оснащённой рассекателем закипание 1 литра воды происходит за время равное 762,97 секундам, при этом израсходовано 0,118 м^3 природного газа.

Для горелки оснащённой рассекателем закипание 1 литра воды происходит за время равное 706,19 секунд и при этом израсходовано 0,109 м^3 природного газа, то есть применение газовой горелки разработанной конструкции позволяет сэкономить около 7,4 % природного газа.

Таким образом применение предлагаемого газогорелочного устройства бытового назначения, оснащённого рассекателем конической формы, позволяет повысить тепловую мощность, достичь высокой экономичности горелки и газового прибора в целом. В итоге результаты данного исследования вносят ощутимый вклад в усовершенствование и повышение экономичности бытового газового оборудования систем газоснабжения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белгородская региональная компания по реализации газа [Электронный ресурс]: офиц. сайт. Белгород, 2017. URL: http://www.belregiongaz.ru/press-center/detail.php?ID=6511 (дата обращения: 02.02.2017).

2. Альмохаммед О.А., Кузнецов В.А. Численное исследование закономерностей горения природного газа в вертикальной топке // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. №2. С. 163–167.

3. ГОСТ Р 54450-2011 Приборы газовые бытовые для приготовления пищи. Часть 2-1. Рациональное использование энергии. Общие положения. Введ. 2012-07-01. М.: Стандартинформ, 2012. С. 4.

4. Кущев Л.А., Суслов Д.Ю., Рамазанов Р.С., Швыдкая М.А. Использования альтернативного газообразного топлива (биогаза) в системах газоснабжения / 70-я Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства» (5-7 апреля 2017 года), Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2017. С. 132–135.

5. Ilbas M., Sahin M., Karyeyen S. Combustion Behaviours of Different Biogases in an Existing Conventional Natural Gas Burner: An Experimental Study // International Journal of Renewable Energy Research. 2016. Vol. 6. №. 3. Pp. 1178-–1188.

6. Кязимов К.Г. Справочник работника газового хозяйства: Справочное пособие. М.: Высш. шк., 2006. 278с.

7. Иванов Ю.В. Газогорелочные устройства, перераб. и доп. М.: Недра, 1972. 276 с.

8. Карауш С.А. Расчет газовых горелок: методические указания к практическим занятиям. Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. 36 с.

9. Тененев В.А., Губерт А.В., Михайлов Ю.О. Корепанов М.А. Исследование процессов в газовых горелках для бытовых плит // Химическая физика и мезоскопия: Институт механики Уральского отделения РАН (Ижевск), 2010, №1 (10) С. 45–53.

10. Пелипенко В.Н. Круглов А.А., Горелки стола бытовых газовых плит // СОК. 2007. №2. С. 52–56.

11. Винтовкин А.А. Современные горелочные устройства (конструкции и технические характеристики): Справочное издание. М.: Машиностроение-1, 2001. 496 с.

12. Бытовые газовые приборы: Методические указания к лабораторным и практическим занятиям. Сост. М. Е. Орлов. Ульяновск: УлГТУ, 2004. 32 с.

13. Рамазанов Р.С., Суслов Д.Ю., Кущев Л.А., Разработка газовой горелки для сжигания биогаза // Наукоемкие технологии и инновации: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (Белгород), 2014, С. 195–198.

14. Kolienko V., Kolienko A. Generation and use of synthesis gas from low grade types of fuel // Rocznik ochrona srodowiska. 2011. Vol.13. № 1. Pp. 471–484.

15. Плиты газовые бытовые четырёхгорелочные: Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и установке 1200.00.0.000 РЭ СП ОАО «БРЕСТГАЗОАППАРАТ» Республика Беларусь. 30 с.

16. Ионин А.А., Жила В.А., Архитихович В.В., Пшоник М.Г. Газоснабжение. Изд-во АСВ, 2012. 472 с.

Информация об авторах

Кущев Леонид Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры Теплогазоснабжения и вентиляции.
E-mail: gtu324@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Суслов Денис Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры Теплогазоснабжения и вентиляции.
E-mail: suslov1687@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Рамазанов Рафшан Салманович, аспирант кафедры Теплогазоснабжения и вентиляции.
E-mail: boss.rafshan@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Швыдкая Мария Аркадьевна, аспирант кафедры Теплогазоснабжения и вентиляции.
E-mail: maria2186@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Кущев Л.А., Суслов Д.Ю., Рамазанов Р.С., Швыдкая М.А., 2017

Kuschev L.A., Suslov D.Y., Ramazanov R.S., Shvydka M.A.
THE INTENSIFICATION OF THE PROCESS OF NATURAL GAS COMBUSTION IN GAS SUPPLY SYSTEMS HOUSING AND COMMUNAL SERVICES

As gas equipment installed in apartment houses and utility rooms, household gas cookers for cooking food are used, as well as gas hot water boilers for heating and hot water supply. The most significant element of the device of household gas stoves is a gas burner. The design of a gas burner equipped with a conical shape for a household gas cooker is proposed. Experimental studies of the process of burning natural gas in the burner of the designed design have been carried out. The advantages of the developed burner in comparison with the burner of the standard design are established. The proposed modification of the design allows reducing the consumption of natural gas consumed during the operation of the burner, increasing the thermal power of the burner and the gas appliance as a whole. In conclusion, the results of this study make a tangible contribution to improving and improving the cost-effectiveness of household gas equipment for gas supply systems.

Keywords: *gas, burner, splitter, gas-air mixture, gas supply.*

Information about the authors

Kuschev Leonid Anatolyevich, Ph.D., Professor.
E-mail: gtu324@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Suslov Denis Yuryevich, PhD, Assistant professor.
E-mail: suslov1687@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Ramazanov Rafshan Salmanovich, Postgraduate student.
E-mail: boss.rafshan@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Shvydka Maria Arkadevna, Postgraduate student.
E-mail: maria2186@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Kuschev L.A., Suslov D.Y., Ramazanov R.S., Shvydka M.A, 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ab7ca4ff7.55606117

Ястребинская А.В., канд. техн. наук, доц.,
Едаменко А.С., канд. техн. наук, доц.,
Дивиченко И.В., аспирант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И ПУТИ ЕГО СНИЖЕНИЯ*

karanna1@mail.ru

Проведен анализ производственного травматизма в Российской Федерации. Выявлено, что уровень мужского травматизма выше женского и с 2011 по 2015 гг. снизился почти в 1,5 раза, в то время как уровень женского остается практически неизменным. Данная статистика не охватывает сокрытые несчастные случаи на производстве. Выявлены основные причины производственного травматизма, одним из основных путей снижения которого является разработка автоматизированной системы микрообучения и предсменного тестирования знаний работников предприятий (система допуска к работам повышенной опасности), позволяющая решать вопросы управления безопасностью труда.

Ключевые слова: *производственный травматизм, сокрытые несчастные случаи, охрана труда, обучение, предсменное тестирование.*

Введение. Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин оказывают отрицательное влияние на показатели здоровья, что обусловлено их высокой распространенностью среди различных групп населения и высокими показателями неблагоприятных социальных последствий: временной и стойкой утратой трудоспособности, смертностью. По оценкам Международной организации труда, около 2,3 млн. мужчин и женщин ежегодно погибают в результате несчастных случаев на рабочем месте или связанных с работой заболеваний – в среднем 6 000 человек ежедневно. Во всем мире ежегодно регистрируется примерно 340 млн. несчастных случаев на производстве и 160 млн. случаев профессиональных заболеваний. Одна из причин такого явления, связана с отсутствием или недостаточностью данных об условиях труда работающих [1–3].

Методология. Анализ производственного травматизма проводился на основе статистических материалов динамики производственного травматизма в РФ.

В процессе исследования были использованы методы системного анализа, структурно-функционального анализа, графическая интерпретация эмпирико-фактологической информации.

Основная часть. В течение двух последних десятилетий на многих предприятиях РФ происходит старение основных производственных фондов, ухудшается контроль и инструктирование по охране труда, снижается качество обучения охране труда, сокращается численность службы охраны труда. Всё это неизбежно ведет к росту доли занятых во вредных и опасных условиях труда (рис. 1) [4–8].

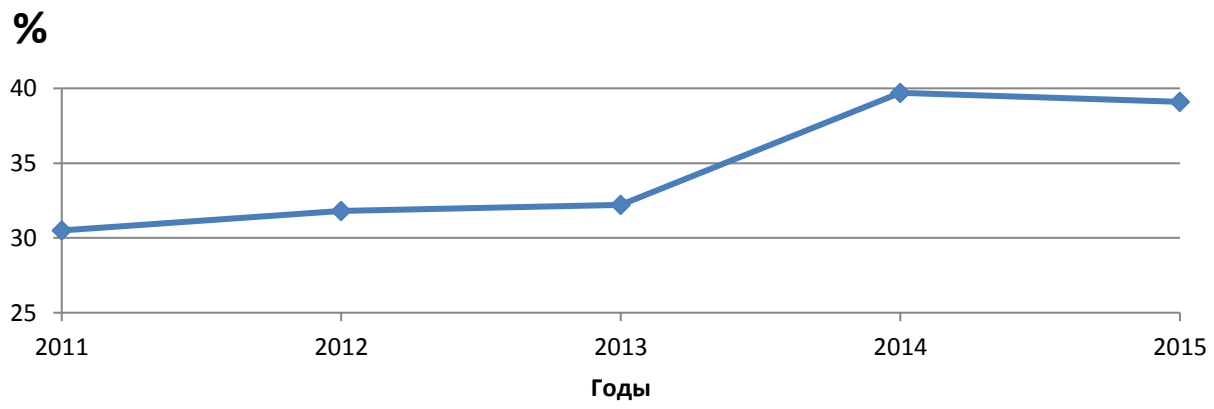


Рис. 1. Динамика удельного веса работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда

Особенно неблагополучная ситуация складывается при добыче полезных ископаемых, в металлургическом производстве и производстве готовых металлических изделий, обработке древесины и производстве изделий из дерева, производстве кокса, нефтепродуктов, ядерных материалов и в других видах промышленности [9–11].

Производственный травматизм является прямым следствием неудовлетворительных условий и охраны труда и приводит к значительным потерям трудового потенциала страны.

Статистический учет производственного травматизма в РФ ведется Федеральной службой государственной статистики (Росстат), Федеральной службой по труду и занятости (Роструд) и Фондом социального страхования Российской Федерации. Причем данные этих органов отличаются друг от друга, так как формируются на основе различных методологических подходов. Анализ производственного травматизма, представленный в данной работе, выполнен на основе данных Росстата и Роструда.

В России, не смотря на ухудшающиеся условия труда, официально регистрируемые показатели производственного травматизма снижаются (рис. 2) [4–9].

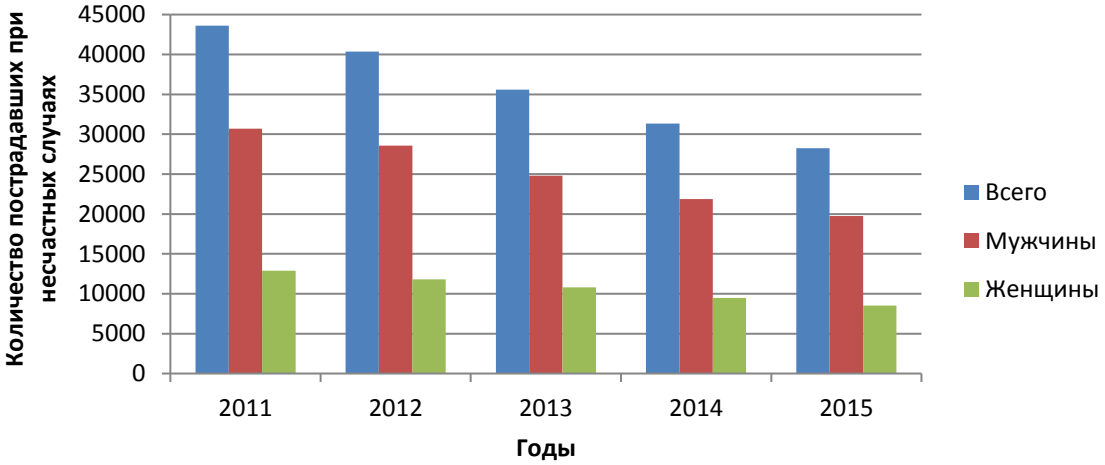


Рис. 2. Динамика производственного травматизма в Российской Федерации

Так, за последние 5 лет уровень травматизма снизился почти в 1,5 раза. Несмотря на то, что показатели травматизма снизились во всех отраслях промышленности, по-прежнему его уровень остается высоким в обрабатывающей отрасли, сельском хозяйстве, строительстве и на транспорте. Необходимо отметить, что производственный травматизм среди мужчин значительно выше, чем у женщин. Это связано с тем, что мужчины заняты в более тяжелых и травмоопасных профессиях, а также с их психосоциальными особенностями. Отличается и динамика: всего за 5 лет регистрируемый показатель мужского травматизма сократился почти в 1,6 раз, а уровень женского остается примерно стабильным.

Зачастую некоторые руководители как структурных подразделений, так и предприятий в целом, пытаются скрыть факт наступления несчастного случая на производстве. Кроме того, к категории сокрытых относят групповой или тяжелый несчастный случай, сообщение о котором пришло в государственную инспекцию труда более чем через сутки. Сокрытие несчастных случаев на производстве связано с тем, что нарушение требований охраны труда, приведших к производственной травме, грозит руководству организации дисциплинарной, административной и даже уголовной ответственностью. Это могут быть выговор, увольнение, штрафы, составляющие несколько тысяч рублей, полная остановка производства до выяснения причин произошедшего.

Количество выявленных сокрытых несчастных случаев на производстве по данным Роструд представлено на рис. 3 [4–9].

Как видно из рис. 3, количество выявленных сокрытых несчастных случаев за исследуемый период снизилось практически в 2 раза, в то время как число сокрытых несчастных случаев со смертельным исходом только в 1,3 раза.

С целью снижения количества сокрытых несчастных случаев на производстве ежегодно на территории Российской Федерации проводится более 130000 проверок уполномоченными должностными лицами федеральной инспекции труда. С каждым годом количество проверок увеличивается, но при этом охватывает лишь 1,6 % всех подконтрольных субъектов, хотя согласно документам Международной организации труда должен составлять 15–20 %. При этом количество выявленных нарушений ежегодно остается на одном и том же уровне. Сведения о проведенных проверках и выявленных нарушениях за 2014-2015 гг. представлены в табл. 1 [4–9].

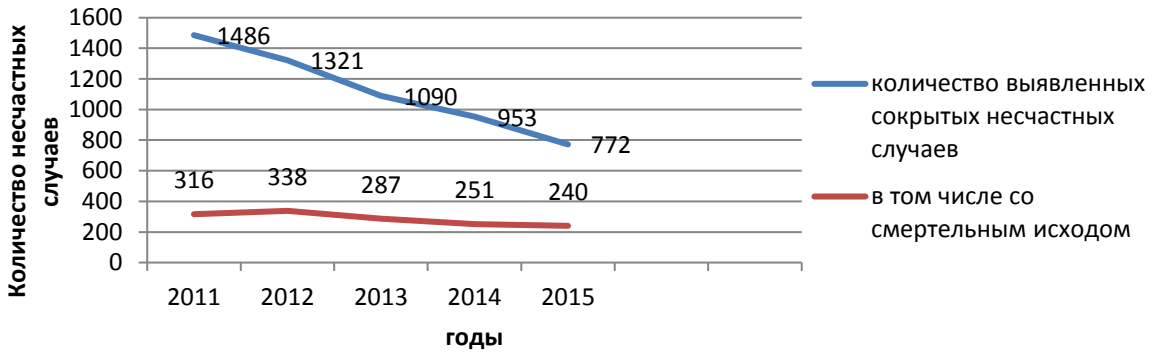


Рис. 3. Количество выявленных сокрытых несчастных случаев на производстве по данным Роструд за 2011–2015 гг.

Таблица 1

Сведения о нарушениях законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, выявленных в 2014-2015 годах

№ п/п	Вид экономической деятельности	проведено проверок		выявлено нарушений	
		2014	2015	2014	2015
по всем проверенным хозяйствующим объектам		132557	138475	631170	582337
1	Сельское хозяйство	6706	5870	42743	31127
2	Добыча полезных ископаемых	2937	2820	13163	13163
3	Обрабатывающие производства	14652	14765	77401	76288
4	Строительство	16376	16789	79597	84368
5	Торговля, ремонт автотранспортных средств, бытовых приборов и предметов личного пользования	22344	24433	98028	87519
6	Транспорт	7761	8236	33785	34267
7	Образование	11636	10513	62329	41883
8	Здравоохранение и предоставление социальных услуг	8413	8404	44610	34704
9	Предоставление коммунальных, социальных и персональных услуг	9299	9843	41055	38147
10	Другие виды экономической деятельности	32433	36802	138459	140871

Согласно данным табл. 1, на одну проверку в среднем приходится 4 выявленных нарушений. Наибольшее количество выявленных нарушений трудового законодательства приходится на сельское хозяйство (5,3–6,4 нарушений) и обрабатывающую промышленность (5–5,3 нарушений). Результаты проведенных проверок представлены в табл. 2 [4–9].

Таблица 2

Результаты проверок 2014-2015 гг.

Наименование показателя	2014 г.	2015 г.
Общее количество предписаний, выданных по результатам проведения проверок	106768	108473
Общее количество постановлений о назначении административного наказания в виде штрафа	144804	173044
Применены меры в виде временного запрета деятельности	1260	60
Привлечено к дисциплинарной ответственности работников, виновных в допущенных нарушениях требований трудового законодательства	4732	3828
Количество материалов, направленных в органы прокуратуры и следствия в целях рассмотрения вопроса о привлечении к уголовной ответственности лиц, виновных в допущенных нарушениях требований трудового законодательства	9550	8612

Анализируя данные табл.2, можно сделать вывод об увеличении общего количества предписаний и административных наказаний в виде штрафа, в то время, как количество материалов, направленных в органы прокуратуры и следствия, за указанный период, снижается. Из об-

щего количества материалов, направленных в органы прокуратуры и следствия, порядка 85 % связаны с несчастными случаями на производстве.

Распределение выявленных нарушений представлено на рис. 4 [4–9].

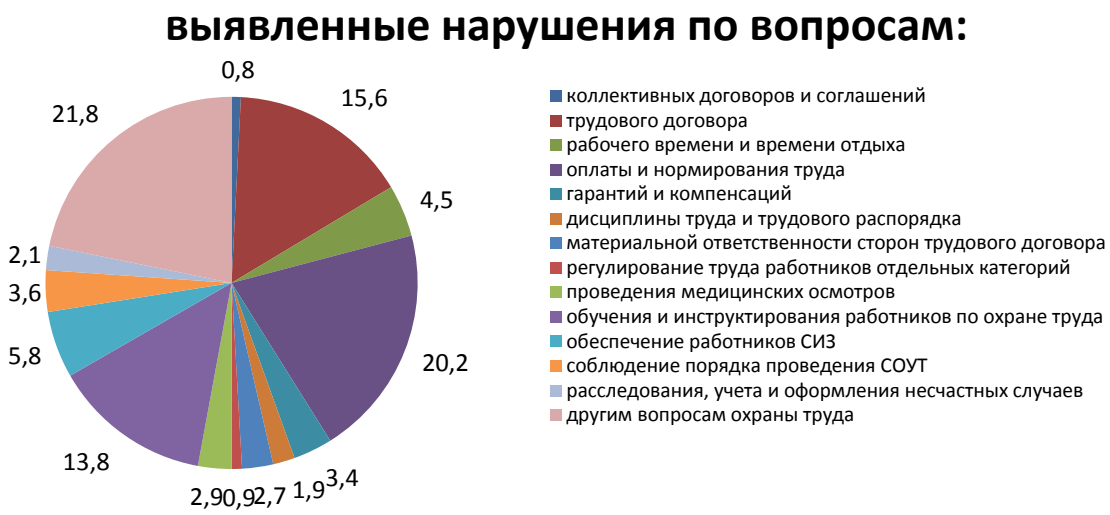


Рис. 4. Распределение выявленных нарушений в процентах к общему количеству нарушений

Среди выявленных нарушений чаще всего встречаются нарушения по вопросам трудового договора, оплаты и нормирования труда, обучения и инструктирования работников по охране труда.

Статистика численности пострадавших на производстве по причинам несчастных случаев проводится 1 раз в 3 года. В соответствии с данными этой статистики основными причинами несчастных случаев являются: неудовлетворительная организация работ и нарушение трудовой и производственной дисциплины – 20 %; недостатки в обучении безопасным приемам труда и неприменение средств защиты – 10 %; несовершенство машин и механизмов, нарушение требований безопасности при эксплуатации технологического оборудования и неудовлетворительное состояние зданий, сооружений и т.д. – 19,5 % [12].

Выводы. Таким образом, снижение производственного травматизма возможно исключительно путём его предупреждения. На наш взгляд, одним из основных направлений снижения производственного травматизма является разработка автоматизированной системы микрообучения и предсменного тестирования знаний работников предприятий (система допуска к работам повышенной опасности), позволяющая решать вопросы управления безопасностью труда.

Уже сейчас на некоторых предприятиях добывающей отрасли введен постоянный предсменный контроль знаний по охране труда и промышленной безопасности [13–15]. Данный вид контроля включает в себя необходимость работника ответить на один случайный вопрос по безопасным приемам работы в рамках его специальности. Такой контроль позволяет проводить индивидуальную работу с работником, т.к. результаты тестирования направляются непосредственному начальнику и руководителю службы охраны труда и промышленной безопасности, что учитывается при формировании тематики последующего обучения или проведения инструктажа.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Здравоохранение в России. 2011: Стат. Сб. / Росстат. М., 2011. 326 с.

2. Здравоохранение в России. 2011: Стат. Сб. / Росстат. М., 2013. 332 с.

3. Здравоохранение в России. 2015: Стат. Сб. / Росстат. М., 2015. 174 с

4. Российский статистический ежегодник. 2011: Стат. Сб./Росстат. Р76 М., 2011. 731 с.

5. Российский статистический ежегодник. 2012: Стат. Сб./Росстат. Р76 М., 2012. 775 с.

6. Российский статистический ежегодник. 2013: Стат. Сб./Росстат. - Р76 М., 2013. – 717 с.

7. Российский статистический ежегодник. 2014: Стат. Сб./Росстат. Р76 М., 2014. 696 с.

8. Российский статистический ежегодник. 2015: Стат. Сб./Росстат. Р76 М., 2015. 728 с.

9. Ястребинская А.В., Едаменко А.С., Дивиченко И. В., Матвеева Л.Ю. К вопросу о производственном травматизме в горнодобывающей отрасли на примере Белгородской области //

Вестник гражданских инженеров. 2017. № 3 (62) С. 273–279.

10. Абитова Ш.Ю., Абильтарова Э.Н. Анализ производственного травматизма в зависимости от причин возникновения // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2011. № 29. С. 83–86

11. Качалов Н.А., Кукин Ю.С., Михина Т.В. Анализ тенденций динамики производственного травматизма в российской федерации // Безопасность жизнедеятельности. 2011. № 11. С. 2–6.

12. Стась Г.В., Сарычев В.И., Пушкарев А.Е., Овсянников Г.Д. Анализ производственного травматизма и аварийности в горнорудной и нерудной промышленности // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2011. № 2. С. 137–143.

13. Семейкин А. Ю., Хомченко Ю. В. Совершенствование профессиональной подготовки специалистов по направлению «техносферная безопасность» за счет внедрения в учебный процесс автоматизированных систем мониторинга условий труда // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 15.

14. Климова Е.В., Рыжиков Е.Н. Снижение производственного травматизма путем совершенствования системы управления охраной труда // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2017. № 1. С. 41–51.

15. Климова Е.В., Калатози В.В., Лубенская О.А. Инновационный подход к подготовке специалистов в области охраны труда // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 4. С. 205–207.

Информация об авторах

Ястребинская Анна Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасность жизнедеятельности.
E-mail: karanna1@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Едаменко Алена Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасность жизнедеятельности.
E-mail: a-edamenko@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Дивиченко Ирина Владимировна, аспирант кафедры безопасность жизнедеятельности.
E-mail: ira.divichenko@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Ястребинская А.В., Едаменко А.С., Дивиченко И.В., 2017

Yastrebinskaya A.V., Edamenko A.S., Divichenko I.V.

ANALYSIS OF OPERATIONAL INJURIES AND WAY OF ITS DECREASE

The analysis of operational injuries in the Russian Federation is carried out. It is revealed that the level of male traumatism is higher women's and from 2011 to 2015 decreased almost by 1,5 times while level women's remains almost invariable. This statistics does not cover the hidden industrial accidents. The main reasons for operational injuries are established, one of the main paths of decrease in which is the development of the automated system of microtutoring and preremovable testing of knowledge of employees of the enterprises (the system of the admission to works of the increased danger) allowing to resolve issues of management of safety of work.

Keywords: *operational injuries, the hidden accidents, labor protection, tutoring, preremovable testing.*

Information about the authors

Yastrebinskaya Anna Viktorovna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: karanna1@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Edamenko Alena Sergeevna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: a-edamenko@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Divichenko Irina Vladimirovna, Postgraduate student.
E-mail: ira.divichenko@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Yastrebinskaya A.V., Edamenko A.S., Divichenko I.V., 2017

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI: 10.12737/article_5a001ab8643d64.03838344

Ключникова Н.В., канд. техн. наук, доц.,
Пискарева А.О., студент
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО ВОСКА ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ

4494.55@mail.ru

На данный период в мире существует более 600 различных типов и видов полимерных отходов. Совершенного решения экологической проблемы не существует, по этой причине решение задачи переработки и утилизации полимерных отходов остается актуальной. Работа посвящена проблеме утилизации и переработки отходов производств полиэтиленовых труб. Полиэтиленовые технологические отходы – это важное сырье, которое возможно переработать и повторно запустить с целью изготовления полиэтиленовых материалов либо как сырье для извлечения мономеров, олигомеров, смазочных масел, стройматериалов. Темоокислительная деструкция полиэтилена-представляет наиболее интересный способ утилизации для малотоннажных производств, так как этот метод позволит не только перерабатывать и утилизировать, но и производить новую продукцию. Для получения воска методом термоокислительной деструкции были использованы отходы полиэтилена низкого давления. Дефференциально-термическим анализом определенны температурыплавления и деструкция воска. Установлена температура каплепадения и молекулярная масса синтезированного воска. Рассмотрены области возможного применения воска.

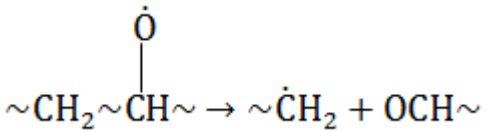
Ключевые слова*: полиэтилен, деструкция, температура плавления, структура, молекулярная масса.*

Введение. В последнее время, огромное значение представляет собой вторичная переработка полимеров с получением использованных материалов, товаров и продуктов, подходящих к последующему использованию [1–2]. Согласно банку данных ГУП “Пром-отходы”, наиболее многотоннажным видом в общей массе генерируемых полимерных отходов промышленного потребления считаются полиэтиленовые. Рецикл отходов полиэтилена (ПЭ) составляет 40 %, остальные 60 % вывозятся на полигоны [3]. Утилизация полиэтиленовых, промышленных отходов считается не менее затрудненным и дорогостоящим делом, нежели производство продукции из полимеров, по этой причине большая часть отходов складируют одновременно с иным мусором на свалках.

Полностью безотходных технологий в природе не существует, по этой причине необходимо заниматься не только разработкой малоотходных технологий, но поиском новых методов утилизации полимерных отходов. Темоокислительная деструкция ПЭ представляет наиболее интересный способ для малотоннажных производств, так как этот способ позволяет не только перерабатывать и утилизировать, но и производить новую продукцию.

Методология. При разработке утилизации и переработки промышленных отходов полиэтиленовых труб использовали полиэтилен низкого давления (ПЭНД). В качестве окислителя был выбран пероксид водород. Термоокислительную деструкцию проводили при температуре160 ºС. Определение молекулярной массы осуществляли на капиллярном вискозиметре «Уббелоде». Термический анализ полимерного воска определяли методом дифференциально-термического анализа (ДТА), исследование проводили на дериватографе системы Paulik-Erdey фирмы «МОМ». Температуру каплепадения синтезированного воска проводили по ГОСТ 6793–74.

Основная часть. Наиболее вероятный механизм разрыва полимерной цепи при окислении ПЭ пероксидом водорода – распад радикалов:



Можно предложить и другие механизмы разрыва цепи, например:

1. $\sim CH_2 \sim \underset{\dot{O}}{CH} \sim \rightarrow \sim \dot{C}H_2 + OCH \sim$

2. $\sim CH_2 \sim CH_2 \sim \dot{C}H \rightarrow \sim \dot{C}H_2 + CH_2 \sim CH \sim$

3. $\sim \underset{O\dot{O}}{CH} \sim CH_2 \sim CH_2 \sim \rightarrow \sim CH\dot{O} + \dot{O}CH_2 \sim CH_2 \sim$

4. $\sim CH_2 \sim CH_2 \sim \dot{C}H \rightarrow \sim \dot{C}H_2 + CH_2 \sim CH \sim$

5. $2 \sim CH_2 \sim \underset{O\dot{O}}{CH} \sim \rightarrow 2 \sim CH_2 \sim \underset{\dot{O}}{CH} \sim + O_2$

Реакции 3 и 4 играют заметную роль выше 200 °С. Образовавшийся по реакции 5 радикал, распадается в дальнейшем по реакции 1. В простейшем случае распад концевых макрорадикалов ведет к образованию мономера:

$$\sim CH_2 \sim CH_2 \sim \dot{C}H_2 \rightarrow \sim \dot{C}H_2 + CH_2 = CH_2$$

Измельченные отходы ПЭ помещали в лабораторный реактор, который позволил вводить окислитель в массу образцов при температуре равной температуре плавления ПЭ. Под воздействием тепла и окислителя, в качестве которого использовали пероксид водорода с концентрацией 10 % по массе, происходила термоокислительная деструкция ПЭ. Деструкцию наблюдали по изменению вязкости расплавов визуально и по скорости истечению при переходе от режима окисления к режиму термоокислительной деструкции.

Термоокислительную деструкцию проводили путем нагревания, окисленного ПЭ в термостате, содержащем в качестве теплоносителя глицерин.

С целью определения температур плавления и деструкции полученного воска был проведен термический анализ методом DTA, который позволил определить температурный интервал между началом и концом плавления, а также температуру плавления основной группы компонентов, присутствующей в воске.

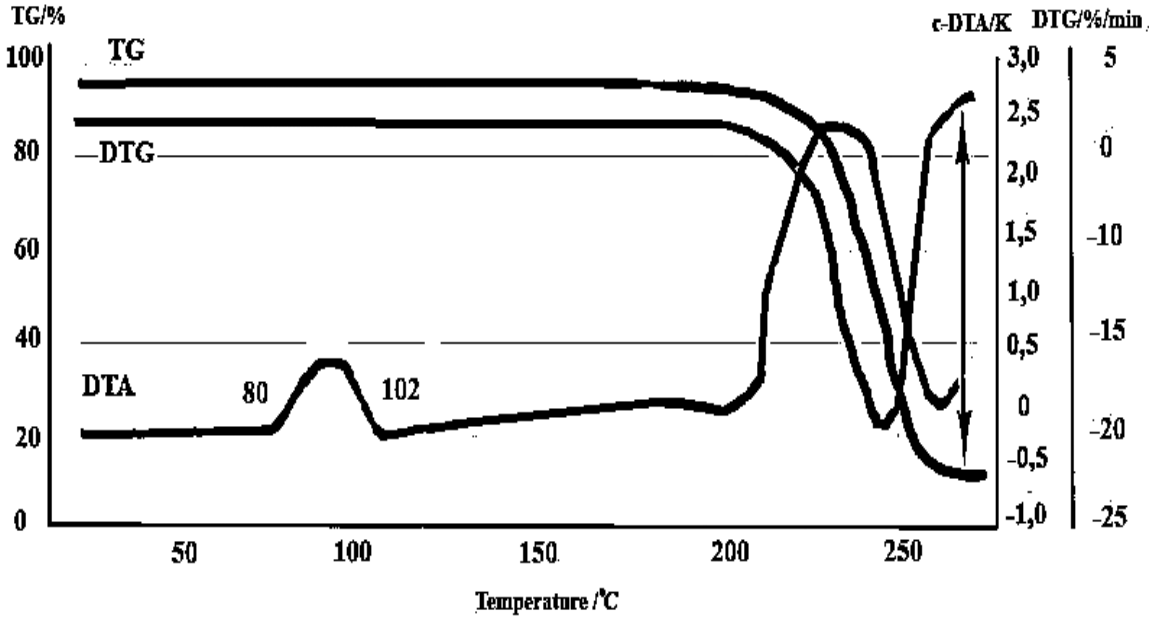


Рис. 1. Дифференциально-термический анализ воска

Видно (рис. 1), что кривая ДТА имеет два экзотермических эффекта с максимумами при 99 °С и 225 °С. Первый пик характеризует температурный интервал между началом и концом плавления, как видно начало плавления воска начинается при 80 °С и заканчивается 102 °С, что соответствует нормам для промышленных марок полиэтиленовых восков. Второй пик, совпадает с пиком DTG и с минимумом кривой TG, что свидетельствует о начале потери массы при температурах 205 °С и переходе при деструкции воска в низкомолекулярное состояние.

Средневязкостную молекулярную массу синтезированного воска определяли вискозиметрическим методом по уравнению Марка-Хаувинка-Флори:

$$[\eta] = K M^{\alpha},$$

где [η] – характеристическая вязкость, *K* и *α* – постоянные.

Молекулярную массу воска рассчитывали, используя значение полученной косвенным методом характеристической вязкости. По результатам пяти измерений молекулярная масса воска составила 3600, что согласуется с литературными данными (3500–4000).

Выводы.

Показана принципиальная возможность получения полиэтиленового воска из отходов производств полиэтиленовых труб ООО «ХИМал» с использованием окислителя пероксида водорода. Температура термоокислительной деструкции в предложенном методе в 1,5–2 раза ниже известных промышленных способов. Установлены температуры плавления и деструкции синтезированного воска.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Быстров Г.А., Гальперин В.М., Титов Б.П. Обезвреживание и утилизация отходов в производстве пластмасс. Л.: Изд. Химия, 1982. 264 с.

2. Шубов Л.Я. Обращение с отходами: мировые тенденции // Научно-практический журнал ТБО. 2010. № 6. С. 10–13.

3. Иванов С.В. Состояние и перспективы развития рынка полиэтилена в России и странах СНГ // Международные новости мира пластмасс. 2006. №3. С. 4–10.

Информация об авторах

Ключникова Наталья Валентиновна, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии

E-mail: 4494.55@vail.ru

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

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

Пискарева Анастасия Олеговна, студент кафедры теоретической и прикладной химии.

E-mail: a.burdasova@inbox.ru

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

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

Поступила в сентябре 2017 г.

© Ключникова Н.В., Пескарева А.О., 2017

Klyuchnikova N.V., Peskareva A.O.

PRODUCTION OF POLYMER WAX FROM WASTE PRODUCTION FROM POLYETHYLENE PIPES

At this time in the world there are more than 600 different types and types of polymer waste. There is no perfect solution to the environmental problem, for this reason the solution of the problem of processing and utilization of polymer waste remains relevant. The work is devoted to the problem of recycling and processing of waste products of polyethylene pipes. Polyethylene technological waste is an important raw material, which can be processed and restarted for the purpose of manufacturing polyethylene materials or as a raw material for the extraction of monomers, oligomers, lubricating oils, building materials. The thermo-oxidative destruction of polyethylene is the most interesting method of utilization for small-scale production, since this method will not only recycle and utilize, but also produce new products. Waste of low-density polyethylene was used to obtain wax by thermal-oxidative destruction. Differential-thermal analysis determined the melting points and destruction of wax. The dropping point and the molecular weight of the synthesized wax are established. Areas of possible wax application are considered.

***Keywords**: polyethylene, destruction, melting point, structure, molecular weight.*

Information about the authors
Klyuchnikova Natalya Valentinovna, PhD, Assistant professor.
E-mail: 4494.55@vail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Piskareva Anastasia Olegovna, Bachelor student.
E-mail: a.burdasova@inbox.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Klyuchnikova N.V., Peskareva A.O., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ab8e84fa1.2222691

[1]Федосов С.В., академик РААСН, д-р техн. наук, проф.,
[2]Баканов М.О., канд. техн. наук,
[2]Никишов С.Н., аспирант
[1]Ивановский государственный политехнический университет
[2]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВАРИАТИВНОСТЬ ПОДХОДОВ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПЕНОСТЕКОЛЬНОЙ ШИХТЫ

mordov5988@mail.ru

В работе проведен анализ применяемых методов математического моделирования тепловых процессов в ходе высокотемпературной обработки пеностекольной шихты. Показано, что существующие модели не в полной мере отражают протекающие физические процессы в материале. Анализ недостатков и достоинств существующих способов решения уравнений тепломассопереноса, позволил определить наиболее оптимальный. Предложенный способ позволяет свести нелинейную задачу к нескольким линейным, при этом обеспечивая достаточно высокую точность расчетов. В рамках феноменологической постановки задачи необходимо рассматривать трехмерные температурные поля как внутри самой пеностекольной шихты, так и внутри металлической формы для вспенивания. Необходимо учитывать нестационарность процесса по времени и динамику изменения макрофизичесикх величин. Так же стоит отметить, что в условиях термической обработки материала шихты происходит сложный теплообмен. Распределение температурных полей по пеностекольной шихте проходит от приповерхностных областей шихты к центру. Первая задача исследования состоит в том, чтобы найти и описать распределение температурных полей в объеме пеностекольной шихты с учетом изменения макрофизических параметров в пеностекольной шихты, вследствие постепенного формирования пористости материала шихты от периферии к центру. Вторая задача состоит в том, чтобы найти условия для равномерного формирования пор по объему материала. В работе представлена краевая задача теплопереноса в пеностекольной шихте для металлической формы по координате x. Даны иллюстрации распределения температурных полей внутри металлической формы для вспенивания.

Ключевые слова: *пеностекло; математические модели; термическая обработка; теплоперенос.*

Складывающаяся экономическая ситуация и постоянно меняющиеся социальные условия предполагают последовательную адаптацию производителей строительных и теплоизоляционных материалов к динамически меняющимся условиям рынка [1]. В настоящее время потребитель желает приобретать материалы не только высоких конструкционных показателей, а также обладающих хорошей тепло- и звукоизоляционной способностью и декоративными свойствами [2]. На рынке появляются композиционные материалы сочетающие в себе как конструкционные, так и теплоизоляционные свойства (керамзитобетон, пенобетон, газобетон, пемзобетон, арболит, вермикулитбетон, перлитбетон, бетоны на основе пеностекла). Набирают популярность материалы на основе стекла, такие как пеностекло.

Порошковый способ производства пеностекла в настоящее время является наиболее распространенным, так как данный способ позволяет получать готовый продукт с различными свойствами в зависимости от состава и соотношения исходного сырья и газообразователя [3, 4].

При производстве пеностекла чаще всего применяют порошок мелкого помола способный пройти сквозь сито с размерами 2500–6500 отв./см^2, что позволяет получать более равномерную структуру материала, с малым объемным весом, низким коэффициентом теплопроводности и большой прочностью [5].

Увеличение концентрации газообразователя в составе пеностекольной шихты, с повышением температуры в камере печи, приводит к интенсификации газообразной фазы, вследствие чего происходит уменьшение объемного веса конечного материала и увеличению радиуса пор.

При увеличении температуры в центрах пор возникают высокие давления по причине увеличивающегося газообразования, что способствует формированию крупнопористой структуры пеностекла. Образование такой структуры возможно при количестве газообразователя более 4% по массе [6].

Длительность спекания, так же влияет на процесс образования пор в структуре материала. Чем длительней процесс, тем меньше объемный

вес пеностекла, так как в большей мере успевает разложиться газообразователь. На объемный вес пеностекла, так же влияет температура спекания, чем выше температура, тем меньше объемный вес. Как правило, формирование пористой структуры происходит в температурном диапазоне 750–850 °С [7].

Сказанное дает основание полагать, что при порошковом способе производства пеностекла можно в больших диапазонах регулировать процесс порообразования в шихте.

В настоящее время внимание ученых привлекает математическое моделирование процессов термической обработки при получении пеностекла [8]. Моделирование процессов термической обработки осуществляется на основе теории теплопереноса, которая позволяет учитывать влияние макрофизических параметров друг на друга.

Немаловажным является физическая сущность процесса, т.к. тепловые характеристики напрямую зависят от других физических параметров, которые меняются с течением времени и при изменении температуры [9]. Безусловно не стоит упускать тот момент, что исходный материал до воздействия на него необходимых температур, является пористой средой, в которой порами выступают микропространства незаполненные измельченным стеклом и газообразователем [10].

Пеностекольная шихта, засыпанная в форму, представляет собой хаотическую структуру, что вызывает определенные трудности при математическом описании, поэтому необходимо эту модель заменить упорядоченной, которая будет отражать все основные особенности исходной структуры.

Необходимо описать процессы, происходящие при постепенном нагревании пеностекольной шихты.

Существующая влага в пеностекольной шихте начинает испаряться и выходить из пеностекольной шихты в камеру печи вспенивания. При значениях температуры в камере печи близким к значениям при которых начинается плавление зерен стекла, первыми начинают оплавляться приповерхностные слои, находящиеся в непосредственном контакте с металлическими гранями формы для вспенивания, и несколько позже (по времени) слой, который прогревается за счет теплопроводности. Происходит процесс приповерхностного оплавления пеностекольной шихты – центральные области материала все еще не прогреты (из-за низкой теплопроводности окружающего материала). Вследствие этого источники газовыделения в этих порах "не работают", тогда как окружающий этот центр материал шихты уже вспенивается и в нем продолжается увеличение радиуса пор. Таким образом, материал шихты по порообразованию формируется неравномерно, что сказывается на качестве теплофизических свойств конечного продукта.

В случаях, когда время выдержки пеностекольной шихты при вспенивании недостаточное для того, чтобы зерна стекла оплавились по всему объему материала, центры пеностекольной шихты не успевают оплавиться и тем самым остаются не поризованными. Однако, когда время вспенивания значительно превышает время плавления зерен стекла, происходит спекание приповерхностных слоев пеностекольной шихты, т.к. источники газообразования посредством прогрева полностью выгорают, а вязкость стекла уменьшается и поверхностное напряжение не позволяет задержать выделенную газовую фазу в образовавшихся сферах пор, которая выходит в камеру печи для вспенивания, и таким образом, центральная часть пеностекольной шихты становится более поризованной, чем в приповерхностных слоях шихты.

Таким образом предполагаем, что распределение температурных полей по пеностекольной шихте проходит от приповерхностных областей шихты к центру. Первая задача исследования состоит в том, чтобы найти и описать распределение температурных полей в объеме пеностекольной шихты с учетом изменения коэффициента температуропроводности пеностекольной шихты, вследствие постепенного формирования пористости материала шихты от периферии к центру – $a\ (t,x,y,z)$. Решение этой задачи может идти двумя путями:

1. Разработка математической модели распределения температурных полей с учетом теоретической зависимости меняющегося со временем и координатами коэффициента температуропроводности при определенных начальных и граничных условиях.

2. Разработка математической модели распределения температурных полей при компьютерном моделировании меняющегося со временем и координатами коэффициента температуропроводности $a(t,x,y,z)$ при определенных начальных и граничных условиях.

Вторая задача состоит в том, чтобы найти условия для равномерного формирования пор по объему материала. Такие условия можно создать, например, посредством различных технических средств и технологий, позволяющих в реальном времени воздействовать на пеностекольную шихту, например, применение вибрационных платформ или использование ультразвукового воздействия, а также использование порошков с

различными газовыделительными свойствами (активностью), возможна также комбинация этих или каких-то иных воздействий.

При разработке единой математической модели способной учитывать все вышеперечисленные факторы возникают затруднения, для решения которых требуется применение упрощенных (или приближенных) математических моделей переноса тепла.

Обычно для решения дифференциальных уравнений используются методы математической физики. В некоторых конкретных случаях эти уравнения могут быть решены численными методами с применением ЭВМ. Однако при этом имеются трудности вычислительного характера.

Теоретические основы исследований процессов тепломассопереноса в результате воздействия высокой температуры на материал, является система дифференциальных уравнений, полученная А.В. Лыковым и разработанные им физические представления о механизме удаления влаги [11].

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial t}{\partial \tau} &= \alpha \nabla^2 t + \frac{r^* p \varepsilon}{c_p}\frac{\partial U}{\partial \tau} \\ \frac{\partial U}{\partial \tau} &= k_m \nabla^2 U + k_m \delta_T \nabla^2 t \\ \frac{\partial p}{\partial \tau} &= k_p \nabla^2 p + k_p \delta_T \nabla^2 t \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

где ε – критерий фазового превращения (ε=0÷1); δ_T – коэффициент термодиффузии, 1/К; r^* –теплота парообразования для жидкости, Дж/кг.

Сложность динамики процесса переноса влаги в теле, делает очень сложным аналитическое решение задачи взаимосвязанного тепломассопереноса. Для решения такой задачи Лыковым А.В. была предложена гипотеза об аддитивности отдельных потоков массы и вводится эффективные коэффициенты переноса – массопроводности и потенциалопроводности. В капиллярно-пористых телах перенос теплоты характеризуется теплофизическими характеристиками – коэффициентами теплопроводности и температуропроводности. Сложность происходящих процессов, многообразие определяющих факторов привели к необходимости использования упрощенных моделей.

Решению уравнений теплопроводности посвящено большое количество работ советских и зарубежных исследователей. Анализ наиболее известных приведен в работах [12, 13].

При решении линейных краевых задач часто применяется методы интегрального преобразования или разделения пределов, а также функции Грина. При решении нелинейных задач используются вариационные и численные методы.

Каждый из указанных методов имеет свои плюсы и минусы. Например, способ разделения переменных уместно использовать для описания действия нестационарного теплопереноса, когда начальная температура распределена неровно в пространстве, а граничные условия линейны. Решения в такие случаи будут получаться в виде бесконечного ряда по собственным функциям. В зависимости от значения числа Фурье, для соблюдения необходимой точности расчетов, необходимо будет учитывать количество членов ряда, для больших значений лишь несколько первых, для малых значений, это количество резко возрастает, а при значении числа Фурье менее чем 0,1 начинает еще и ухудшаться сходимость ряда.

Применение точных методов для решения нелинейных задач не рационально ввиду большой трудоемкости, поэтому все большую популярность приобретают численные методы. Решение дифференциальных уравнений в частых производных производиться с помощью компьютерных программ. Одним из часто используемых методов приближенного решения, является метод конечных разностей (метод сеток).

Вышесказанное дает основание полагать, что при создании математической модели, описывающей процесс термической обработки пеностекла, наиболее оптимальным является зональный метода расчета. Данный метод описан Рудобаштой С.П. в работе [14], поэтому описывать его не будем. Однако, для возможности всестороннего подхода при разработке модели, необходимо зональный метод расчета использовать в совокупности с методом «микропроцессов», предложенным Федосовым С.В. Данный метод основан на представлении времени всего процесса в цепочку малых промежутков времени «микропроцессов» [8]:

$$\tau_{\text{пр}} \lim_{\tau \to \infty} \sum_{i=1}^{n} \Delta\tau_i \quad (2)$$

Теплофизические параметры фаз в течении каждого периода принимаются постоянными, что позволяет свести нелинейную задачу к нескольким линейным задачам тепломассопереноса.

Однако потребуется проведение ряда математических расчетов, так как при малых значениях числа Фурье потребуется учитывать в расчетах ни несколько первых членов ряда, а значительно больше. Применение численного решения с методом интегрального преобразования Лапласа, позволит значительно увеличить точность расчетов [13].

Применение интегральных преобразований приведет краевые задачи теплопереноса к функциональной зависимости вида [15]:

$$T = f(Lu, Bi, Ko, Pn, Po, Re, Pr, Fo, E) \quad (3)$$

В общем случае краевые задачи переноса теплоты и массы вещества могут быть представлены нелинейными неоднородными дифференциальными уравнениями параболического типа в частных производных:

- краевая задача теплопроводности:

$$\rho(u,t)\cdot c(u,t)\frac{\partial t(x,\tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x}\left[\lambda(u,t)\frac{\partial t(x,\tau)}{\partial x}\right], \quad (4)$$

где $\rho(u,t), c(u,t), \lambda(u,t)$ – теплофизические свойства материала пеностекольной шихты (плотность, теплоемкость, теплопроводность), в общем случае зависящие от влагосодержания и температуры.

- начальное условие:

$$t(x,\tau)\big|_{\tau=0} = t_0(x) \quad (5)$$

- граничные условия:

$$t(x,\tau)\big|_{x=0} = f_н(\tau) \quad (6)$$

$$\left.\frac{\partial t(x,\tau)}{\partial x}\right|_{x=\frac{L}{2}} = 0 \quad (7)$$

Начальное условие (5) показывает, что в момент времени, принимаемый за начало отсчета, в пеностекольной шихте имеется произвольное распределение температур по координате.

Граничное условие (6) показывает, что в зоне контакта стенок металлической формы для вспенивания, нами было принято равенство значений температуры формы и материала, от которой отсчитывается координата x. Условие (7) показывает, что задача может рассматриваться как симметричная.

На первых этапах моделирования необходимо задать граничные условия и решить плоскую задачу для одной из координат. На рисунке 1 представлена краевая задача теплопереноса в пеностекольной шихте для металлической формы по координате ***x***.

В этих условиях краевая задача теплопереноса в пеностекольной шихте, находящейся в металлической форме, запишется следующим образом:

$$\rho c\frac{\partial t(x,\tau)}{\partial \tau} = \lambda\frac{\partial^2 t(x,\tau)}{\partial x^2};\ \tau > 0;\ 0 \le x \le \frac{L}{2} \quad (8)$$

$$t(x,\tau)\big|_{\tau=0} = t_0(x) \quad (9)$$

$$t(x,\tau)\big|_{x=0} = t_н \quad (10)$$

$$\left.\frac{\partial t(x,\tau)}{\partial x}\right|_{x=\frac{L}{2}} = 0 \quad (11)$$

Здесь: ρ, с, λ – соответственно: плотность, теплоемкость и теплопроводность пеностекольной шихты.

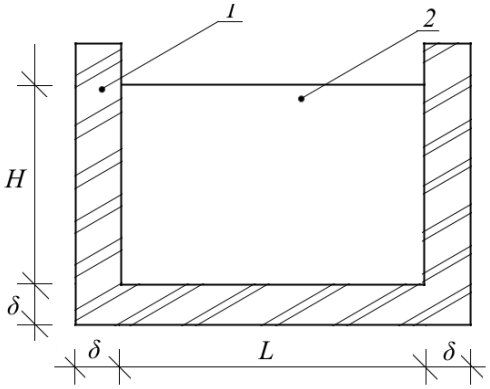


Рис. 1. Модель: пеностекольная шихта (2) – металлическая форма (1)

Введем безразмерные переменные:

$$T(\bar{x}, Fo) = \frac{t(x,\tau)-t_0}{t_н - t_0};\ Fo = \frac{a\tau}{(L/2)^2};\ \bar{x} = \frac{x}{(L/2)} \quad (12)$$

И тогда задача (8) – (11) примет вид:

$$\frac{\partial T(\bar{x}, Fo)}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 T(\bar{x}, Fo)}{\partial \bar{x}^2};\ Fo > 0;\ 0 \le \bar{x} \le 1 \quad (13)$$

$$T(\bar{x}, Fo) = \frac{t(x,\tau)-t_0}{t_н - t_0} = T_0(\bar{x}) \quad (14)$$

$$T(\bar{x}, Fo)\big|_{\bar{x}=0} = \frac{t_н - t_0}{t_н - t_0} = 1 \quad (15)$$

$$\left.\frac{\partial T(\bar{x}, Fo)}{\partial \bar{x}}\right|_{\bar{x}=1} = 0 \quad (16)$$

Опуская несложные, но громоздкие преобразования, приведем окончательное решение краевой задачи в области оригиналов:

$$T(\bar{x}, Fo) = 1 - \frac{4}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{(2n-1)}\sin\left[\frac{\pi}{2}(2n-1)\bar{x}\right]\cdot$$
$$\cdot\exp\left[-\frac{\pi^2}{4}(2n-1)^2 Fo\right] + 2\sum_{n=1}^{\infty}\sin\left[\frac{\pi}{2}(2n-1)\bar{x}\right]\cdot\int_0^1 T_0(\xi)\cdot$$
$$\cdot\sin\left[\frac{\pi}{2}(2n-1)\xi\right]d\xi\cdot\exp\left[-\frac{\pi^2}{4}(2n-1)^2 Fo\right] \quad (17)$$

Результаты расчетов по выражению (17) приведены на рисунке 2 в виде кривых, иллюстрирующих изменение безразмерных температур по безразмерной координате в зависимости от безразмерного времени процесса.

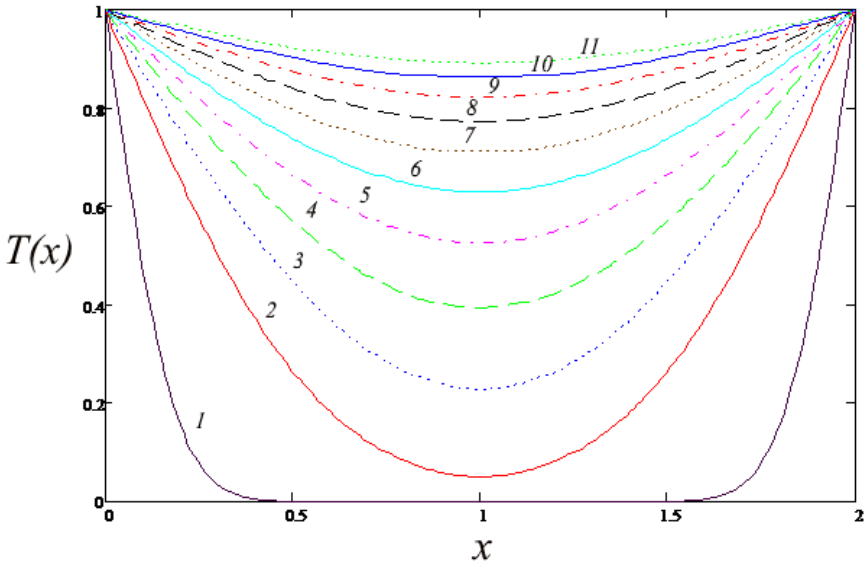


Рис. 2. Иллюстрация расчетов по выражению (17). Fo :
1) 0,01; 2) 0,1; 3) 0,2; 4) 0,3; 5) 0,4; 6) 0,5; 7) 0,6; 8) 0,7; 9) 0,8; 10) 0,9 11) 1

Кривые рисунка 2 иллюстрируют динамику полей безразмерных температур в пространстве пеностекольной шихты (в соответствии с рис. 1 начало координат – $\bar{x}=0$ – установлено у плоскости левой стенки металлической формы, а $\bar{x}=L$ – плоскость правой стенки металлической формы).

Интересно отметить то, как идет симметричный прогрев пеностекольной шихты: до достижения тепловым критерием Фурье значения порядка 0,15, между стенками металлической формы для вспенивания существует постепенно сужающаяся зона с сохраняющейся начальной температурой пеностекольной шихты. Затем температурные кривые соединяются и при $Fo \geq 1{,}0$ зона между стенками металлической формы оказывается практически вся равномерно прогретой.

Таким образом, система уравнений (8-11) с начальными (5) и граничными (6-7) условиями называется краевой задачей теплопереноса и в общем виде определяет поведение рассматриваемой системы «металлическая форма - пеностекольная шихта».

Для верификации модели на адекватность необходима разработка алгоритма ее реализации реальным физическим явлениям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик В.С., Пучка О.В., Вайсера С.С., Елистраткин М.Ю. Новое поколение строительных композитов на основе пеностекла // Строительство и реконструкция. 2015. №3. С. 146–154.

2. Вайсера С.С., Пучка О.В., Лесовик В.С., Бессонов И.В., Сергеев С.В. Эффективные акустические стеклокомпозиты // Строительные материалы. 2016. №6. С. 28–31.

3. Щепочкина Ю.А., Баканов М.О. Технология получения композиционного теплоизоляционного материала с защитно-декоративным покрытием // Строительство и реконструкция. 2012. №3 (41). С. 73–77.

4. Miroslava H., Miroslava V. Influence of fining agents on glass melting: a review, Part 1 // Ceramics − Silikáty. 2017. Vol. 61. № 2. Pp. 119–126.

5. Демидович Б.К. Пеностекло. Минск: Наука и техника, 1975. 248 с.

6. Федосов С.В., Щепочкина Ю.А., Баканов М.О. Композиционный материал на основе пеностекла с защитно-декоративным покрытием // Строительство и реконструкция. Орел: Госуниверситет – УНПК. 2012. №6 (44). С. 109–113.

7. Lubomir N., Jaroslav K. Modelling of glass refining kinetics. Part 1. Single bubbles // Ceramics – Silikáty. 2003. 47 (3). Pp. 81–87.

8. Федосов С.В. Баканов М.О. Разработка комплексного подхода к математическому моделированию процесса термической обработки пеностекольной шихты. Ч. 1. Физические представления о процессе // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2017. №2. С. 95–100.

9. Вайсман Я.И., Кетов А.А., Кетов П.А. Научные и технологические аспекты производства пеностекла // Физика и химия стекла. 2015. Т.41 №2. С. 214–221.

10.Спиридонов Ю.А., Орлова Л.А. Проблемы получения пеностекла // Стекло и керамика. 2003. №10. С. 10–11.

11.Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967. 600 с.

12.Беляев Н.М., Рядно А.А. Методы теории теплопроводности. Учебное пособие для вузов. Ч. 2. М.: Высш. шк. 1982. 304 с.

13.Романков П.Г., Фролов В.Ф. Теплообменные процессы химической технологии. Л.: Химия, 1982. 288 с.

14.Рудобашта С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой. М. 1980. 248 с.

15.Цой П.В. Методы расчета отдельных задач тепломассопереноса. М.: Энергия, 1971. 384 с.

Информация об авторах

Федосов Сергей Викторович, академик РААСН, доктор технических наук, профессор, президент ВУЗа.
E-mail: fedosov-academic53@mail.ru
Ивановский государственный политехнический университет.
Россия, 153037, Иваново, ул. 8 Марта, д. 20.

Баканов Максим Олегович, кандидат технических наук, начальник кафедры пожарной тактики и основ аварийно-спасательных и других неотложных работ
E -mail: mask-13@mail.ru
Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России
Россия, 153040, Иваново, пр-т Строителей, д.33.

Никишов Сергей Николаевич, старший преподаватель кафедры пожарно-строевой, физической подготовки и газодымозащитной службы
Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России
Россия, 153040, Иваново, пр-т Строителей, д.33.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Федосов С.В., Баканов М.О., Никишов С.Н., 2017

Fedosov S.V., Bakanov M.O., Nikishov S.N.

VARIABILITY OF APPROACHES TO MATHEMATICAL MODELING OF THE THERMAL PROCESSING PROCESSES OF THE PENOTECOLE SHIELD

The analysis of the applied methods is performed in the mathematical modeling of thermal processes during high-temperature treatment of foam glass charge. It is shown that the existing models do not fully reflect the ongoing physical processes in the material. An analysis of the shortcomings and advantages of the existing methods for solving the heat and mass transfer equations made it possible to determine the most optimal. The proposed method makes it possible to reduce the nonlinear problem to several linear ones, while ensuring a sufficiently high accuracy of calculations. In the framework of the phenomenological statement of the problem, it is necessary to consider three-dimensional temperature fields both inside the foam glass mix itself and inside the metal mold for foaming. It is necessary to take into account the nonstationarity of the process with respect to time and the dynamics of changes in macrophysical quantities. It is also worth noting that, under conditions of heat treatment of the charge material, complex heat exchange takes place. The distribution of temperature fields along the foam glass charge goes from the near-surface areas of the charge to the center. The first task of the investigation is to find and describe the distribution of temperature fields in the volume of the foam glass charge, taking into account the change in the macrophysical parameters in the foam glass mix due to the gradual formation of the porosity of the charge material from the periphery to the center. The second task is to find conditions for the uniform formation of pores over the volume of the material. The paper presents the boundary-value problem of heat transfer in a foam-glass charge for a metal mold along the x coordinate. The illustrations of the distribution of temperature fields inside the metal mold for foaming are given.

Keywords: *foam glass; mathematical models; heat treatment, heat transfer.*

Information about the authors

Fedosov Sergey Viktorovich, Academician of RAASN, Ph.D., Professor.
E-mail: fedosov-academic53@mail.ru
Ivanovo State Polytechnic University.
Russia, 153037, Ivanovo, st. 8 Marta, 20.

Bakanov Maksym Olegovich, PhD.
E-mail: mask-13@mail.ru .
Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters
Russia, 153040, Ivanovo, pr-t Stroiteley, 33.

Nikishov Sergey Nikolaevich, Senior lecturer.
E-mail: mordov5988@mail.ru
Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters
Russia, 153040, Ivanovo, pr-t Stroiteley, 33

Received in September 2017
© Fedosov S.V., Bakanov M.O., Nikishov S.N., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ab97c3d86.97486819

Ястребинский Р.Н., канд. физ.-мат. наук, доц.,
Павленко В.И., д-р техн. наук, проф.,
Ястребинская А.В., канд. техн. наук, доц.,
Денисова Н.А., магистрант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ БОРОСИЛОКСАНАХ*

yrndo@mail.ru

В работе исследована структура боросилоксанового покрытия состава $NaBSi_2O_5(OH)_2$, термообработанного в температурном интервале 100–900 °С. С повышением температуры термообработки образцов с боросиликатными покрытиями сначала происходит уплотнение структуры (наиболее вероятно за счет кристаллизации), а затем разрыхление (за счет поризации, аморфизации и перекристаллизации). Увеличение толщины боросиликатного покрытия приводит к уменьшению его пористости. Плотность упаковки олигомерных молекул боросиликатов натрия возрастает при повышении температуры термообработки. Размер молекулярных глобул боросиликата натрия, синтезируемого при 300 °С составляет 0,10–0,25 мкм. Повышение температуры термообработки боросиликатного покрытия в интервале 100–500 °С приводит к непрерывному изменению типа и параметров кристаллической решетки с образованием каркасного боросиликата повышенной плотности.

Ключевые слова: *боросилоксаны, покрытия, боросиликат, тонкие пленки, термообработка, структура, свойства*

Введение. Известно, что использование кремнийорганических соединений (в частности органосилоксанов) в качестве модификаторов поверхности различных минеральных систем позволяет придать им дополнительные свойства и расширяет область их применения. Содержащиеся в структуре модификаторов силанольные и силанолятные группировки способны к образованию химических связей с поверхностью минеральной подложки, что может быть использовано для дальнейшего направленного изменения свойств поверхности [1].

Введение в модификационный слой борсодержащих соединений позволяет получать боросилоксановые покрытия высокой степени однородности. Это особенно актуально при модифицировании металлогидридных систем, используемых в ядерной технике, с целью снижения термодиффузии из них водорода. Эксплуатация данных материалов предполагает их радиационно-термический нагрев и изменение состава материала [2].

В связи с этим представляется актуальным исследование структуры боросилоксановых покрытий состава $NaBSi_2O_5(OH)_2$, термообработанных в температурном интервале 100–900 ºС.

Методика. В качестве подложек для покрытий использованы флоат-стекла (50×50×4 мм) марки М0 (ГОСТ 111-2001). Боросилоксановое покрытие на подложку было нанесено по золь-гель технологии из водных растворов борной кислоты и органосиликаната натрия. Образцы стекол с покрытиями подвергались термообработке при 100, 300 и 500 °С в течение 1 часа.

Структурно-фазовые превращения в боросилоксановом покрытии исследованы методами растровой электронной микроскопии, ИК-спектроскопии и спектральной модуляционной эллипсометрией.

Основная часть. Структура, положение, интенсивность и поляризация полос ИК-спектра позволяют получать данные о тонкой структуре, строении веществ, кристаллохимических модификациях [3]. Тетраэдр $[SiO_4]$ – основа структуры силикатов. Сетку борной кислоты формируют боратные кольца из треугольников $[BO_3]$. Каждый атом кислорода оксида, располагаясь между двумя псевдотетраэдрами $[BO_3]$, способствует образованию двух сочлененных через вершины полноценных тетраэдров $[BO_4]$. Бор, тетраэдрически координированный по кислороду, способен встраиваться в силоксановую сетку. Подобие структур вызывает образование совместной боросилоксановой сетки.

ИК-спектр синтезируемого боросиликата натрия состоит из множества узких полос с острыми пиками, образовавших сложные и в основном асимметричные контуры в областях 750-400, 200-1250, 2400-2250, 4000-3450 $см^{-1}$; области 1250-700, 2940-2450 и 3450-2940 $см^{-1}$

диффузные, но не сильно уширены (рис. 1). Такой характер спектра указывает на хорошо сформированную кристаллическую структуру вещества и наличие в ней аморфной матрицы силиката. Тонкая структура полос выявлена благодаря высокому разрешению, которое обеспечено техническими возможностями ИК-Фурье спектрометра NEXUS.

В ИК-спектре для боросиликата наблюдаются близко расположенные полосы деформационных колебаний: для связи (Si-O- Si) при 660, 670, 672, 676, 926 см $^{-1}$; для связи (Si-O-B) полосы – при 640 и 920 см $^{-1}$ [3].

Форма полос валентных и деформационных колебаний воды при 3450–2940 и 1700–1600 см $^{-1}$ свидетельствует о том, что она представлена в виде гидроксильных ОН-групп, являющиеся структурно связанным компонентом в силоксанах [4–6].

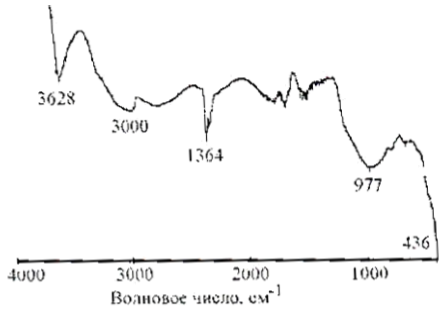


Рис. 1. ИК-спектр синтезированного боросиликата натрия типа $NaBSi_2O_5(OH)_2$

Анализ микрофотографий РЭМ боросилоксанового покрытия, термообработанного при 300 ºС, свидетельствует о плотной упаковке олигомерных молекул с размерами 0,15–0,25 мкм (рис. 2).

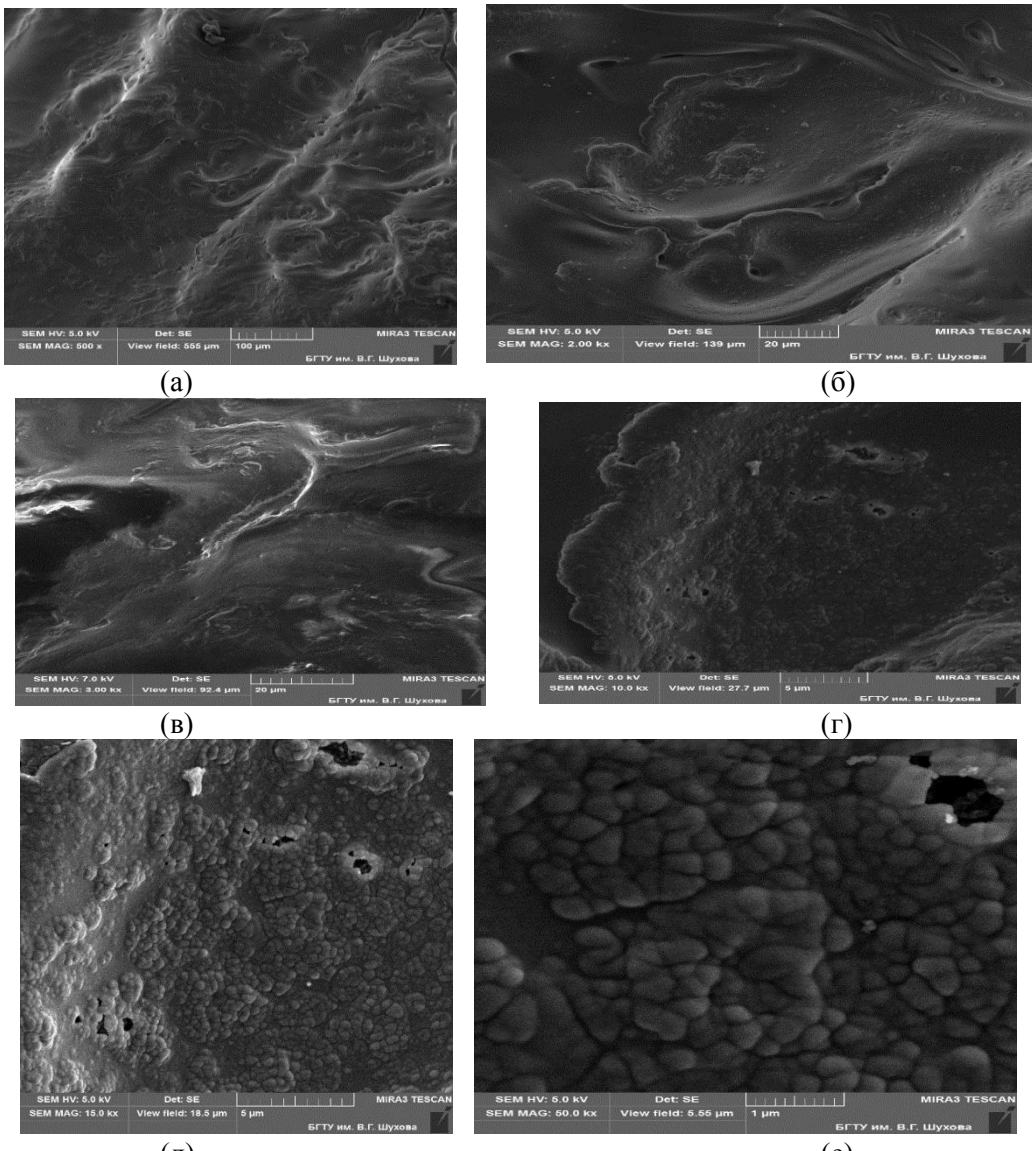


Рис. 2. Объект исследования боросиликата натрия, термообработанный при 300 ºС в течение 1 часа (РЭМ): *а* – увеличение в 500 раз; *б* – увеличение в 2000 раз; *в* – увеличение в 3000 раз; *г* – увеличение в 10000 раз; *д* – увеличение в 15000 раз; *е* – увеличение в 50000 раз

Особенности структурного состояния боросиликатного покрытия и его поведение при нагреве исследовалось методом спектральной модуляционной эллипсометрии [7, 8].

Оптические параметры подложки, которые необходимы для точного определения характеристик покрытий, были получены по результатам съемки и моделирования (рис. 3).

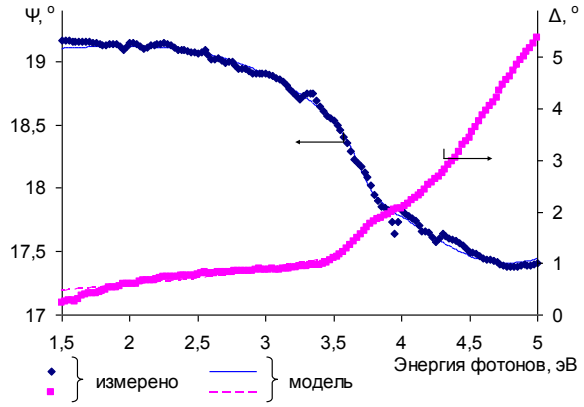


Рис. 3. Данные измерения и моделирования для подложки

Модель состояла из шероховатого выщелоченного поверхностного слоя и собственно стекла, а достигнутое значение χ^2 было 0,0078.

В результате расчета установлено, что показатель преломления стекла (n_D) равен 1,5645 («оловянная» сторона), а толщина поверхностного слоя – 42 нм. Дисперсионная кривая для стекла, которая использовалась в моделировании покрытий, представлена на рис. 4.

Результаты измерений и моделирования для образцов с покрытиями приведены на рис. 5

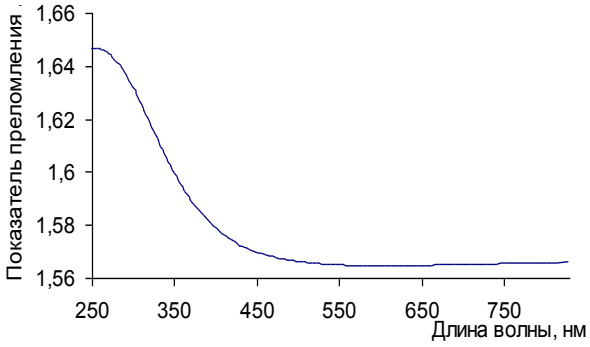


Рис. 4. Дисперсионная кривая для подложки (стекла)

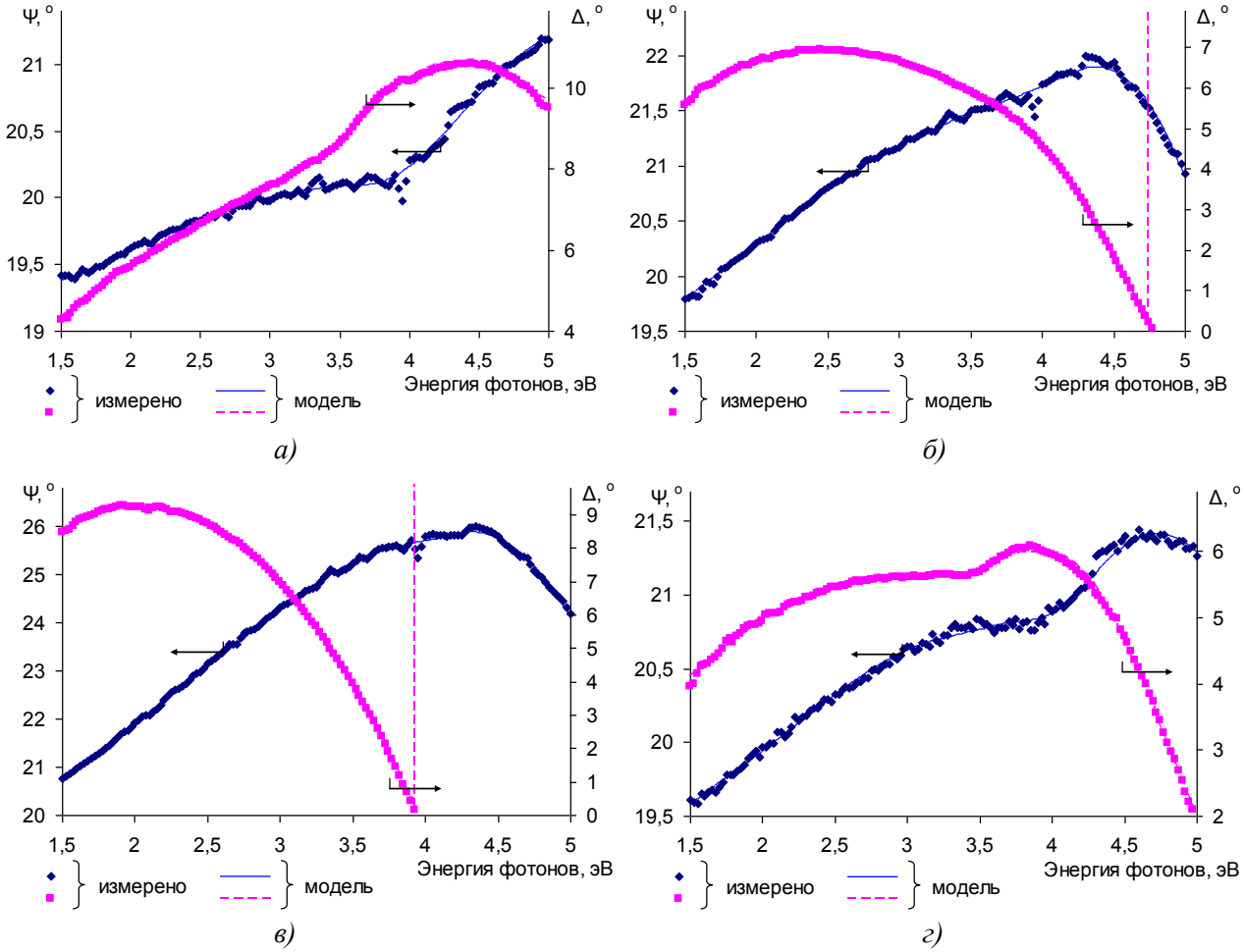


Рис. 5. Спектральные зависимости эллипсометрических углов: *а, б* и *в* – образцы боросиликатных покрытий, термообработанных при 100, 300 и 500 ºС соответственно, *г* – боросиликатное покрытие нанесено в два приема и термообработанное при 300 ºС

Наблюдалось изменение эллипсометрических параметров в диапазоне температур 100–500 °С. Установлено, что эти изменения происходят за счет структурно-фазовых превращений и кристаллизации боросиликатной пленки

При расчете характеристик покрытий модель состояла из подложки, интерфейсного и внешнего слоя покрытия. Толщины d_1 и d_2 для интерфейсных и внешних слоев покрытий, показатели преломления n_{D1} и n_{D2} для этих слоев соответственно, а также объемные пористости (П) для внешних слоев, сведены в таблице 1.

Таблица 1

Эллипсометрические характеристики боросиликатных покрытий

Параметр	Температура обработки образца, °С			
	100 (рис. 3а)	300 (рис. 3б)	500 (рис. 3в)	300 (рис. 3г)
d_1, нм	10,3±0,6	7,8±0,4	20±1	1,4±0,1
d_2, нм	34±1	38±1	49±1	79,5±0,6
n_{D1}	1,6216	1,4575	1,4288	2,2552
n_{D2}	1,4348	1,4587	1,4408	1,5099
Пористость, об.%	15	6	11	3
χ^2	0,0082	0,0078	0,0104	0,0056

В изменении толщины интерфейсного слоя (d_1) не наблюдается какой-либо закономерности из-за малого количества исследуемых режимов и зависимости d_1 от нескольких параметров (степени кристалличности интерфейсного слоя, мощности входящих и выходящих диффузионных потоков для него). Уменьшение показателя преломления интерфейсного слоя (n_{D1}) при нагреве связано с уходом из него высокопреломляющего компонента (SnO_2).

При температуре 300 °С происходит частичная кристаллизация внешнего слоя, о чем свидетельствуют максимум n_{D2} для образца, термообработанного при 300 °С при сравнении с образцами, термообработанными при 100 и 500 °С. Кроме того, при 300 °С должна практически полностью завершиться диссоциация борной кислоты по схеме:

$$2\ H_3BO_3 = B_2O_3 + 3\ H_2O$$

С последующем оплавлением оксида бора (B_2O_3).

Однако уменьшение n_{D2} для образцов, термообработанных при 500 °С, может объясняться несколькими причинами: 1) аморфизацией за счет плавления и растворения кристаллов; 2) перекристаллизацией с выделением новой фазы с меньшим показателем преломления света и/или меньшей плотностью; 3) увеличением доли пор во внешнем слое при выделении газов [9]. Вероятно, в покрытии происходят все три процесса.

Пористость внешнего слоя при термообработке должна уменьшаться, однако повышенное значение пористости (П) для образца, термообработанного при 500 °С (табл. 1) может быть связано с поризирующем действием выделяющихся из покрытия газов (водяных паров и углекислого газа).

Резко снизить пористость боросиликатной пленки можно достичь путем создания тонкопленочного многослойного покрытия. Так нанесение второго слоя боросиликата на флоат-стекло и увеличением толщины пленки до 79,5 нм снижает пористость покрытия в 5 раз – до 3 % (об.) при 300 °С и в температурном интервале 300–500 °С пористость пленки не изменяется. Происходит кристаллизация в интерфейсном и внешнем слоях покрытия, о чем свидетельствует значительное повышение показателя преломления света. Пористость достигает минимального значения для закристаллизованных покрытий.

Амплитудные изменения оптической волны (Ψ_{exp}) заметно изменяются в температурном интервале 300–500 °С при максимальной энергии фотонов в области 4,5 эВ, а фазовые изменения оптической волны (Δ_{exp}) непрерывно изменяются в температурном интервале 100–500 °С со смещением максимума кривой от 4,5 эВ (275,5 нм) до 2,0 эВ (620 нм). Таким образом, при нагревании боросиликатной пленки в температурном интервале от 100 до 500 °С наблюдается смещение амплитудной оптической волны из средней УФ-области до видимой оранжевой области электромагнитного спектра.

Изменения эллипсометрических параметров (Ψ_{exp}, Δ_{exp}) сопровождается непрерывным возрастанием толщины тонкопленочного покрытия (от 34 нм при 100 °С до 38 нм при 300 °С и до 49 нм при 500 °С) и показателя преломления света (n_{D2}).

Наблюдается корреляция между оптической плотностью боросиликатного покрытия и рентге-

новской плотностью кристаллов, т.е. с повышением температуры обработки оба показателя динамично возрастают.

Таким образом, по данным эллипсометрии, с повышением температуры термообработки образцов с боросиликанатными покрытиями сначала происходит уплотнение структуры (наиболее вероятно за счет кристаллизации), а затем разрыхление (за счет поризации, аморфизации и перекристаллизации). Увеличение толщины боросиликатного покрытия приводит к уменьшению его пористости. Как ранее было установлено, повышение температуры термообработки боросиликатного покрытия в интервале 100–500 °С приводит к непрерывному изменению типа и параметров кристаллической решетки с образованием каркасного боросиликата повышенной плотности.

Тонкопленочные многослойные боросиликатные покрытия способствуют достижению малодефектной низкопористой структуры и могут быть применены для создания защитной оболочки на поверхности металлогидридов.

Выводы:

1. Термообработка образца системы $FeO\text{-}SiO_2$ в восстановительной среде способствовала формированию в интервале 600–700°С кремнезема, с частично аморфизированной структурой и последующим при 800 °С (начало) и выше фазовым переходом кварца в кристобалит, что примерно на 400 ниже, чем в условиях окислительной термообработки. Температура 800 °С являлась началом образования фаялита.

2. В композиционной смеси системы CaO-FeO диссоциация кальцита начиналась около 500 °С и завершалась на 150° ниже (800 °С) по сравнению с окислительной термообработкой.

3. Восстановительные условия термообработки обеспечивали более интенсивное химическое связывание кремнезема, чем окислительные. Этому способствовало образование магнетита при 500 °С и полиморфное превращение кварца в кристобалит при 800 °С.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Yastrebinsky R.N., Pavlenko V.I., Matuhin P.V., Cherkashina N.I., Kuprieva O.V. Modifying the Surface of Iron-Oxide Minerals with Organic and Inorganic Modifiers // Middle-East Journal of Scientific Research. 2013. 18 (10). Pp. 1455–1462.

2. Yastrebinsky R.N., Pavlenko V.I., Cherkashina N.I., Kuprieva O.V. Study of the characteristics of neutron and gamma radiation attenuation compositions based on titanium hydride // Problems of atomic science and technology. 2015. № 2. Pp.84–88.

3. Медведев Е. Ф., Комаревская А. Ш. Изучение фазового состава борной кислоты как компонента стекольной шихты методом ИК-спектроскопии // Стекло и керамика. 2007. № 2. С. 8–12.

4. Медведев Е.Ф. Особенности инфракрасного спектрального анализа стеклообразующей шихты, содержащей борную и кремниевую кислоты // Стекло и керамика. 2007. № 4. С. 7–11.

5. Медведев Е.Ф. Расчетно-графический метод анализа ИК-спектра стеклообразующей, содержащей борат и силикат натрия, борную и кремниевую кислоты // Стекло и керамика. 2007. № 8. С. 3–8.

6. Медведев Е.Ф. Определение полос боросиликата натрия в ИК-спектре многокомпонентной шихты // Стекло и керамика. 2007. № 9. С. 5–8.

7. Ржанова А.В. Основы эллипсометрии. Новосибирск, 1979. С. 5–27.

8. Свиташев, К.К. Эллипсомерия. Теория, методы, приложения. Новосибирск, 1991, 170 с.

9. Арбузов В.Л., Выходец В.Б., Распопова А.Г. Накопление имплантированного водорода в титане // Металлы. 1995. № 4. С. 148–161.

Информация об авторах

Ястребинский Роман Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии.
E-mail: yrndo@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Павленко Вячеслав Иванович, доктор технических наук, директор химико-технологического института.
E-mail: belpavlenko@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Ястребинская Анна Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности.
E-mail: karanna1@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Денисова Наталья Александровна, магистрант кафедры теоретической и прикладной химии
E-mail: loveden13@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Ястребинский Р.Н., Павленко В.И., Ястребинская А.В., Денисова Н.А., 2017

Yastrebinsky R.N., Pavlenko V.I., Yastrebinskaya A.V., Denisova N.A.

STRUCTURAL AND PHASE TRANSFORMATIONS IN THE THERMOPROCESSED THIN-FILM BOROSILOKSANA

In work the structure of a borosiloksan covering of structure of $NaBSi_2O_5(OH)_2$ thermoprocessed in a temperature interval 100–900 °C is investigated. To temperature increase of heat treatment of samples with borosilicate coverings at first there is a consolidation of structure (most possibly due to crystallization), and then loosening (at the expense of a porization, amorphicity and recrystallization). Increase in thickness of a borosilicate covering leads to reduction of its porosity. Packing density the oligomernykh of molecules of borosilikat of sodium increases at heat treatment temperature increase. The size molecular globule the borosilicate of the sodium synthesized at 300 °C is 0,10-0,25 microns. Temperature increase of heat treatment of a borosilicate covering in the range of 100-500 °C leads to continuous change of type and parameters of a crystal lattice with formation of the frame borosilicate of the increased density.

Keywords: *borosiloksan, coverings, borosilicate, thin films, heat treatment, structure, properties*

Information about the authors
Yastrebinsky Roman Nikolaevich, PhD, Assistant professor.
E-mail: yrndo@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Pavlenko Vyacheslav Ivanovich, Ph.D., Professor.
E-mail: belpavlenko@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Yastrebinskaya Anna Viktorovna, PhD, Assistant professor.
E-mail: karanna1@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Denisova Natalya Aleksandrovna, Master student.
E-mail: loveden13@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Yastrebinsky R.N., Pavlenko V.I., Yastrebinskaya A.V., Denisova N.A., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001aba2aced5.63903433

Убаськина Ю.А., канд. хим. наук, н.с.
НИЦ «Курчатовский институт» – ИРЕА, г. Москва

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ДИАТОМИТА НА ЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

juliabasjo@gmail.com

Работа посвящена изучению структуры диатомита и ее изменению в результате применения различных лабораторных и промышленных способов измельчения диатомита, а также влиянию способов измельчения диатомита на его технологические свойства – адсорбционную способность и проницаемость, при использовании его в качестве адсорбента для очистки различных жидких сред. Показано, что диатомит сложен агрегатами частиц, которые устойчивы к механическому измельчению, но распадаются при распускании диатомита в воде. Рассмотрено влияние сухого и мокрого диспергирования диатомита при проведении гранулометрического анализа методом лазерной дифракции на точность получаемых результатов. Найдено, что при механическом измельчении диатомита с целью получения адсорбента предпочтительно использовать такие лабораторные и промышленные способы измельчения диатомита, в которых используется принцип дробления и размалывания диатомита с одновременной сушкой материала. При этом получается фракция диатомита (5–45 мкм), оптимальная для получения адсорбционного материала на его основе.

Ключевые слова: *диатомит, адсорбент, очистка жидких сред, измельчение, адсорбционные свойства, проницаемость.*

Введение. При очистке различных жидких сред, в частности, сточных вод предприятий, в качестве адсорбента может применяться опал-кристобалитовая горная порода – диатомит [1]. Однако его применение для промышленного производства адсорбента ограничено тем, что до сих пор мало изучены оптимальные способы переработки диатомита с целью получения адсорбента с заданными технологическими свойствами. Ранее в рамках государственного контракта 14.527.12.0008 от 11.10.2011 г. по теме «Совершенствование технологии и модернизация производства отбеливающих земель на основе опал–кристобалитовых пород для предприятий пищевой промышленности» были исследованы способы измельчения диатомита с целью получения на его основе отбеливающих земель [2].

Однако, на наш взгляд, требуется более детальное рассмотрение имеющихся данных о структуре диатомита, ее изменении при измельчении на мельницах различных типов и влиянии такого измельчения на адсорбционные свойства и проницаемость диатомита при использовании его в качестве адсорбента для очистки различных жидких сред.

В связи с этим, целью нашей работы стало исследование влияния структуры диатомита и ее изменения в результате применения различных лабораторных и промышленных способов измельчения диатомита на его технологические свойства, требуемые для получения адсорбента, используемого при очистке различных жидких сред.

Методология. В качестве объекта исследования использовали карьерный диатомит Инзенского месторождения Ульяновской области.

Гранулометрический состав высушенного диатомита Инзенского месторождения определяли на модуле лазерной дифракции HELOS с использованием модуля сухого диспергирования RODOS с модулем подачи образца VIBRI/L (метод сухого диспергирования) и с использованием модуля мокрого диспергирования QUIXEL (метод мокрого диспергирования).

Гранулометрический состав диатомита, измельченного на мельницах различных типов, определяли с помощью лазерного анализатора размеров частиц Fritsch Analysette 22.

Для исследования качественных характеристик измельчения диатомита на мельницах разных типов использовали фотографии поверхностей измельченного диатомита с увеличением в 50, 250 и 2500 крат, полученные с помощью полиэмиссионного электронного микроскопа Zeiss SUPRA55VP (ОАО «ГНЦ НИИАР», г. Димитровград Ульяновской области).

Для статистической обработки данных использовали пакет анализа программы Microsoft Excel.

Основная часть. Вопросы структуры и текстуры опал-кристобалитовых пород подробно рассмотрены в работах [3, 4]. Как отмечают авторы работы [3], диатомит имеет неоднородную колломорфную и хлопьевидную микроструктуру, текстура его, наоборот, однородна. Неоднородность микроструктуры диатомита связана с тем, что диатомит представлен не одинаковыми, а разнородными частицами.

По данным петрографического анализа, приведенным в отчете [5], диатомит содержит обломки створок диатомей, спикулы губок, сложенные опалом, в единичных случаях халцедоном, глобулы опала, микрочешуйчатый и пелитовый глинистый материал, алевритовый материал, обломки кварца, полевого шпата, тонкодисперсные оксиды железа.

Благодаря давлению вышележащих слоев породы, диатомит подвергается уплотнению, образуя пласты спрессованной породы, в случае диатомита Инзенского месторождения – мощностью более 50 м [6], с однородной текстурой.

Этому способствует и высокое водопоглощение карьерного диатомита (до 150 % [1]). Автор работы [7] отмечает, что действие воды на минералы происходит тремя путями: растворение, гидратация (вытеснение ионами H^+ оснований из силикатов и других минералов), гидролиз – полный распад минералов. Вероятно, в породе присутствуют продукты гидролиза силикатов и алюмосиликатов щелочных и щелочноземельных металлов, раствор которых обладает клеящими свойствами, что также способствует уплотнению породы. Это согласуется с мнением авторов работы [8]. При этом полученные агрегаты настолько прочны, что не распадаются даже при механическом измельчении. Вместе с тем, следует предположить, что вследствие высокой гидрофильности диатомита, данные агрегаты частиц породы легко распадаются в воде.

Для проверки данного предположения, был определен гранулометрический состав карьерного диатомита методом сухого и мокрого диспергирования. Результаты приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1

Результаты анализа гранулометрического состава диатомита Инзенского месторождения методом сухого диспергирования

Фракции диатомита	Содержание фракций, %						
	$\bar{x}$	±Δ	s	Лимиты		N	C_V, %
				min	max		
Менее 5 мкм	41,88	0,05	0,07	41,80	41,94	3	0,17
5–45 мкм	51,56	1,04	1,40	50,00	52,69	3	2,71
Более 45 мкм	5,32	0,22	0,30	5,00	5,60	3	5,69

Таблица 2

Результаты анализа гранулометрического состава диатомита Инзенского месторождения методом мокрого диспергирования

Фракции диатомита	Содержание фракций, %						
	$\bar{x}$	±Δ	s	Лимиты		N	C_V, %
				min	max		
Менее 5 мкм	22,63	0,01	0,01	22,62	22,65	3	0,07
5–45 мкм	76,24	0,16	0,22	76,00	76,43	3	0,29
Более 45 мкм	0,93	0,02	0,03	0,90	0,95	3	2,72

Анализ данных, приведенных в таблицах 1, 2, показывает, что при использовании метода мокрого диспергирования происходит увеличение процентного содержания фракции 5–45 мкм с 51,56±1,04 до 76,24±0,16 %, а также уменьшение процентного содержания фракции крупных частиц (более 45 мкм) с 5,32±0,22 до 0,93±0,02 % по сравнению с использованием метода сухого диспергирования. Вероятнее всего, это следствие распада агрегатов частиц диатомита под действием воды. Это также свидетельствует о том, что метод мокрого диспергирования в данном случае является более точным для определения гранулометрического состава диатомита, по сравнению с сухим методом.

Вместе с тем, существуют мнения авторов работ [9, 10], которые указывают на то, что на результаты определения гранулометрического состава материала методом лазерной дифракции могут оказывать влияние некоторые факторы, искажающие полученные результаты.

Автор работы [9] сообщает, что при одинаковом массовом содержании фракций менее 1 мкм и 5–1 мкм первых по числу частиц неизмеримо больше, что вносит определённую ошибку при переходе от численного распределения к массовому. К тому же, в методе лазерной дифракции нижний предел измеряемых частиц 0,4 мкм. Это занижает содержание фракций менее 1 мкм, в ходе чего происходит перераспределение общего фракционного состава в пользу более крупных фракций. В методе лазерной дифракции существенное влияние на результат оказывает и плотность частиц потока, увеличение погрешности измерений происходит при увеличении количества мелких фракций. Об этом же упоминает автор работы [10]: возможное пере-

крывание интерференционных картин мелких частиц (с большими углами отражения света) и крупных частиц (с малыми углами) дает на выходе практическое отсутствие крупных (песчаных) частиц, а содержание пылеватых частиц (особенно размером 1-5 мкм) в глинистом грунте по данным анализатора оказывается завышенным. Вопрос точности определения размера частиц диатомита методом лазерной дифракции остается открытым и требует более детального исследования.

Как было указано ранее в работе [1], для повышения эффективности очистки различных жидких сред с использованием диатомита в качестве адсорбента необходимо подбирать такие значения среднего диаметра его частиц, при которых одновременно достигаются максимально возможные (оптимальные) значения проницаемости и адсорбции.

Достигнуть оптимальных значений проницаемости и адсорбции можно при правильном выборе измельчающего агрегата. Для получения адсорбента использовали истирание диатомита керамическими шарами (с помощью лабораторной шаровой мельницы мокрого помола). По данным авторов [11], мокрый помол на шаровой мельнице дает более равномерный гранулометрический состав, по сравнению с сухим помолом. Также исследовали влияние высокоэнергичного удара размольными шарами (с помощью лабораторной планетарной мельницы) на технологические свойства получаемого адсорбента на основе диатомита. По данным авторов работы [12], свойства конечного продукта при применении высокоэнергичного удара размольными шарами в планетарной мельнице регулируются не энергией удара и его частотой, а вводимой ударной мощностью.

Авторы работы [13] считают, что технологические свойства диатомита могут быть улучшены после его кальцинирования. В связи с этим также рассматривали возможные промышленные варианты измельчения диатомита с применением дробления билами, размалывания и одновременной сушкой диатомита с помощью промышленных моделей молотковой тангенциальной мельницы и сушильно-дробильного агрегата Atritor.

Были определены качественные характеристики измельчения диатомита на мельницах разных типов.

К качественным характеристикам измельчения диатомита на мельницах разных типов относили следующие характеристики: измельчение до начальных размеров частиц, сохранение первоначальной формы частиц, однородность материала по гранулометрическому составу, приближение к рекомендуемым показателям по сферичности и округлости частиц по стандарту [14], наличие крупных обломков измельченных кусков породы, забивание пор частиц пелитовым материалом, слипание и агрегирование частиц. Измельчение до начальных размеров частиц, сохранение первоначальной формы частиц определяют величину удельной поверхности, и, следовательно, адсорбционную способность диатомита. В работе [15] отмечено, что именно пористость и форма частиц диатомитов оказывают существенное влияние на их фильтрующие свойства. Сферичность и округлость частиц, наличие крупных обломков измельченных кусков породы, однородность материала по гранулометрическому составу определяют его высокую проницаемость. Необходимо отметить, что на адсорбционную способность и проницаемость отрицательно влияют забивание пор частиц пелитовым материалом, слипание и агрегирование частиц.

Качественные характеристики измельчения диатомита в зависимости от типа мельницы приведены в таблице 3.

Таблица 3

Качественные характеристики измельчения диатомита в зависимости от типа мельницы

Характеристики измельчения диатомита	Шаровая мельница	Планетарная мельница	Молотковая тангенциальная мельница	Сушильно-дробильный агрегат Atritor
Измельчение до начальных размеров частиц	+	+	–	–
Сохранение первоначальной формы частиц	–	+	+	+
Однородность материала по гранулометрическому составу	+	+	–	+
Приближение к рекомендуемым показателям по сферичности и округлости частиц по стандарту [14]	+	+	+	+
Наличие крупных обломков измельченных кусков породы	–	–	+	+
Забивание пор частиц пелитовым материалом	–	+	+	–
Слипание и агрегирование частиц	+	–	–	–

Анализ данных, приведенных в табл. 3, показывает преимущество измельчения диатомита с помощью сушильно-дробильного агрегата Atritor, так как при этом происходит сохранение первоначальной формы частиц, наблюдается однородность материала по гранулометрическому составу, показатели сферичности и округлости частиц приближаются к рекомендуемым значениям по стандарту [14].

Также необходимо отметить, что при использовании процессов дробления и размалывания породы с одновременной сушкой с помощью промышленных моделей молотковой тангенциальной мельницы и сушильно-дробильного агрегата Atritor приводит к получению крупных обломков породы, что должно положительно сказываться на проницаемости получаемого адсорбента.

Были изучены гранулометрические составы диатомита, измельченного на мельницах разных типов. Данные приведены на рис. 1.

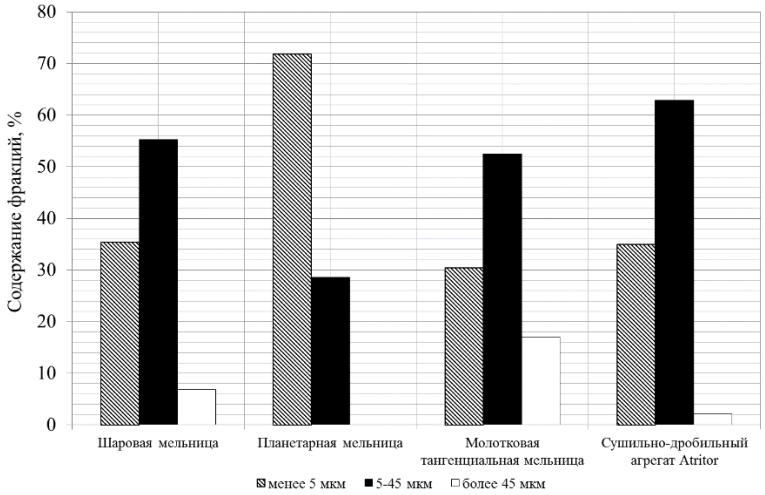


Рис. 1. Гранулометрические составы диатомита, измельченного на мельницах разного типа

Анализ данных, приведённых на рис. 1, позволяет сделать вывод, что диатомит наименьшего размера (с преобладанием фракций менее 5 мкм и 5–45 мкм), а, следовательно, и с наибольшей адсорбционной способностью получается на планетарной мельнице. Однако для достижения высоких значений проницаемости предпочтительно получение фракции 5–45 мкм, которая преобладает при измельчении диатомита на сушильно-дробильном агрегате Atritor.

Анализ полученных данных, приведенных на рис. 1 и в табл. 3, показывает преимущество процессов дробления и размалывания с одновременной сушкой диатомита перед истиранием при получении адсорбента на основе диатомита.

Выводы. Показано, что диатомит сложен агрегатами частиц, которые устойчивы к механическому измельчению, но распадаются при распускании диатомита в воде. Найдено, что при механическом измельчении диатомита с целью получения адсорбента предпочтительно использовать такие лабораторные и промышленные способы измельчения диатомита, в которых используется принцип дробления и размалывания диатомита с одновременной сушкой материала. При этом получается фракция диатомита (5-45 мкм), оптимальная для получения максимально возможных значений адсорбционной способности и проницаемости адсорбента для очистки различных жидких сред.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Убаськина Ю.А., Коростелева Ю.А. Исследование возможности практического применения диатомита для очистки сточных вод // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. №7. С. 92–96.

2. Гостева Г.Г., Петренко Е.В., Журавлева Г.Н. Производство отбеливающих земель из диатомита: Часть 4. Промышленная технология // Новые технологии. 2013. №2. С. 86–90.

3. Хворова И.В., Дмитрик А.Л. Микроструктуры кремнистых пород. Труды ГИН АН СССР. Вып. 246. М.: Наука, 1972. 82 с.

4. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Часть 3. Кремнистые породы. Под ред. Жамойда А.И., Хабакова А.В. М.: Недра, 1973. 340 с.

5. Отчет о детальной разведке эксплуатируемого Инзенского месторождения диатомитов в Инзенском районе Ульяновской области, проведенной в 1972, 77 гг. В 4 томах. Том 1. Текст отчета и таблицы к подсчету запасов. Ульяновск: Ульяновская геологическая партия, 1978. 726 с.

6. Кремнистые породы СССР. Под ред. Дистанова У.Г. Казань: Татарское книжное издательство, 1976. 412 с.

7. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования). 3-е изд., перераб., и доп. М.: Высшая школа, 1984. 416 с.

8. Горбунов Г.И., Жуков А.Д. Научные основы формирования структуры и свойств строительных материалов. М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. 555 с.

9. Конончук П.Ю. Адаптация метода оптической счётной микроскопии для определения гранулометрического состава почв : дис… канд. с.-х. наук. СПб., 2009. 197 с.

10.Трофимов В.Т., Королев В.А., Николаева С. К. К вопросу об определении гранулометрического состава грунтов с использованием лазерных анализаторов // Инженерные изыскания. 2014. №5-6. С. 29–35.

11.Гусев А.М., Трусов В.А. Методика помола исходных материалов // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество»: междунар. симпозиум «Надежность и качество» (Пенза, 23 мая - 2 июня 2011 г.). Пенза: Изд-во ПГУ. 2011. Т.2. С.134–136.

12.Abdellaoui M., Gaffet E. The physics of mechanical alloying in a planetary ball mill: mathematical treatment // Acta metallurgica et materialia. 1995. Т. 43. №3. С. 1087–1098.

13.Ediz N., Bentli İ., Tatar İ. Improvement in filtration characteristics of diatomite by calcination // International Journal of Mineral Processing. 2010. Т. 94. №3. С. 129-134.

14.ГОСТ Р 51761-2013. Пропанты алюмосиликатные. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 27 с.

15.Скобеев И.К. Фильтрующие материалы. М.: Недра, 1978. 200 с.

Информация об авторах
Убаськина Юлия Александровна, кандидат химических наук, научный сотрудник.
E-mail: juliabasjo@gmail.com
НИЦ «Курчатовский институт» – ИРЕА.
Россия, 107076, г. Москва, Богородский вал, д. 3.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Убаськина Ю.А., 2017

Ubaskina J.A.

THE INFLUENCE OF THE STRUCTURE OF DIATOMITE ON ITS TECHNOLOGICAL PROPERTIES

The work is dedicated to the study of the structure of diatomite and its change as a result of the application of various laboratory and industrial methods for grinding diatomite. It is studied the influence of methods of grinding diatomite on its technological properties - adsorption capacity and permeability for its using as an adsorbent for cleaning various liquids. It is shown that the diatomite is composed of aggregates of particles resistant to mechanical grinding but disintegrating when the diatomite is mixed with water. The effect of dry and wet dispergating of diatomite when determination of granulometric analysis by the method of laser diffraction is considered on the accuracy of the obtained results of analysis. It has been found that in order to obtain the adsorbent during the mechanical grinding of diatomite it is preferable to use such laboratory and industrial methods for grinding diatomite in which the principle of crushing and grinding of diatomite with simultaneous drying of the material is used. This way allows to obtain a fraction of diatomite (5–45 μm) optimal for producing adsorption material.

Keywords: *diatomite, adsorbent, cleaning of liquid media, grinding, adsorption properties, permeability.*

Information about the authors
Ubaskina Julia Aleksandrovna, Ph.D., researcher.
E-mail: juliabasjo@gmail.com
NRC «Kurchatov Institute» – IREA.
Russia, 107076, Moscow, Bogorodsky shaft, 3.

Received in September 2017
© Ubaskina J.A., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001abadd34f4.89154108

Грачева Е.О., аспирант,
Шевага О.Н., аспирант,
Тарасова Г.И., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

РАЗРУШЕНИЕ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ЭМУЛЬСИОННЫХ СТОКОВ С ПОМОЩЬЮ ТВЕРДЫХ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ НЕФТЕШЛАМОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ*

taga307@yandex.ru

В статье представлены экспериментальные данные по разрушению нефтесодержащих эмульсионных стоков, стабилизированных твердыми эмульгаторами, полученными термической обработкой отходов ГОКов и сахарной промышленности. Очистку водонефтяной эмульсии, содержащую нерастворимые примеси, проводили в лабораторных условиях на установке, состоящей из фильтра с нисходящим потоком воды и приемника очищенной воды. В качестве загрузки использовали полученный термолизный дефекат $ТД_{600}$ и вольский песок. А также полученный термолизный ХОЖК и вольский песок. В лабораторных условиях подобрана оптимальная высота загрузки, которая составила 7 см, и оптимальное соотношение слоев, которое составило 1:1.

Проведены исследования практического применения нефтешламов в производстве облегченных керамических материалов.

Ключевые слова: *деэмульгатор, нефтесодержащие эмульсионные стоки, сорбционно-фильтрационная очистка, нефтешлам, керамические материалы.*

Введение. Наряду с проблемой образования устойчивых обратных эмульсий, имеющей большое значение во многих технических процессах, важна также обратная проблема – разрушение эмульсий (деэмульгирование) [1–4].

Деэмульгирование применяется в таких распространенных процессах, как отделение эмульгированной воды от сырой нефти и дегтя, очистка конденсата от масла, а также при очистке нефтесодержащих стоков [5–10].

Все методы разрушения можно разделить на три группы: 1) механические или физические; 2) химические; 3) электрические.

В настоящее время существуют множество деэмульгаторов, применяемых для разрушения нефтесодержащих эмульсий. Однако, деэмульгатор, пригодный для разрушения одной эмульсии, может оказаться совершенно неприменяемым для другой. Поэтому разработка и исследование твердых деэмульгаторов, полученных на основе крупнотоннажных отходов промышленности является актуальной задачей.

Следует отметить, что не менее актуальной является проблема разрушения нефтяных эмульсий в сточных водах [11, 12]. Технология очистки таких стоков должна обеспечить полное разрушение устойчивой структуры эмульсии и последующим отделением масляной фазы от водной среды. Поэтому вопросы доступной и качественной очистки сточных вод металлургических заводов от масел и нефтепродуктов – одно из приоритетных направлений охраны окружающей среды. Для доочистки сточных вод широкое применение нашли сорбционные методы с использованием активных углей и других сорбентов (в том числе и на основе отходов промышленности), фильтры с зернистой загрузкой и другие.

Деэмульгаторы – это вещества, обладающие дифильной структурой. Благодаря свойству дифильности, деэмульгаторы адсорбируются на межфазных граничных поверхностных слоях частиц дисперсной фазы, за счет чего в глобулах водонефтяных эмульсий происходит снижение межфазного натяжения и разрушение защитного слоя природных стабилизаторов.

Эмульсии могут разрушаться при прохождении через фильтрационный слой, состоящий из адсорбционного материала и песка [9].

Сущность процесса фильтрования через слой зернистой загрузки – разделение неоднородных систем, состоящих из дисперсионной среды (жидкости или газа) и взвешенных в ней твёрдых частиц или капель производят в фильтре.

Эмульсию подают внутрь фильтра. Под действием перепада давлений дисперсионная среда проходит сквозь зернистый слой, а частицы дисперсной фазы задерживаются зернистым слоем. В процессе фильтрования происходит закупоривание каналов зернистого слоя мелкими частицами дисперсной фазы и образование слоя осадка увеличивающейся толщины из крупных частиц дисперсной фазы. В результате реализации процесса неоднородная система разделяется на

осветлённую дисперсионную среду и шлам. При зернистом фильтровании нефтесодержащих эмульсий имеет значение первоначальный характер поверхности зёрен загрузки [6].

Применяемые в настоящее время деэмульгаторы водонефтяных эмульсий, подбираются индивидуально, в зависимости от физико-химических свойств разделяемых смесей.

Внедрение новых технологий по разрушению стойких водонефтяных эмульсий требует разработки научно-обоснованного подхода, базирующегося на глубоком знании механизмов формирования структуры межфазного слоя и особенностей строения эмульгаторов в процессе стабилизации водонефтяных эмульсий

В качестве фильтрующих материалов используются кварцевый песок, дробленый антрацит, вспененный вермикулит, керамзит, керамическая крошка, термолизный дефекат ($ТД_{600}$) [9] и другие [6].

Основная часть. В качестве деэмульгаторов в данной работе предлагается использовать отходы ГОКов – хвосты обогащения железистых кварцитов (ХОЖК) модифицированные термообработкой при температуре 600 °С, а для сравнения известный деэмульгатор – термолизный дефекат $ТД_{600}$.

ХОЖК представляют собой мелкозер-нистый порошок из отходов, образуемых при сухой и мокрой сепарации измельченных железосодержащих кварцитов [13].

В состав ХОЖК входят до 10 % гематита и магнетита и около 72 % кремнезема. Это тонкодисперсный порошок светло-серого цвета со средним размером частиц от 0,1 до 0,05 мм. В соответствии с классификацией вредных веществ данный отход относится к IV классу опасности – малоопасные вещества.

Термическую активацию ХОЖК проводят в электрических печах. Образец помещают в специальную металлическую ячейку, и термически обрабатывают без доступа кислорода при температурах 400–600 °С [13].

Поскольку преобладающей частью в составе отхода является кремнезем, то при термической обработке структура ХОЖК становится пористой, с весьма развитой сетью капилляров, что увеличивает адсорбционные свойства, а, следовательно, возрастает степень очистки воды.

Дефекат представляет собой отход сахарного производства, содержащий на своей поверхности до 18–20 % различных органических веществ, адсорбированных в результате очистки диффузионного сока сахарной свеклы на стадиях сатурации [14].

Термолизный дефекат ($ТД_{600}$) получают путем термической обработки в электрических печах или печах с кипящим слоем при невысоких температурах (450–600 °С) [15].

В результате термической обработки на поверхности дефеката происходит неполное сгорание органических веществ и образование обуглившихся веществ, в основном состоящих из углерода. Значительной составляющей частью $ТД_{600}$ являются карбонаты кальция, магния, микроэлементы: кремний, калий, натрий, азот, фосфор, токсичные вещества и ионы тяжелых металлов отсутствуют.

Очистку водонефтяной эмульсии, содержащую нерастворимые примеси, проводили в лабораторных условиях на установке, состоящей из фильтра с нисходящим потоком воды и приемника очищенной воды, и представляющей собой цилиндрический сосуд диаметром 4,5 см с двумя отверстиями (двухслойный фильтр с зернистой загрузкой). В качестве загрузки использовали полученный термолизный дефекат $ТД_{600}$ и Вольский песок. А также полученный термолизный ХОЖК и Вольский песок. В лабораторных условиях подобрали оптимальную высоту загрузки, которая составила 7 см, и оптимальное соотношение слоев, которое составило 1:1.

Сравнительные данные по эффективности очистки сточных вод предлагаемого деэмульгатора (ХОЖК) и термолизного дефеката ($ТД_{600}$) приведены в табл. 1. Из табл. 1 следует, что предлагаемый в качестве фильтрующего материала ХОЖК обладает высокой степенью очистки от органических и взвешенных веществ и практически не уступает $ТД_{600}$.

Поскольку частицы термолизного ХОЖК имеют большую гидрофильность, чем $ТД_{600}$ и частицы значительно крупнее по размеру, этим можно объяснить меньшее взаимодействие частиц ХОЖК с масляной фазой и, следовательно, меньшую степень очистки по сравнению с термолизным дефекатом.

Для утилизации нефтешлама, образующегося при фильтрации водонефтяной эмульсии, исследовали возможность использования его в качестве выгорающей добавки при производстве керамических материалов.

Для определения оптимальных условий утилизации нефтешлама, добавляли его к глиняной массе перед формовкой керамических образцов методом пластичного прессования. Обжиг отформованных изделий проводили при температуре 900 ºС в течение 90 мин. Состав керамических масс представлен в табл. 2.

Полученные образцы подвергались физико-механическим испытаниям. Данные проведенных исследований представлены в табл. 3.

Таблица 1

Сравнительная характеристика физико-химических показателей водонефтяной эмульсии до и после фильтрации

Фильтрующий материал	ХПК, мгО/дм^3		Эффективность очистки по ХПК, %	Взвешенные вещества, мг/дм^3		Эффективность очистки по взвешенные веществам, %
	Исходной воды	После фильтрации		Исходной воды	После фильтрации	
ХОЖК	5020	301,2	94	5250	210	96,5
$ТД_{600}$	5020	140,56	97,2	5250	105	98

Из табл. 3 следует, что с увеличением процентного содержания нефтешлама в керамических образцах уменьшается средняя плотность (объемный вес), а истинная плотность (удельный вес) практически остается постоянной; увеличивается пористость и уменьшается прочность изделий.

По результатам испытаний были построены графики зависимостей плотности и прочности изделий от количества, добавляемого нефтешлама (рис. 1 и 2).

Из рис. 1 и 2 видно, что оптимальной является добавка нефтешлама в количестве 25 % от массы сырья, поскольку дальнейшее повышение содержания отхода приводит к резкому снижению данных показателей.

Таблица 2

Состав керамических масс

№ состава	Глина, %	Нефтешлам, %	Вода, %
1	100	0	20
2	85	15	20
3	75	25	20
4	65	35	20
5	50	50	20

Примечание. Влажность нефтешлама после фильтрации составила 27 % мас.

Таблица 3

Физико-химические свойства полученных образцов

Показатели	№ состава (образца)				
	1	2	3	4	5
Воздушная усадка, %	1,21	1,75	1,86	2,24	2,72
Огневая усадка, %	3,34	3,67	4,41	4,78	5,15
Средняя плотность, кг/м^3	1420	1412	1386	1312	1279
Истинная плотность, кг/м^3	1950	1950	1950	1950	1950
Пористость, %	27,2	27,6	29,0	32,7	34,5
Водопоглощение, %	16,51	17,92	18,4	19,73	21,6
Предел прочности при сжатии, МПа	12,32	12,24	11,52	8,71	7,21
Теплопроводность, Вт/м·К	0,2167	0,2143	0,2105	0,2041	0,2015

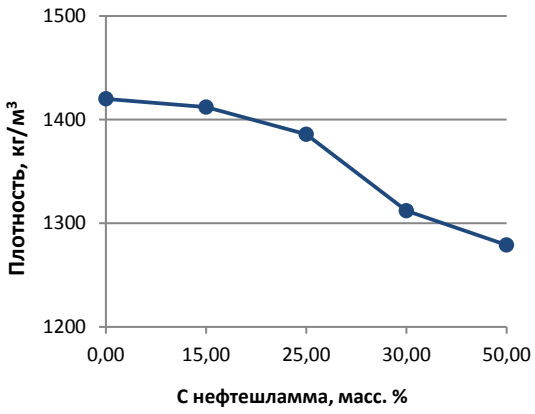


Рис. 1. График зависимости плотности полученных образцов от содержания нефтешлама

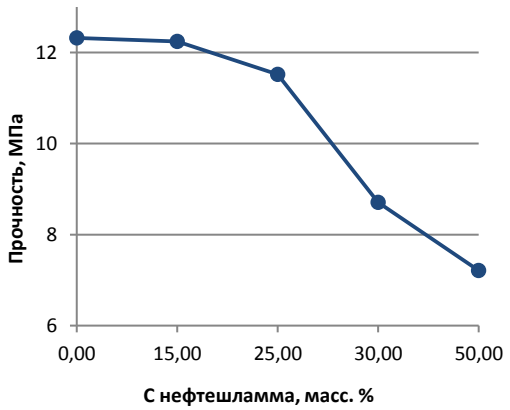


Рис. 2. График зависимости прочности полученных образцов от содержания нефтешлама

По результатам экспериментальных исследований установлена возможность получения строительного керамического кирпича с плотностью 1455–1272 кг/м^3 и прочностью 8,0–

12,0 МПа, что согласно нормативным требованиям относится к классу эффективных (ГОСТ 530–2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия).

При этом использование нефтешламов в составе керамических масс не требует специальных предварительных подготовительных технологических процессов, а это способствует утилизации значительного объема шлама, образующегося при фильтрации водонефтяных эмульсий.

Вывод. Таким образом, предложенный деэмульгатор (термолизный ХОЖК) позволяет повысить качество очистки сточных вод по ХПК и практически полностью очистить от взвешенных веществ, а также удешевить процесс очистки за счет применения крупнотоннажных отходов производства. Кроме того, применяемый фильтрующий материал позволит расширить сырьевую базу, отказаться от дефицитных токсичных материалов. Он является дешевым, отечественным, и применение его может решить экологическую проблему региона по утилизации техногенных отходов ГОКов.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Тарасова Г.И., Шевага О.Н., Тарасов В.В., Грачева Е.О. Исследование обратных эмульсий, стабилизированных термолизным карбонатсодержащим отходом. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 84 с.

2. Мухин Л.К., Шалыт С.Я., Огнева Л.Г., Мильчакова Г.Ф. Исследование влияния структурно-механических свойств смешанных межфазных слоев на устойчивость обратных эмульсий. Дисперсные системы в бурении. Киев: Наукова думка, 1977. С. 148–149.

3. Духин С.С. Новые направления в изучении двойного электрического слоя дисперсных частиц. Успехи коллоидной химии. М.: Наука. 1973. С. 98–108.

4. Таубман А.Б., Корецкий А. Ф. Стабилизация эмульсий твердыми эмульгаторами и каогуляционное структурообразование // Успехи коллоидной химии. М. 1973. С. 262–265.

5. Покидько Б.В., Ботин Д.А., Плетнев М.Ю. Эмульсии Пикеринга и их применение при получении полимерных наноструктурированных материалов. Вестник МИТХТ. 2013. № 1. С. 3–14.

6. Копылова Л.Е, Лакина Т.А., Свитцов А.А., Каширин А.О., Булатников В.В. Коалесцирующая фильтрация как метод очистки нефтесодержащих сточных вод // МИР НЕФТЕПРОДУКТОВ. Вестник Нефтяных Компаний. 2012. №12. С. 33–38.

7. Грачева Е.О., Тарасов Г.И. Очистка сточных вод от нефтесодержащих примесей термолизной глиной // Международная конференция молодых ученых «Современное состояние и качество окружающей среды отдельных регионов». Одесса, 2016. С. 77–79.

8. Тарасова Г.И., Шевага О.Н., Грачева Е.О., Тарасов В.В. Исследование реологиче ских и электрических свойств обратных эмульсий, стабилизированных термолизным дефекатом $ТД_{600}$. // Вестник технологического университета. Казань. 2015.Т.18. №6. С. 90–93.

9. Пат. № 2380137 РФ, МПК B01D39/06. Фильтрационный материал для очистки сточных вод / Ж.А. Свергузова., Г. И. Тарасова, С.В. Свергузова, А. М. Благодырева заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова; №20008142589/15; заявл. 27.10.2008, опубл. 27.01.2010. Бюл. №3.

10. Бабак В.Г. Высококонцентрированные эмульсии. Физико-химические принципы получения и устойчивость // Успехи химии. 2008. Т. 77. №8. С. 729–756.

11. Тарасова Г.И., Благодырева А.М. Использование дефеката-отхода сахарной промышленности для очистки нефтесодержащих сточных вод // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2006. №6. С. 128–129.

12. Собгайда Н.А., Ольшанская Л.Н., Макарова Ю.А. Очистка сточных вод от нефтепродуктов композитными фильтрами на основе отходов производств // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2010. № 3. С. 37–41.

13. Тарасова Г.И. Рациональный способ получения пигментов-наполнителей из металлсодержащих промышленных отходов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. №2. С. 128–132.

14. Сапронов А. Р., Бобровник Л.Д. Сахар. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 256 с.

15. Тарасова Г.И. Научные основы и методология комплексной переработки и утилизации кальцийкарбонатсодержащих отходов. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 108 с.

Информация об авторах
Грачева Евгения Олеговна, аспирант кафедры промышленной экологии.
E-mail: janeecologist@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Шевага Олеся Николаевна, аспирант кафедры промышленной экологии.
E-mail: taga307@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Тарасова Галина Ивановна, доктор технических наук профессор кафедры промышленной экологии.
E-mail: taga307@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Грачева Е. О., Шевага О.Н., Тарасова Г.И., 2017

Gracheva E.O., Shevaga O.N., Tarasova G.I.

THE DESTRUCTION OF OIL EMULSION WASTEWATER WITH HARD DEMULSIFIERS AND THE USE OF WASTE SLUDGE IN PRODUCTION OF CERAMIC MATERIALS

The paper presents experimental data on the destruction of oil emulsion wastewater, stable solid emulsifiers obtained by thermal processing of waste processing plants and the sugar industry.

Cleaning of oil-water emulsion containing insoluble impurities was carried out in laboratory conditions on the installation, consisting of a filter downflow of the water and the receiver of purified water.
As download used obtained thermality defecate $ТД_{600}$ and Wolski sand. And received thermality, HOEK and Wolski sand. In laboratory conditions, the optimum loading height, which was 7 cm, and the optimal ratio of the layers, which was 1:1.

Conducted research in the practical application of sludge in the production of lightweight ceramic materials.

Keywords: *demulsifier, oil-containing emulsion waste water, sorption-filtration treatment, oil sludge, ceramic materials*

Information about the author
Gracheva Eugene Olegovna, Postgraduate student.
E-mail: janeecologist@mail.ru
Belgorod state technological University. V. G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, St. Kostyukova, 46.

Shevaga Olesya Nikolaevna, Postgraduate student.
E-mail: taga307@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Tarasova Galina Ivanovna, Ph.D., Professor.
E-mail: taga307@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Gracheva E.O., Shevaga O.N., Tarasova G.I., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001abbee30a1.38201809

Рахимбаев Ш.М., д-р техн. наук, проф.,
Рахимбаев И.Ш., канд. техн. наук, инж.-иссл.,
Попеску Н.М., студент
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЕРИФИКАЦИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГИДРОАЛЮМИНАТОВ КАЛЬЦИЯ И ИХ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

girl-rock-star@mail.ru

Предложен способ уточнения численных значений изобарно – изотермических потенциалов гексагональных и кубических гидроалюминатов кальция путём сравнения величин их расчётной растворимости с экспериментальными данными. На основе уточнённых величин термодинамических свойств этих соединений произведён прогноз превращений гексагональных гидроалюминатов кальция в кубическую форму, которая согласуется с экспериментальными данными.

Ключевые слова: *гидроалюминат кальция, гексагональная и кубическая сингонии, активность и концентрация ионов, верификация, изобарно – изотермический потенциал.*

Гидроалюминаты кальция $mCaO\cdot Al_2O_3\cdot nH_2O$ играют существенную роль в процессах твердения строительных изделий и конструкций на основе портландцемента, глинозёмистого цемента и т.п..

Некоторые из гидроалюминатов кальция, например, $2CaO\cdot Al_2O_3\cdot 8H_2O$ и $4CaO\cdot Al_2O_3\cdot 19H_2O$, относятся к гексагональной сингонии. Даже в нормальных условиях (температура 20 – 25 °С) они являются нестабильными и превращаются в шестиводный гидроалюминат кальция кубической сингонии $3CaO\cdot Al_2O_3\cdot 6H_2O$ [1–4]. Повышение температуры ускоряет этот процесс [1–5]. Такие фазовые переходы отрицательно влияют на физико-механические свойства цементного камня, особенно на основе глинозёмистых вяжущих.

В книгах [6, 7] произведён термодинамический расчёт процессов гидратного фазообразования в системе $CaO - Al_2O_3 - H_2O$ при температуре 25–150 °С Авторы пришли к выводу, что при температуре 25 °С, независимо от соотношения CaO/Al_2O_3, устойчив гексагональный гидроалюминат кальция $4CaO\cdot Al_2O_3\cdot 19H_2O$, который лишь при температуре 125 °С и выше превращается в $3CaO\cdot Al_2O_3\cdot 6H_2O$ кубической сингонии.

Результаты расчётов авторов [6, 7] не согласуются с экспериментальными данными [1 – 5, 8, 9], поэтому необходимы дополнительные исследования по этому вопросу.

В данной работе предлагается термодинамический анализ процессов превращения гексагональных гидроалюминатов кальция в кубическую форму с использованием уточнённых исходных данных.

Методика расчётов основана на известных законах и формулах термодинамики [10–12]. Для верификации исходных величин изобарно – изотермических потенциалов гидроалюминатов кальция производилось сравнение расчётных величин их растворимости с экспериментальными данными.

Приведенные в различных литературных источниках численные значения изобарно – изотермических потенциалов ΔG^0_{298} часто существенно отличаются. Фазовые превращения гидроалюминатов кальция сопровождаются сравнительно небольшими термодинамическими эффектами, поэтому при решении наших задач предъявляются повышенные требования к точности исходных данных для расчётов. В связи с этим произведём верификацию численных значений ΔG^0_{298} различных гидроалюминатов кальция.

Для этого сопоставим полученные расчётным путём величины равновесной растворимости гидроалюминатов кальция различного состава с экспериментальными данными, а также с диаграммами состояния системы $CaO - Al_2O_3 - H_2O$ [1, 2, 13].

Начнём с низкоосновного гидроалюмината кальция $CaO\cdot Al_2O_3\cdot 10H_2O$ (CAH_{10}). Для него приведены следующие величины – ΔG^0_{298}, ккал/моль: 1096 [6], 1103,7 [7].

В книге [13] отмечается, что растворимость CAH_{10} исследовалась в работе [14], однако приведенные в ней результаты недостаточны для расчёта изобарно – изтермического потенциала этого соединения.

Растворение в воде CAH_{10} возможно с образованием аморфного $Al(OH)_3$ в осадке либо иона $Al(OH)_4^-$ в жидкой фазе.

Алюминат – ион $Al(OH)_4^-$ образуется в значительных количествах в высокощелочной среде (pH ~ 12), поэтому в данном случае принимаем,

что растворение CAH_{10} происходит с образованием $Al(OH)_3$.

Ниже приводится расчёт процессов растворения CAH_{10} при использовании различных исходных данных для этого гидроалюмината.

$$CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 10H_2O \leftrightarrow Ca^{2+} + 2Al(OH)_3 + 2OH^- + 6H_2O \quad (1)$$

ΔG^0_{298} для CAH_{10} принимаем, согласно [6], равным 1103,7 ккал/моль.

При этом получаем, ккал:

$$\Delta G^0_p = 1103{,}7 - 2 \cdot 273 - 2 \cdot 37{,}6 - 6 \cdot 56{,}7 - 1322 = 10{,}1$$

lgK_p = - 7,40. Величину lgK_p можно рассчитать из уравнения реакции растворения CAH_{10}:

$$K_p = [Ca^{2+}]\,[OH^-]^2 = 4\,[Ca^{2+}]^3;\ lg\,[Ca^{2+}] = -2{,}67;\ [Ca^{2+}] = 2{,}14 \cdot 10^{-3}\ моль/л = 0{,}12\ мг/л.$$

Необходимо пересчитать эту величину активности ионов кальция $[Ca^{2+}]$ = a на концентрацию с по формуле с = a/γ, где γ - коэффициент активности, который можно рассчитать по методике, изложенной в [13].

Для этого рассчитаем ионную силу раствора: $f = 0{,}5 \cdot (2{,}14 \cdot 4 + 2 \cdot 2{,}14) \cdot 10^{-3} = 6{,}4 \cdot 10^{-3}$

$\gamma_{Ca^{2+}} = 0{,}63$; $c_{Ca^{2+}} = 0{,}19$ г/л. Эта величина согласуется с диаграммой состояния системы $CaO - Al_2O_3 - H_2O$, согласно которой CAH_{10} стабилен при концентрации Ca^{2+} 0,18 г/л и выше.

Рассчитаем pH среды в жидкой фазе, находящейся в равновесии с CAH_{10}:

$$[OH^-] = 2 \cdot 2{,}14 \cdot 10^{-3} = 4{,}28 \cdot 10^{-3}\ моль/л;\ \gamma_{OH^-} = 0{,}944;\ pH = 11{,}6.$$

Исходя из изложенного, принимаем ΔG^0_{298} для CAH_{10} округлённо – 1104 ккал/моль.

Рассмотрим ΔG^0_{298} гексагонального гидроалюмината $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 8H_2O$. Для него в технической литературе приводятся следующие величины - ΔG^0_{298}: 1142 [6]; 1151,5 [7]; 1152,9 ± 0,2 [13].

Произведём их верификацию.

$$2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 8H_2O \leftrightarrow 2Ca^{2+} + 2Al(OH)_4^- + 2OH^- + 3H_2O \quad (2)$$

$$\Delta G^0_p = 1142 - 2 \cdot 37{,}6 - 2 \cdot 312 - 2 \cdot 132{,}2 - 3 \cdot 56{,}7 = 8{,}3\ ккал/моль.$$

$$lgK_p = 6{,}08;\ K_p = [Ca^{2+}]^2\,[Al\,(OH)_4^-]^2\,[OH^-]^2 = [Ca^{2+}]^6;\ [Ca^{2+}] = 9{,}77 \cdot 10^{-3}\ моль/л = 5{,}47\ г/л\ CaO.$$

Полученный результат говорит о том, что величина ΔG^0_{298} сильно занижена, так как растворимость C_2AH_8 не превышает 0,4 – 0,5 г/л CaO [13].

Проверим цифру – 1153 ккал/моль. ΔG^0_p = 19,3 ккал/моль;

$$lgK_p = -14{,}1;\ lg\,[Ca^{2+}] = -2{,}35;\ [Ca^{2+}] = 4{,}47 \cdot 10^{-3}\ моль/л = 0{,}25\ г/л\ CaO.$$

$$f = 0{,}5 \cdot (4{,}47 \cdot 4 + 2 \cdot 4{,}47) \cdot 10^{-3} = 13{,}4 \cdot 10^{-3};\ \gamma_{Ca^{2+}} = 0{,}54;\ c_{Ca^{2+}} = 0{,}25/0{,}54 = 0{,}46\ г/л.$$

$$[Al\,(OH)_4^-] = 4{,}47 \cdot 10^{-3}\ моль/л = 0{,}45\ г/л\ Al_2O_3;\ lg\gamma_{Al(OH)_4^-} = -0{,}08;\ \gamma_{Al(OH)_4^-} = 0{,}83;\ c_{Al(OH)_4^-} =$$

$$= 0{,}54\ г/л\ Al_2O_3.$$

$$[OH^-] = 4{,}47 \cdot 10^{-3};\ \gamma_{OH^-} = 0{,}93;\ pH = 11{,}7.$$

Экспериментальное значение концентраций CaO равно 0,46 г/л, а Al_2O_3 0,42 г/л [15]; 0,40 и 0,37 г/л, соответственно, что близко к расчётным величинам. В связи с этим принимаем для C_2AH_8 величину ΔG^0_{298} = - 1153 ккал/моль.

Рассмотрим ΔG^0_{298} кубического гидроалюмината кальция $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$. Для него в технической литературе приводятся следующие величины - ΔG^0_{298}, ккал/моль: 1205,2 [6]; 1198,4 [7]; 1201,9 ± 0,5 [13]. При верификации этих величин принимаем, что растворение C_3AH_6 в воде происходит с преимущественным образованием аморфного гидроксида алюминия, поэтому запишем:

$$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O \leftrightarrow 3Ca^{2+} + 2\,Al(OH)_3 + 6OH^- \quad (3)$$

$$\Delta G^0_p = 1205{,}2 - 3 \cdot 132{,}2 - 2 \cdot 273 - 6 \cdot 37{,}6 = 37\ ккал/моль$$

$$lgK_p = -27{,}12;\ lgK_p = 1{,}2 + 9\,lg\,[Ca^{2+}];\ [Ca^{2+}] = 7{,}24 \cdot 10^{-3}\ моль/л = 0{,}04\ г/л\ CaO.$$

По данным [15] растворимость C_3AH_6 в воде по CaO составляет 0,1 – 0,14 г/л, поэтому полученное расчётное значение занижено.

Примем ΔG^0_{298} = 1198,4 ккал/моль. При этом получим:

ΔG^0_p = 30,2 ккал/моль; K_p = - 22,14; $[Ca^{2+}]$ = $2{,}57 \cdot 10^{-3}$ моль/л = 0,14 г/л CaO. Эта величина находится на нижнем уровне экспериментального значения растворимости C_3AH_6 по ионам Ca^{2+}. Если её пересчитать на растворимость, то она возрастёт более чем в полтора раза, поэтому примем для C_3AH_6 величину ΔG^0_{298} = - 1200 ккал/моль. Она согласуется с данными [13]. При этом получим:

$$\Delta G^0_p = 31{,}8 \text{ ккал/моль}; \lg K_p = -23{,}3; \lg [Ca^{2+}] = -2{,}72; [Ca^{2+}] = 1{,}9 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л} = 0{,}1 \text{ г/л CaO};$$
$$[OH^-] = 3{,}8 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}.$$

Пересчитаем активность ионов на концентрацию:

$$f = 0{,}5 \cdot (1{,}9 \cdot 4 + 1{,}9 \cdot 2) \cdot 10^{-3} = 5{,}7 \cdot 10^{-3}$$

$$\lg\gamma_{Ca^{2+}} = -0{,}18; c_{Ca^{2+}} = 0{,}15 \text{ г/л CaO}.$$

$$[OH^-] = 3{,}8 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}; pH = 11{,}6.$$

Полученные величины согласуются с экспериментом, поэтому принимаем ΔG^0_{298} для C_3AH_6 равным – 1200 ккал/моль.

Произведём верификацию ΔG^0_{298} гексагонального гидроалюмината кальция $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 19H_2O$. Для него приводятся следующие величины, ккал/моль:

- 2092 [6]; - 2096,3 [7]; - 2093,8 ± 0,3[13]. Первая и последняя близки, а второе значительно больше их, поэтому протестируем сначала величину – 2096,3.

В данном случае растворение гидроалюмината кальция происходит с образованием в качестве алюминатного соединения не $Al(OH)_3$, а иона $Al(OH)_4^-$.

$$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 19H_2O \leftrightarrow 4Ca^{2+} + 2Al(OH)_4^- + 6OH^- + 12H_2O \quad (4)$$

$$\Delta G^0_p = 2096{,}3 - 4 \cdot 132{,}2 - 2 \cdot 312 - 6 \cdot 37{,}6 - 12 \cdot 56{,}7 = 37{,}5 \text{ ккал/моль}$$

$$\lg K_p = -27{,}5; K_p = [Ca^{2+}]^4 [Al(OH)_4^-]^2 [OH^-]^6;$$

$$\lg K_p = 0{,}45 + 12 \lg [Ca^{2+}]; [Ca^{2+}] = 4{,}68 \cdot 10^{-3} \text{ моль/г} = 0{,}26 \text{ г/л CaO}.$$

Полученная величина в 2 – 2,5 раза ниже экспериментальных значений [2, 5]. Это обусловлено тем, что принятая в основу расчётов цифра ΔG^0_{298} = - 2096 ккал/моль завышена.

Протестируем величину ΔG^0_{298} = - 2093,8 ккал/моль. Получим:

$$\Delta G^0_p = -35 \text{ ккал/моль}; \lg K_p = -25{,}16; [Ca^{2+}] = -2{,}17; [Ca^{2+}] = 6{,}76 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л} = 0{,}38 \text{ г/л CaO}.$$

$$f = 0{,}5 \cdot (6{,}76 \cdot 4 + 0{,}5 \cdot 6{,}76 + 1{,}5 \cdot 6{,}76) \cdot 10^{-3} = 0{,}02; \sqrt{f} = 0{,}14; \lg\gamma_{Ca} = -0{,}27; \gamma_{Ca} = 0{,}53; c_{Ca^{2+}} = 0{,}72 \text{ г/л},$$

что ниже экспериментальных данных. В связи с этим тестируем величину ΔG^0_{298} для C_4AH_{19} равную – 2092 ккал/моль.

$$\Delta G^0_{298} = -2092; \Delta G^0_p = 37{,}5 - 4{,}3 = 33{,}2; \lg K_p = -24{,}3; \lg [Ca^{2+}] = -2{,}06 = 3{,}94; [Ca^{2+}] = 8{,}7 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л} =$$
$$= 0{,}49 \text{ г/л CaO}; f = 0{,}5 \cdot (4 \cdot 8{,}7 + 0{,}5 \cdot 8{,}7 + 1{,}5 \cdot 8{,}7) \cdot 10^{-3} = 26 \cdot 10^{-3}; c_{OH^-} = 0{,}99 \text{ г/л}; \gamma_{OH} = 0{,}93; pH = 12{,}1.$$

Полученная расчётная величина растворимости C_4AH_{19}, равная 0,99 г/л CaO, согласуется с экспериментов, так как этот гидроалюминат кальция устойчив лишь в среде, где содержание гидроксида кальция близко к 1 г/л в пересчёте на CaO.

$$[Al(OH)_4^-] = 0{,}5\,[Ca^{2+}] = 4{,}35\,7 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л} = 0{,}44 \text{ г/л } Al_2O_3; c_{Al(OH)_4^-} = 5{,}5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л} =$$
$$= 0{,}55 \text{ г/л } Al_2O_3; pH = 12{,}1.$$

Полученное значение растворимости C_4AH_{19} по Al_2O_3 не реализуется на практике, так как часть ионов алюминия выпадает в осадок в виде гидроксида этого металла.

На основе верификации численных значений ΔG^0_{298} гидроалюминатов кальция различного состава произведём расчёт фазовых переходов гексагональных соединений в кубическую форму.

$$2\ (2CaO\cdot Al_2O_3\cdot 8H_2O) \leftrightarrow 3CaO\cdot Al_2O_3\cdot 6H_2O + CaO\cdot Al_2O_3\cdot 10H_2O \quad (5)$$

$$\Delta G_p^0 = 2\cdot 1153 - 1200 - 1104 = 2 \text{ ккал/моль.}$$

$$4CaO\cdot Al_2O_3\cdot 19H_2O \leftrightarrow 3CaO\cdot Al_2O_3\cdot 6H_2O + Ca(OH)_2 + 12H_2O \quad (6)$$

$$\Delta G_p^0 = 2092 - 1200 - 214{,}4 - 12\ \cdot 56{,}7 = -2{,}8 \text{ ккал/моль.}$$

Расчёты свидетельствуют о том, что двухосновный гидроалюминат кальция при температуре 25 °С не превращается в кубический гидроалюминат C_3AH_6, а высокоосновный гидроалюминат C_4AH_{19} – склонен к переходу в кубическую форму.

Неточность расчётов [6, 7] обусловлена тем, что были использованы непроверенные исходные данные.

Выводы

- Предложен способ верификации численных значений изобарно – изотермических потенциалов гексагональных и кубического гидроалюмината кальция при 25 °С путём сравнения расчётных величин с экспериментальными данными.

- Рекомендуются следующие величины – ΔG_{298}^0 различных гидроалюминатов кальция, ккал/моль: CAH_{10} – 1104; C_2AH_8 – 1153; C_3AH_6 – 1200; C_4AH_{19} – 2092.

- Четырёхосновный гидроалюминат кальция C_4AH_{19} при 25 °С склонен к превращению в кубический C_3AH_6, а двухосновный C_2AH_8 - нет. В связи с этим в цементах с высоким содержанием CaO (ЦЕМ I, ЦЕМ II и некоторые разновидности ЦЕМ V) гексагональные гидроалюминаты кальция склонны к переходу в кубический C_3AH_6, а в ЦЕМ III , ЦЕМ IV и глинозёмистом цементе они стабильны.

- Современные методы синтеза и идентификации гидроалюминатов кальция, а также экспериментального либо расчётного определения их изобарно – изотермических потенциалов не позволяют получить последние с точностью до десятых долей ккал/моль, поэтому в данной работе приведены их округлённые величины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Торопов Н.А. Химия цементов. М.: Стройиздат, 1956. 271 с.

2. Ли Ф.М. Химия цемента и бетона. М.: Стройиздат, 1961. 464 с.

3. Кравченко И.В. Глиноземистый цемент. М.: Госстройиздат, 1961. 175 с.

4. Тейлор Х.Ф. Химия цемента. М.: Мир, 1996. 562 с.

5. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. М.: Стройиздат, 1986. 425 с.

6. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. М.: Стройиздат, 1972. 352 с.

7. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. М.: Стройиздат, 1986. 408 с.

8. Кузнецова Т.В., Кудряшов И.В., Тимашев В.В. Химия неорганических вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1989. 382 с.

9. Кузнецова Т.В. Алюминатные и сульфоалюминатные цементы. М.: Стройиздат, 1966. 209 с.

10. Павленко В.И. Химическая термодинамика. М.: Высшая школа. 1998. 319 с.

11. Рахимбаев Ш.М. Расчёт эффективных зарядов ионов в многоатомных соединениях методом химической термодинамики // Журнал физической химии. 1966. Т. 50. № 12. С. 3080–3082.

12. Наумов Г.Б., Рыженко Б.Н., Ходаковский И.Л. Справочник термодинамических величин. Л.: Атомиздат, 1971. 231 с.

13. Румянцев П.Ф., Хотимченко В.С. Гидратация алюминатов кальция. Л.: Наука, 1974. 80 с.

14. Персиваль А., Батлер Ф.Г., Тейлор Х.Ф. Осаждение $CaO\cdot Al_2O_3\cdot 10H_2O$ из пересыщенных растворов при 21 °С // IV Международный конгресс по химии цемента. М.: Стройиздат, 1964. С. 229–234.

15. D′Ans J., Eik H. Das System $CaO - Al_2O_3 - H_2O$ bei 20 °C unol das Ezhazten // Zement – Kalk – Gips, 1953. № 6. С. 197–210.

Информация об авторах

Рахимбаев Шарк Матрасулович, доктор технических наук, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Рахимбаев Игорь Шаркович, кандидат технических наук, инженер-исследователь центра высоких технологий.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Попеску Надежда Михайловна, студент кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.
E-mail: girl-rock-star@mail.ru.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Рахимбаев Ш.М., Рахимбаев И.Г., Попеску Н.М., 2017

Rakhimbaev S.M., Rakhimbaev I.S., Popescu N.M.

VERIFICATION OF THERMODYNAMIC PROPERTIES OF CALCIUM GIDROALUMINATOV AND THEIR PHASE TRANSITIONS

The proposed method of refinement of the numerical values of Isobaric – isothermal potentials of hexagonal and cubic calcium hydroaluminate by comparing values of the calculated solubilities with the experimental data. Based on specified values of the thermodynamic properties of these compounds produced a forecast of the transformation of hexagonal hydroaluminate of calcium in cubic shape, which is consistent with the experimental data.

***Keywords**: gidroaljuminat calcium, hexagonal and cubic Crystal system, activity and concentration of ions, verification, izobarno-isothermal capacity.*

Information about the authors
Rakhimbayev Shark Matrasulovich, Ph.D., Professor.
Belgorod State Technological University. V.G. Shukhova,
Russia, 308012, Belgorod, ul. Kostyukova Str. 46.

Rahimbaev Igor Sharkovich, PhD.
Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, ul. Kostyukova Str. 46.

Popescu Nadegda Mihailovna, Bachelor student
E-mail: girl-rock-star@mail.ru.
Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, ul. Kostyukova Str. 46.

Received in September 2017
© Rakhimbaev S.M., Rakhimbaev I.S., Popescu N.M., 2017

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

DOI: 10.12737/article_5a001abca88078.97308013

Теличенко В.И., академик РААСН, д-р техн. наук, проф.,
Кайтуков Б.А., канд. техн. наук, доц.,
Скель В.И., канд. техн. наук, доц.
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

К ВОПРОСУ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И УНИФИКАЦИИ ГРАВИТАЦИОННЫХ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ

PRESIDENT@mgsu.ru

При выполнении бетонных работ применяют бетоносмесители различного типа, включая гравитационные. На основе анализа отечественных и зарубежных источников и собственных разработок авторов оценивается целесообразная возможность интенсификации приготовления бетонной смеси. Также анализируется конструкция существующих гравитационных бетоносмесителей циклового типа и определяется возможное направление развития их технико-экономических показателей, исходя из обеспечения показателей качества техники и готовой продукции. Обосновывается задача разработки кинематических схем унифицированных приводов и элементов, в том числе барабанов для этих смесителей. Для привода гравитационных бетоносмесителей предлагаются двухступенчатые планетарные редукторы – модули, позволяющие компоновать различные кинематические схемы и организовывать их производство на специализированных предприятиях. Материал статьи рассматривается как постановка задачи выбора оптимальной конструкции привода и компоновки самого смесителя, исходя из снижения простоев при эксплуатации гравитационных смесителей, повышения долговечности работы элементов привода и смесительного барабана, а также выбора оптимальных скоростей вращения барабана, влияющих на качество получаемого бетона.

Ключевые слова: *гравитационный бетоносмеситель, интенсификация, производительность, скорость вращения барабана, кинематическая схема, привод барабана.*

Для приготовления различных бетонов используют смесители. Исследования, проведенные в последнее время, касаются анализа технико-экономических показателей и конструктивных исполнений отдельных механизмов бетоносмесителей [1–3]. Сравнительный анализ различных смесителей показал, что наибольшей вместимостью обладают тарельчатые противоточные смесители, а в лотковых рационально приготовить смеси любой удобоукладываемости с водоцементным отношением 0,3...0,5.

Основное преимущество гравитационных смесителей заключается в том, что в них можно приготовить смеси с наибольшей крупностью заполнителей до 180 мм при любых типах вяжущего и заполнителя [4], при этом они обладают наименьшей энергоемкостью 1,1...1,3 кВтч/м^3.

Различные исследования, в том числе в ФРГ, показали, что наилучшими показателями из числа исследуемых смесителей обладают двухвальные лотковые. Для них получен наилучший коэффициент вариации отклонения содержания отдельных компонентов смеси от средних значений.

Анализ различных конструкций гравитационных смесителей с объемом загрузки 60...4500 л, позволил определить, что продолжительность смешивания компонентов смеси в этих смесителях составляет 90...180 с, а скорости вращения смесительного барабана на среднем радиусе смесителя в пределах 0,52...3,11м/с. В табл. 1 и 2 приведены некоторые характеристики зарубежных и отечественных гравитационных бетоносмесителей. Анализ кинематических схем и конструкций этих смесителей показал, что большая изобретательская и конструкторская деятельность по созданию удобных в эксплуатации бетоносмесителей привела к широкому разнообразию компоновок, кинематических схем, применению различных узлов опрокидных механизмов. В связи с интенсификацией бетонных работ в строительстве, необходимо, чтобы смесители отвечали повышенным требованиям к качеству производимых смесей, имели высокую производительность и надежность в работе [4, 5, 6, 7].

Основными узлами этих бетоносмесителей являются: рама, опорные стойки, смесительный барабан, траверса, привод вращения барабана и

пневмоцилиндр или гидроцилиндр для опрокидования барабана. В этих смесителях получили распространение приводы, включающие двигатель, установленный неподвижно на раме, ременную передачу и далее открытую зубчатую передачу.

Недостатком такой конструкции является то, что в условиях повышенной запыленности, присущей работе смесителей, такая передача недолговечна. Встречаются конструкции бетоносмесителей с установкой на опрокидывающей траверсе двигателя внутреннего сгорания, что снижает эксплуатационные возможности смесителя. В гравитационных смесителях циклического действия приготовление бетонных смесей осуществляется отдельными порциями. Исходные компоненты бетонной смеси при работе смесителя поднимаются во вращающемся барабане, на внутренней поверхности которого под определенным углом жестко закреплены лопасти. При вращении барабана смесь лопастями, а также силами трения, поднимается на некоторую высоту и затем, под действием силы тяжести, падает вниз. Для обеспечения однородности смеси необходимо провести не менее 30–40 циклов подъема и сброса смеси в барабане.

Таблица 1

Характеристики гравитационных бетоносмесителей

Страна, фирма производитель	Марка	Емкость по загрузке	Характеристика привода		Масса бетоносмесителя, кг
			Тип передачи	Тип двигателя	
ФРГ	3	100	ременная, открытая, коническая	электродвигатель	145
	5	170		электродвигатель ДВС	277
		70	коническо-цилиндрический редуктор	электродвигатель	68
		140			140
		260			113,5
Франция	А-125	125		электродвигатель	100
	А-140	140			150
	А-170	170			170
	-3	170			385
	Т-120	175		электродвигатель ДВС	190
Венгрия		130		электродвигатель	67
	101	100	ременная, открытая, коническая	электродвигатель	105
	НК-100	100		электродвигатель	105
	НВ-175	175			260
		250	коническо-цилиндрический редуктор		420
Великобритания	1	113		ДВС	148
	2	141		ДВС	172
	3	226		ДВС	240
Польша	150А	150	ременная, открытая, коническая	электродвигатель	260
	50А	50	Цилиндрический редуктор	электродвигатель	180

Время смешивания в таких смесителях составляет 60...90 с, а полный цикл, включая загрузку, смешение, выгрузку и возврат барабана в исходное положение 90…180 с. Чтобы повысить производительность такого смесителя необходимо снизить время полного цикла, что затруднительно осуществить на существующих конструкциях гравитационных бетоносмесителей. Характерной особенностью процесса перемешивания грубодисперсных смесей является то обстоятельство, что нагрузки на рабочие органы барабана с лопастями гравитационного бетоносмесителя изменяются с изменением скорости движения барабана. Скорость движения барабана определяет не только кинематические параметры, но и существенно влияет на нагрузки на

барабан с лопастями и мощность двигателя. На интенсивность перемешивания существенным образом влияет скорость движения барабана, что обуславливает качество смеси и производительность смесителя.

Таблица 2

Характеристики отечественных гравитационных бетоносмесителей

Бетоносмеситель, марка			СБ-101	СБ-116А	С-739Б	СБ-16Б	СБ-91	СБ-153 (СБ-94)	СБ-103	СБ-162
Объем по загрузке сухими составляющими готового замеса		$м^3$	0,100	0,100	0,250	0,500	0,750	1000	3000	4500
		л	100	100	250	500	750	1500	3000	4500
		л	65	65	165	330	500	1000	2000	3000
Число оборотов смесительного барабана, пер		$\frac{рад}{с}$	2,83	2,83	2,1	1,89	1,89			
		$\frac{1}{мин}$	27	27	20	18	18	17,6	12,6	12
Скорость подъема загрузки ковша		$\frac{м}{с}$			0,3	0,24				
Двигатель	мощность	кВт	0,6	1,5	1,1	3,0	4,0	15	22	25
	тип		ЧА71В УЗ	2CD-MI	ЧАХ80 АУ	ЧА100L Y		ЧА160М 6В	ЧА225М 8	КО326
	частота вращения	$\frac{1}{мин}$	900	1500	1440	1440	1440	1440	1440	1400
Редуктор	тип		2х ступен. конич.-цилиндр.		3х ступен. конич.-цилиндр.	2х ступен. цилиндр.	2х ступен. цилиндр.	2х ступен. цилиндр.	3х ступен. цилиндр.	3х ступен. цилиндр.
	масса	кг	54	54	75	177	210	450	640	690
∠ наклона барабана к гор.	загрузка	град	12°	12°	45°		13°	15°	15°	15°
	разгрузка	град	40°	до 40°	45-50°	52°	60°	55°	55°	55°
Масса смесителя		кг	228	250	800	1100	1450	3000	5800	4200

Следовательно, чтобы повысить производительность гравитационного смесителя необходимо спроектировать и изготовить приводной механизм барабана, который позволяет повысить скорость вращения барабана и одновременно надежность смесителя. Иначе, требуется установить оптимальную скорость вращения барабана и разработать такой унифицированный модульный привод, который отвечал бы требованиям повышения надежности работы и качества получаемой смеси. Унификацию приводов гравитационных бетоносмесителей следует проводить с учетом того, что сами смесители выпускаются по научно-обоснованному ряду и любой из них имеет оптимальные параметры в части размеров рабочих барабанов, схем размещения в них лопастей и скорости движения барабана.

В табл. 3 представлены частоты вращения барабана и передаточные числа редукторов гравитационных бетоносмесителей.

В табл. 4 представлены характеристики приводов подъема загрузочного ковша.

Представленные в табл. 1–4 характеристики, паспорта смесителей, конструкторская документация на отдельные сборочные единицы позволяют определить мощности привода, передаточные числа редукторов, в определенной мере оптимизировать и унифицировать схемы компоновок механизмов привода барабанов и подъемни-

ков смесителей. На основные параметры смесителей и их ряды имеются ГОСТы, поэтому можно на них опереться, так как в них регламентированы: литраж, мощность, масса и другие показатели бетоносмесителей. Однако следует заметить, что в них не оговорены диапазоны скоростей движения смесительного барабана при приготовлении различных бетонных смесей, а этот параметр на наш взгляд представляет большой интерес. Необходимые в работе зависимости можно получить исходя из регламентируемой мощности двигателя, поскольку существует определенная зависимость, которая связывает мощность с размерами барабана, скоростью движения смесительного барабана и свойствами смеси [2, 3]. Представляется, что они будут близки к значениям, которые имеют исследуемые гравитационные смесители, но будут ли они оптимальными для данного смесителя - требуется установить. Проводились исследования с целью обоснования более высоких скоростей вращения роторов и в результате повышения производительности смесителей принудительного действия [2]. Можно предположить, что для гравитационных смесителей повышение скорости перемешивания до оптимальных значений не отрицательно повлияет на прочность бетонов и смесей, но и снизит расход цемента. Однако, некоторая односторонность оценки таких результатов представляется сомнительной, поэтому необходимо провести специальные исследования по установлению рациональных скоростей движения барабана для анализирующих смесителей и установить оптимальные режимы работы смесителей.

Таблица 3

Частоты вращения барабана гравитационных смесителей

Бетоносмеситель, марка		СБ-101	СБ-739В	СБ-16Б	СБ-91	СБ-153	СБ-162
Мощность двигателя, *P*, кВт		0,55-0,75	1,1	4,0	4,0	15	30
Частота вращения барабана min, n_{min}, об/мин		23	17	15	14	12	10
Частота вращения барабана сред, $n_{ср}$, об/мин		27	20	18	17	15	12
Частота вращения барабана max, n_{max}, об/мин		29	22	20	19	18	15
Передаточное отношения редуктора при	$n_{дв}$=1500 $\frac{об}{мин}$	50	72	50	86	97	117
	$n_{дв}$=1000 $\frac{об}{мин}$	31	47	52	57	62	77
	$n_{дв}$=700 $\frac{об}{мин}$	27	37	42	45	50	60
Крутящий момент на выходном валу привода вращения барабана		220	480	2150	2140	836	1800

Таблица 4

Характеристики приводов подъема

Бетоносмеситель, марка		С-739Б	СБ-16Б
Крутящий момент на валу привода, Нм		530	1040
Двигатель	тип	4А90L4У3	4А100
	мощность, кВт	2,2	4,0
	частота вращения, об/мин	1430	1440
Диаметр барабана, м		1,1	1,1

В результате анализа различных конструкций и компоновок гравитационных бетоносмесителей и патентного поиска пришли к выводу, что следует разработать и предложить кинематические схемы унифицированных приводов и элементов, в том числе барабанов для этих смесителей [5, 6,7]. Исследования позволили в качестве более прогрессивных предложить три кинематические схемы, которые можно конструктивно оформить на основе ременной передачи и унифицированных блок-модулей планетарных передач. Анализ расчетных крутящих моментов на тихоходной ступени и общих передаточных отношениях приводов показал, что оптимальным представляется конструкция привода для передачи момента от двигателя к смесительному барабану с использованием унифицированных планетарных блок-модулей. Причем планетарный редуктор в этом случае закреплен неподвижно на траверсе, на выходном валу редуктора размещен смесительный барабан, а входной вал соединен

посредством муфты, либо клиноременной передачей с приводным двигателем. Такое конструктивное исполнение позволяет охватить весь ряд гравитационных смесителей несколькими планетарными модулями с повышенными прочностными характеристиками, качеством и надежностью, а их унификация улучшает качество технологии производства привода. В приводе подъема загрузочного ковша необходимо использовать планетарный мотор-редуктор, выполненный из тех же унифицированных планетарных модулей. Такой подход позволяет повысить качество изготовления механизмов привода, более прогрессивным становится конструкция и повышается долговечность основных элементов смесителя.

Бетоносмеситель СБ-16Б аналогичен по конструкции с СБ-91, поэтому может использоваться либо индивидуально, либо в качестве комплектного оборудования бетонного завода. Предлагается в приводах смесителей СБ-101 и СБ-116А использовать в качестве привода двухступенчатый унифицированный планетарный редуктор, состоящий из двух модулей, с общим передаточным отношением 36. Крутящий момент к смесительному барабану бетоносмесителя СБ-116А передается от двигателя внутреннего сгорания, причем устанавливается на раме, а выходной вал планетарного редуктора соединяется ременной передачей с валом двигателя. В приводе вращения барабана бетоносмесителя С-739Б наиболее рационально применить двухступенчатый планетарный редуктор, а для обеспечения требуемой скорости вращения смесительного барабана применить еще клиноременную передачу. Привод подъема загрузочного ковша целесообразно выполнить в виде двухступенчатого планетарного редуктора, выходное звено которого связано с канатоведущим барабаном. Возможно применение редуктора с вращающимся корпусом, муфта в этом случае будет являться одновременно барабаном колодочного тормоза. Привод бетоносмесителей СБ-153, СБ-162, СБ-16Б и СБ-91 конструктивно будет аналогичен выше описанным смесителям, но в качестве планетарных блок-модулей предлагаются другие сочетания передаточных отношений модулей. Такой подход к формированию конструкции приводов гравитационных бетоносмесителей позволяет организовать производство или получение по кооперации.

При таком комплексном подходе к решению вопроса выбора оптимальной конструкции привода и компоновки самого смесителя снижаются простои при эксплуатации гравитационных смесителей, повышается долговечность работы элементов привода и смесительного барабана, а выбор оптимальных скоростей вращения барабана влияет на качество получаемого бетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Королев К.И. Перспективы развития бетоносмесителей // Строительные и дорожные машины. №3. 1984. С. 10–12.

2. Теличенко В.И., Кайтуков Б.А., Скель В.И. К вопросу производительности роторных бетоносмесителей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. №2. 2017. С.178–180.

3. Теличенко В.И., Кайтуков Б.А., Скель В.И. Определение оптимальных скоростей движения лопастей роторных бетоносмесителей. №3. 2017. С.80-84.

4. Sharapov R.R., Agarkov A.M. Matrix modeling of technological systems grinding with closed circuit ball mill. World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 24. № 10. С. 1399–1403.

5. Густов Ю.И., Кайтуков Б.А., Григорьева М.Н. Повышение эффективности работы роторного бетоносмесителя принудительного действия // Механизация строительства. 2016. №11. С. 26–29.

6. Богомолов А.А. Теоретические и технические основы совершенствования смесительных машин для приготовления строительных смесей. Монография. Белгород. 2010.

7. Королев К.М. Передвижные бетонорастворители и бетонорастворонасосные установки. Издание 2-е. М.Высшая школа. 1991. С.207.

Информация об авторах

Теличенко Валерий Иванович, доктор технических наук, профессор, президент МГСУ.
E-mail: PRESIDENT@mgsu.ru
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Кайтуков Батраз Амурханович, кандидат технических наук, доцент кафедры механизации строительства.
E-mail: KaitukovBA@mgsu.ru
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Скель Владимир Израилевич, кандидат технических наук, доцент кафедры механизации строительства.
E-mail: SkelVI@mgsu.ru
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Теличенко В.И., Кайтуков Б.А., Скель В.И., 2017

Telichenko V.I., Kaitukov B.A., Skel V.I.

TO THE QUESTION OF CAPACITY AND THE UNIFICATION OF GRAVITY MIXERS

When performing concrete use concrete mixers of various types, including gravity. Based on the analysis of domestic and foreign sources and own developments of the authors estimated reasonable possibility of intensification of concrete preparation. Also analyzed the design of existing gravity mixers of cyclic type, and determined the possible direction of development of their technical and economic indicators, based on providing indicators of the quality of machinery and finished products. Explains the task of developing a unified kinematic schemes of drives and components, including drums for these mixers. To drive the gravity mixers are available two-stage planetary gear – module that allows to link different kinematic schemes and organize their production in specialized enterprises. The article discusses how the problem of optimal design of the drive and the layout of the mixer, based on minimizing downtime in the operation of the gravitational mixer, enhancing durability of the drive elements and the mixing drum, and selection of optimum speeds of rotation of the drum, affecting the quality of concrete.

Keywords: *gravity concrete mixer, intensification, productivity, speed of drum rotation, the kinematic scheme of the drive drum.*

Information about the authors
Telichenko Valery Ivanovich, Ph.D.., Professor.
E-mail: PRESIDENT@mgsu.ru
Moscow State University of Civil Engineering.
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26.

Kaitukov Batraz Amurkhanovich, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: KaitukovBA@mgsu.ru
Moscow State University of Civil Engineering.
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26

Skel Vladimir Izrailevich, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: SkelVI@mgsu.ru
Moscow State University of Civil Engineering.
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26

Received in September 2017
© Telichenko V.I., Kaitukov B.A., Skel V.I., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001abd6d3700.73416565

Логачев И.Н., д-р техн. наук, проф.,
Семикопенко И.А., канд. техн. наук, доц.,
Смирнов Д.В., аспирант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО МАТЕРИАЛА В ОДНОМЕРНОМ ВОЗДУШНОМ ПОТОКЕ В КРИВОЛИНЕЙНОМ ПАТРУБКЕ ВОЗВРАТА ДЕЗИНТЕГРАТОРА*

semickopencko.i@yandex.ru

В данной статье дан анализ результатов численного исследования дифференциальных уравнений динамики движения измельченных частиц в вертикальных тороидальных каналах патрубков возврата при одномерном течении воздуха. Представлена схема траектории движения частиц измельченного материала в криволинейном патрубке возврата при вертикальном реверсе их воздушным потоком. Выявлены характеристики поведения частиц в зависимости от их размера, начальных координат, скорости воздуха и геометрических размеров патрубка возврата.

***Ключевые слова**: дезинтегратор, поток, стенка, частица.*

Дезинтеграторы являются одним из наиболее эффективных видов оборудования для помола, смешения и активации малоабразивных материалов твердостью по шкале Мооса до 7 единиц [1].

На рис. 1 представлена схема камеры помола дезинтегратора с патрубком возврата 9 измельченного материала. Дезинтегратор работает следующим образом. Исходный материал из загрузочного бункера 1 через внутреннюю трубу вертикального загрузочного устройства 3 падает на нижний ротор 6, откуда под действием центробежной силы направляется в нижнюю часть ударных элементов 12 первого внутреннего ряда. Далее происходит измельчение материала посредством ударных элементов 5. Предварительно измельченный материал вылетает в патрубок возврата 9. Мелкие частицы перемещаются по внутренним радиусам патрубка возврата 9 и попадают в патрубок 2 готового продукта, расположенный за регулируемой поворотной заслонкой 8.

Крупные частицы перемещаются по внешним радиусам патрубка возврата 9, при этом соударяясь с внутренней поверхностью патрубка и затем направляются во внешнюю трубу 11 вертикального загрузочного устройства 3. С помощью изменения угла расположения поворотной заслонки 8 можно регулировать граничный размер частиц материала, направляемого на дополнительное измельчение. Конструкция дезинтегратора предусматривает подачу крупной фракции материала посредством винтовой направляющей 10 во внешней трубе 11 вертикального загрузочного устройства 3 в верхнюю часть первого внутреннего ряда ударных элементов 12 камеры помола.

Таким образом, в данной конструкции дезинтегратора имеется возможность подачи исходного материала и частиц крупной фракции по всей высоте ударных элементов 12 первого внутреннего ряда камеры помола.

Рассмотрим перемещение частицы материала в патрубке возврата 9, круговая ось которого находится в вертикальной плоскости под действием двух основных сил: силы тяжести, Н (рис. 2):

$$\vec{P}_m = m\vec{g} \qquad (1)$$

и аэродинамической силы; Н:

$$\vec{F}_a = k_{\text{пр}} \cdot \left(\vec{u} - \vec{\vartheta}\right), \qquad (2)$$

где m – масса частицы, кг;

$$m = V_{\text{ч}} \cdot \rho_m, \qquad (3)$$

где $V_{\text{ч}}$ –объем частицы, м^3:

$$V_{\text{ч}} = \frac{\pi d_e^3}{6}, \qquad (4)$$

где d_e – эквивалентный (по объему) диаметр частицы, м; ρ_m – плотность твердой частицы, кг/м^3; $\vec{g}$ – вектор ускорения силы тяжести, м/с; $\vec{u}$ – вектор скорости воздушного потока в тороидальном канале патрубка возврата, вектор направлен перпендикулярно радиусу канала и равен, м/с:

$$u = \frac{Q_{\text{в}}}{S_{\text{к}}}, \qquad (5)$$

где $Q_{\text{в}}$ – объемный расход воздуха, м^3/с; $S_{\text{к}}$ – площадь поперечного сечения канала (принята постоянной), м^2; $\vec{\vartheta}$ – вектор скорости частицы, м/с;

$k_{\text{пр}}$ – коэффициент пропорциональности, равный:

для тонких частиц ($d_e < 20$ мкм)

$$k_{\text{пр}} = 3\pi\upsilon\rho d_e, \qquad (6)$$

υ – коэффициент кинематической вязкости, м^2/с;

ρ – плотность воздуха, кг/м^3; для крупных частиц ($d_e < 100$ мкм)

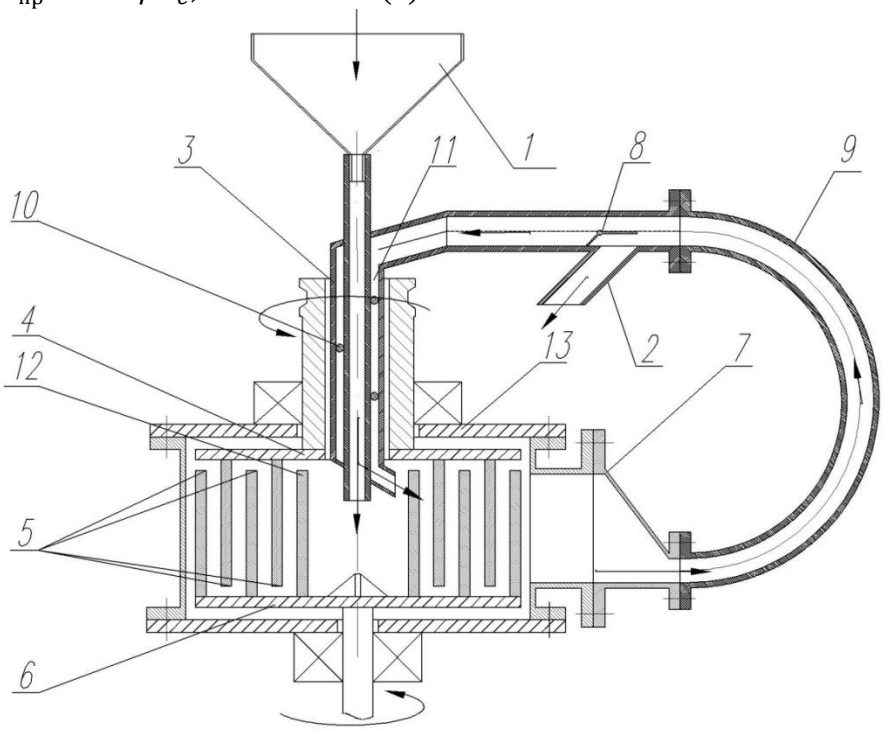


Рис. 1. Схема камеры помола дезинтегратора с криволинейным патрубком возврата измельченного материала.
1 – загрузочный бункер; 2 – патрубок готового продукта; 3 – вертикальное загрузочное устройство;
4 – верхний ротор; 5 – ударные элементы; 6 – нижний ротор; 7 – переходной фланец;
8 – регулируемая поворотная заслонка; 9 – патрубок возврата; 10 – винтовая направляющая;
11 – внешняя труба; 12 – ударные элементы первого ряда; 13– корпус

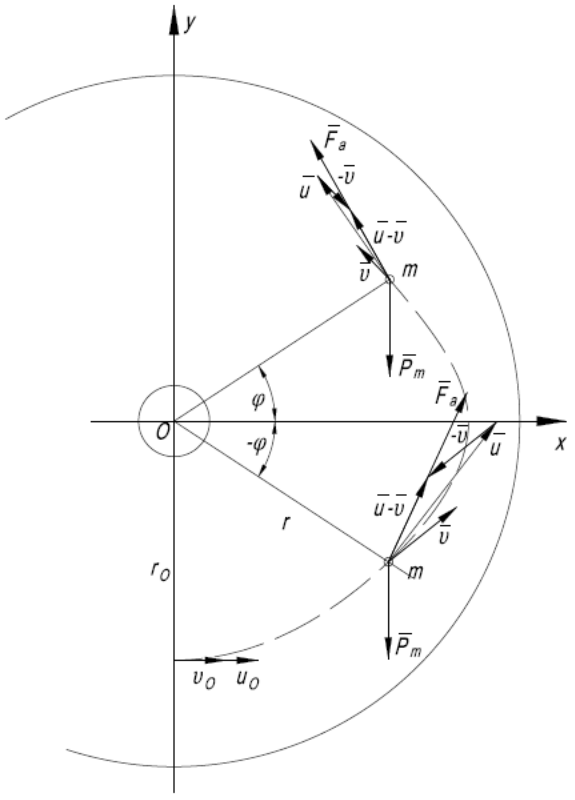


Рис. 2. Схема траектории движения частиц измельченного материала в криволинейном патрубке возврата при вертикальном реверсе их воздушным потоком

$$k_{\text{кр}} = C_0 \frac{\pi d_e^2}{2} \cdot \frac{\rho}{2} \left|\vec{u} - \vec{\vartheta}\right|, \quad (7)$$

где C_0 – коэффициент лобового сопротивления частицы; $\left|\vec{u} - \vec{\vartheta}\right|$ – абсолютная величина скорости воздуха относительно скорости частицы, равная, м/с [2]:

$$\left|\vec{u} - \vec{\vartheta}\right| = \sqrt{(u_x - \vartheta_x)^2 + \left(u_y - \vartheta_y\right)^2}, \quad (8)$$

где $u_x, u_y, \vartheta_x, \vartheta_y$ – проекции векторов скорости воздуха и частицы на оси декартовой системы координат *XOY*.

Таким образом, уравнение динамики частицы в векторной форме запишем в виде

$$m\frac{d\vec{\vartheta}}{dt} = \vec{F}_a + \vec{P}_m, \quad (9)$$

или в проекциях на выбранные оси координат для мелких частиц («порошка») [3]

$$\begin{cases} m\ddot{x}(t) = k_{\text{п}}(u_x(t) - \dot{x}(t)) \\ m\ddot{y}(t) = k_{\text{п}}\left(u_y(t) - \dot{y}(t)\right) - mg \end{cases} \quad (10)$$

или учитывая, что абсолютная величина вектора скорости воздуха u_0 перпендикулярна радиусу r (рис. 3), имеем [3, 4]:

$$\begin{cases} u_x(t) = -u_0 \dfrac{y(t)}{\sqrt{\left(y(t)\right)^2 + \left(x(t)\right)^2}} \\ u_y(t) = u_0 \dfrac{x(t)}{\sqrt{\left(y(t)\right)^2 + \left(x(t)\right)^2}} \end{cases}. \quad (11)$$

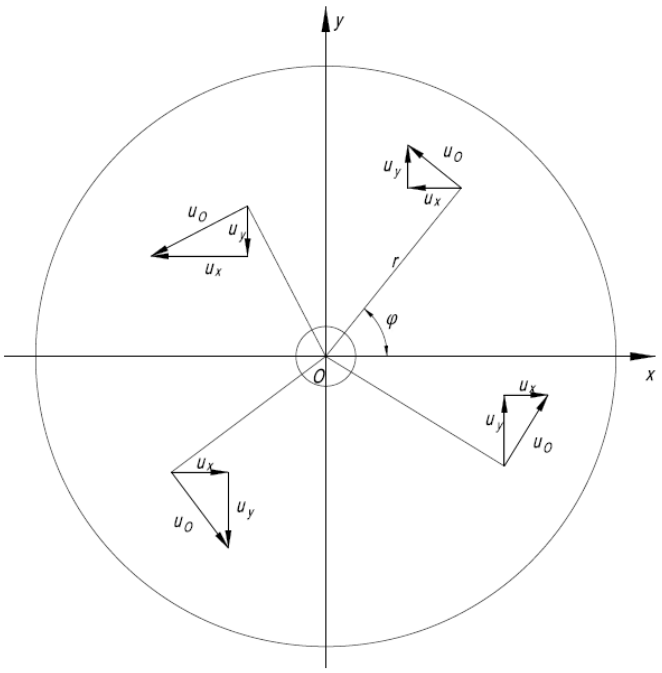


Рис. 3. Проекции вектора скорости воздуха в круговом тороидальном канале патрубка возврата дезинтегратора

В вышеприведенные формулы (10) и (11) для упрощения численного решения системы дифференциальных уравнений введено в качестве независимой переменной время *t*. Таким образом, систему из двух уравнений второго порядка (10) можно свести к системе четырех уравнений первого порядка. Поскольку решение системы (10) можно найти только численными методами, данное решение удобно выполнять в универсальной математической системе Maple-13. В связи с этим можно использовать принятую форму записи производных в Maple-13:

$$\begin{cases} D(x)(t) \equiv \frac{dx(t)}{dt} = \vartheta_x(t);\ D(y)(t) \equiv \frac{dy(t)}{dt} = \vartheta_y(t); \\ D(\vartheta_x)(t) \equiv \frac{d\vartheta_x(t)}{dt} = -K_{\text{a}}\left(\frac{u_0 y(t)}{r} + \vartheta_x(t)\right); \\ D(\vartheta_y)(t) \equiv \frac{d\vartheta_y(t)}{dt} = -g - K_{\text{a}}\left(\vartheta_y(t) - \frac{u_0 x(t)}{r}\right), \end{cases} \quad (12)$$

где для простоты записи принято

$$K_{\text{a}} = \frac{k_{\text{п}}}{m} = 18\upsilon\frac{\rho}{\rho_m} \cdot \frac{1}{d_e^2}; \quad (13)$$

$$r = \left(\left(y(t)\right)^2 + \left(x(t)\right)^2\right)^{0,5}. \quad (14)$$

Для анализа поведения траекторий частиц при различных геометрических размерах патрубка возврата в качестве начальных условий приняты варианты начальных точек этих траекторий:

$$\begin{cases} \text{а)}\ x(0) = 0;\ y(0) = -R_2; \\ \text{в)}\ x(0) = 0{,}707R_2;\ y(0) = -0{,}707R_2; \\ \text{с)}\ x(0) = R_2;\ y(0) = 0 \end{cases} \quad (15)$$

и соответствующие варианты начальных скоростей для частицы:

$$\begin{cases} \text{а})\vartheta_x(0) = u_0 - u_s;\ \vartheta_y(0) = 0; \\ \text{в})\vartheta_x(0) = 0{,}707(u_0 - u_s);\ \vartheta_y(0) = 0{,}707(u_0 - u_s\ ); \\ \text{с})\ \vartheta_x(0) = 0;\ \vartheta_y(0) = (u_0 - u_s\ ), \end{cases} \quad (16)$$

где R_1 и R_2 – внешний и внутренний радиусы патрубка возврата, м; u_s – скорость витания частицы, м/с.

Следует иметь в виду, что начальные условия будут меняться при столкновении частицы со стенками патрубка возврата. Для мелких частиц и при определенных начальных условиях это столкновение может и не произойти (траектория этих частиц близка к окружности) (рис. 4). Аналогичное уравнение можем записать для крупных частиц («крупки»). Отличие заключается в том, что для тонких частиц аэродинамическая сила $\bar{F}_{\text{а}}$ линейно зависит от разности скоростей (коэффициент $K_{\text{а}}$ в силу (13) не зависит от относительной скорости мелких частиц). Для «крупки» аэродинамическая сила пропорциональна квадрату относительной скорости воздуха и скорости крупной частицы.

Поэтому для этих частиц

$$K = \frac{K_2}{m}, \quad (17)$$

$$K_2 = \frac{C_0 \pi d_e^2}{4} \cdot \frac{\rho}{2}\left[\left(\frac{u_0 y(t)}{r} + \vartheta_x(t)\right)^2 + \left(\frac{u_0 x(t)}{r} - \vartheta_y(t)\right)^2\right]^{0,5}, \quad (18)$$

а система дифференциальных уравнений (12) изменяется незначительно:

$$des: D(\vartheta_x)(t) = -K\left(\frac{u_0 y(t)}{r} + \vartheta_x(t)\right); \quad (19)$$

$$D(\vartheta_y)(t) = -g - K\left(\vartheta_y(t) - \frac{u_0 x(t)}{r}\right); \quad (20)$$

$$D(x)(t) = \vartheta_x(t), D(y)(t) = \vartheta_y(t). \quad (21)$$

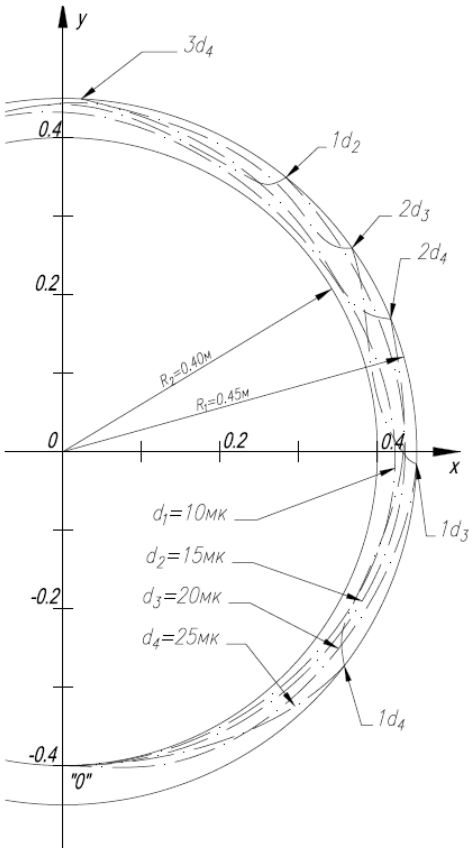


Рис.4. Траектории движения различных по крупности частиц порошка при их горизонтальном вылете из начальной точки "0" в криволинейном патрубке возврата дезинтегратора; стрелками показаны точки столкновений частиц размерами от 10 до 25 мкм с внутренней стенкой криволинейного патрубка возврата

Отличается движение крупных частиц («крупки») тем, что, во-первых, в силу инерционности прежде всего из-за большой массы искривленность их траектории не столь значительна, и, во-вторых, неизбежны столкновения со стенками патрубка возврата, особенно при малых размерах поперечного сечения этого патрубка.

Таким образом, в данной статье представлены характеристики движения частиц материала в патрубке возврата в зависимости от их размера, начальных координат, скорости воздуха и геометрических размеров патрубка возврата.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хинт И.А. Основы производства силикальцитных изделий. М.: Стройиздат, 1962. 636 с.

2. Логачев И.Н., Логачев К.И. Аэродинамические основы аспирации. СПб: Химиздат, 2005. 658 с.

3. Логачев И.Н., Логачев К.И., Минко В.А. Обеспыливающая вентиляция. Белгород. Изд-во БГТУ, 2010. 564 с.

4. Клочков Н.В., Блиничев В.Н., Бобков С.П., Пискунов А.В. Методика расчета воздуха в центробежно-ударной мельнице // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 1982. №2. С. 230–232.

Информация об авторах

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.

Семикопенко Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры механического оборудования.
E-mail: semickopencko.i@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Смирнов Дмитрий Владимирович, аспирант, кафедры механического оборудования.
E-mail: DmSm1989@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Семикопенко И.А., Воронов В.П., Смирнов Д.В.,2017

Logachev I. N., Semikopenko I.A., Smirnov D.V.

DETERMINATION OF THE BOUNDARY SIZE OF PARTICLES OF GRINDING MATERIAL IN THE DISINTERATOR

In this paper, from the conditions for the equality of the aerodynamic forces of the spinning particles according to the laws of Stokes and Newton, the limiting diameter of the particles of crushed limestone is determined theoretically, which determined the separation of the material flow in the return pipe to the fine and coarse fractions. Given the schematic diagrams for the hopping of a limestone particle in a toroidal vertical channel of a return branch with a linear and quadratic aerodynamic force. Numerical studies of the differential equations of motion dynamics of limestone particles in ascending perspiration were shown to reduce the maximum value of the deviation of the particle in its collisions with the outer wall along the entire height of the return pipe

***Keywords**: disintegrator, flow, wall, particle.*

Information about the author

Logachev Ivan Nikolaevich, Ph.D., Professor.
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Semikopenko Igor Aleksandrovich, PhD, Assistant professor.
E-mail: semickopencko.i@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Smirnov Dmitry Vladimirovich, Postgraduate student.
E-mail: DmSm1989@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Logachev I.N., Semikopenko I.A., Smirnov D.V., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001abe2036c3.69884344

[1]Качаев А.Е., канд. техн. наук,
[2]Орехова Т.Н., канд. техн. наук, доц.,
[2]Гончаров Е.И., студент
[1]ООО «Воскресенский завод «Машиностроитель»
ПАО «Горнопромышленная финансовая компания»,
[2]Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПНЕВМОСМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ*

doctor_cement@mail.ru

Многообразие сухих строительных смесей и особенности их получения позволяют установить основные направления совершенствования техники и технологии для их производства. Совершенствование конструкций пневмосмесителей позволяет использовать гибкие технологические приемы для производства широкой номенклатуры сухих смесей. Однако качество получаемых в промышленности смесей остается приоритетным критерием при оценке их технологических свойств.

Поддержание качества производимой продукции возможно при условии адекватного моделирования технологических процессов в пневмосмесителях. При этом важное значение также должно уделяться возможностям энерго- и ресурсосбережения при производстве сухих смесей за счет используемого оборудования и вторичного применения техногенных материалов.

Дифференцированный подход к анализу процессов в камере смешения пневмоагрегатов позволяет установить основные закономерности движения двухфазного потока, характер его крутки и влияния траекторий движения встречных воздушных и воздушно-материальных потоков на качество готовой смеси.

В конструкциях пневмосмесителей используется комплексное вихревое перемешивание компонентов в избытке воздушной фазы (эффект псевдоожижения твердой фазы в воздухе), что позволяет осуществлять совмещенный принцип гомогенизации осевого двухфазного потока с вихревым, вихревого – с псевдоожижающим его потоком. Такое комплексное осе-вихревое воздействие на твердые частицы снижает величину времени, необходимого для достижения смесью нужного коэффициента однородности (неоднородности), а, следовательно, снижает суммарный расход энергоносителя на единицу готового продукта.

Ключевые слова: *пневмосмеситель; смесительная камера; частица; осевой двухфазный поток; вихревое перемешивание; псевдоожижение; аэродинамика.*

Введение. Современное состояние отрасли производства строительных материалов указывает на рост объемов выпуска широкой номенклатуры сухих строительных смесей (ССС). Техническое обеспечение производств по выпуску ССС совершенствуется: на смену смесителям периодического действия приходят пневмосмесители с непрерывной разгрузкой готового продукта, пневмосмесители с псевдоожижение двухфазного потока и др.

Разновидности ССС подразумевают и требуют от производственных мощностей прежде всего гибкости и технологичности (возможности быстрой переналадки переделов под той или иной тип выпускаемой смеси). Во всем многообразии ССС по-прежнему важным критерием остается качество смеси и энерго-ресурсные показатели работы производства.

Основные тренды в направлении развития техники и технологии перемешивания компонентов ССС определяются из достижений в области строительного материаловедения. Показатели качества ССС сводятся к оптимальному для той или иной смеси коэффициенту однородности (или при другом подходе – неоднородности), к низкой слёживаемости смеси при хранении и транспортировке, к дезагрегации частиц компонентов при производстве продукта и др.

Все вышеуказанные критерии и технологические свойства смесей оказывают влияние на особенности конструкции того или иного смесителя. Так, например, для легких ССС (теплоизоляционные) необходимо специальное сочетание воздушных и воздушно-материальных потоков, что приведет к должному перемешиванию легких или волокнистых материалов с тяжелыми вяжущими компонентами; для тяжелых ССС должны быть найдены свои необходимые конструктивные особенности пневмосмесителей; для особотяжелых – свои, и др. Иными словами – необходимо проводить подбор смесителя для

конкретной смеси или проектировать конструкции комбинированного типа для расширения технологических возможностей перемешивающих агрегатов.

Для легких, тяжелых, особотяжелых ССС могут активно использоваться пневмосмесители непрерывного действия. Их аэродинамические особенности, обусловленные конструктивным исполнение, позволяют в должной мере эффективно перемешивать компоненты с различной насыпной плотностью: легкий перлит с цементом, базальтовое волокно с известью и гипсом, микрокремнезем с полимерами и др.

Главными достоинствами таких агрегатов являются непрерывность производственного цикла и высокое качество продукции.

Основная часть. Рассмотрим аэродинамические возможности смесительных камер следующих конструкций пневмосмесителей [1–4]. Математическая модель двухфазного потока представлена в [5] на основании [6, 7] с учетом [9]. Схема дифференцирования комплексного моделирования воздушных и воздушно-материальных потоков представлена на рисунке 1. На рис. 2 приведена расчетная модель пневмосмесителя.

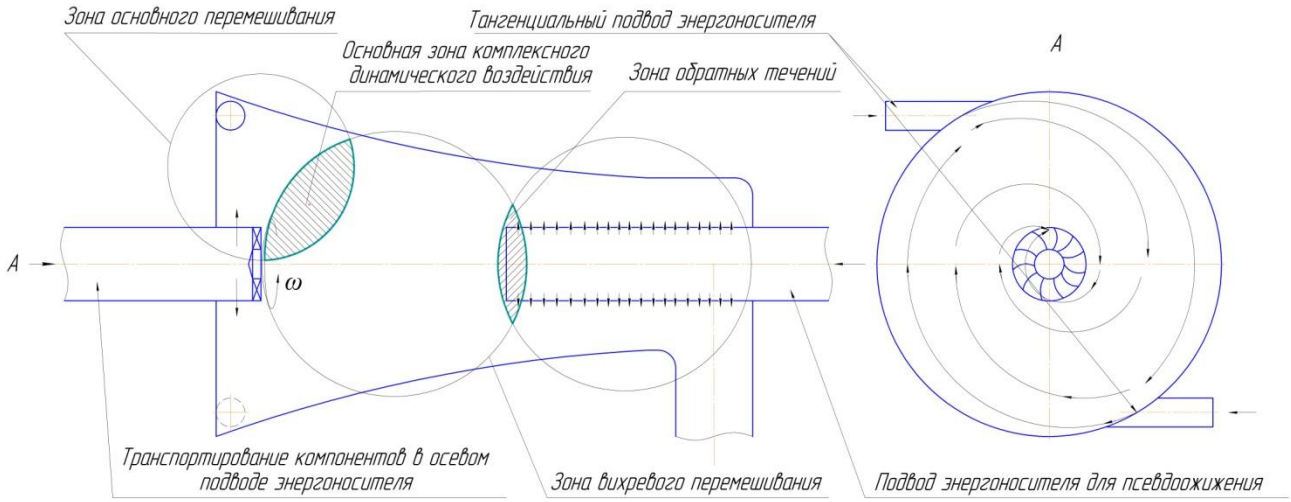


Рис. 1. Схема дифференцирования комплексного моделирования воздушных и воздушно-материальных потоков

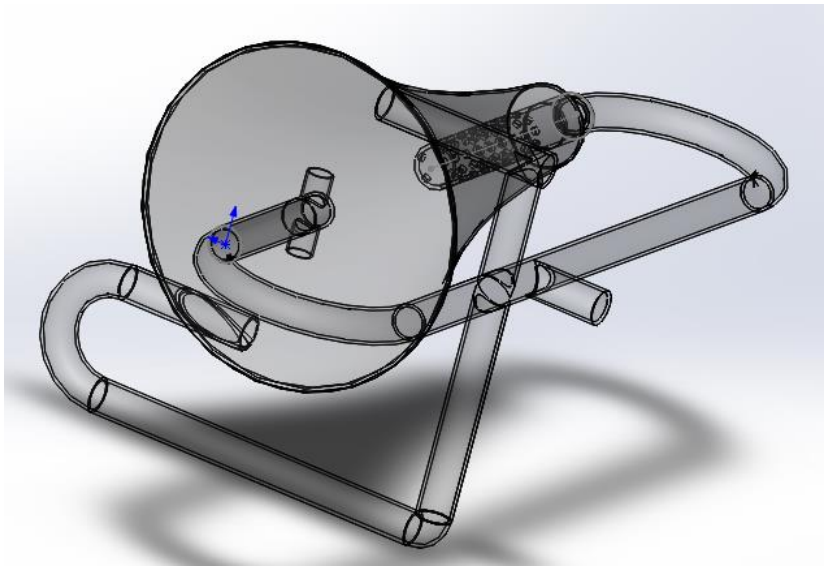


Рис. 2. Расчетная модель пневмосмесителя

Зачастую сложное математическое описание процессов перемешивания моделируется в программах, определяющих их адекватность. Аэродинамические особенности [1–4] после математического моделирования определялись с помощью пакета программ FlowSimulation SolidWorks 2016, что подтверждает результаты теоретического исследования процессов в камере перемешивания пневмосмесителей.

Аэродинамика двухфазного потока в разгонном узле пневмосмесителя может быть описана различными решениями выражений, основанных на уравнениях Навье-Стокса или Ньютона [9].

Так, например, определить скоростные параметры двухфазного потока можно численным моделированием следующих уравнений системы:

$$\begin{cases} \text{ось } z: & \rho\dfrac{\partial \mathrm{w}_z}{\partial \mathrm{t}} = -\dfrac{\partial P}{\partial z} - \rho g + \mu\left(\dfrac{\partial^2 w_z}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 w_z}{\partial \mathrm{y}^2} + \dfrac{\partial^2 w_z}{\partial \mathrm{z}^2}\right) \\ \text{ось } x: & \rho\dfrac{\partial \mathrm{w}_x}{\partial \mathrm{t}} = -\dfrac{\partial P}{\partial x} - \rho g + \mu\left(\dfrac{\partial^2 w_x}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 w_x}{\partial \mathrm{y}^2} + \dfrac{\partial^2 w_x}{\partial \mathrm{z}^2}\right) \\ \text{ось } y: & \rho\dfrac{\partial \mathrm{w}_y}{\partial \mathrm{t}} = -\dfrac{\partial P}{\partial y} - \rho g + \mu\left(\dfrac{\partial^2 w_y}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 w_y}{\partial \mathrm{y}^2} + \dfrac{\partial^2 w_y}{\partial \mathrm{z}^2}\right), \end{cases} \quad (1)$$

где ρ – плотность частиц твердой фазы, кг/м^3; $\mathrm{w}_z, \mathrm{w}_x\ \mathrm{w}_y$ – составляющие абсолютной скорости частиц в потоке, м/с^2; P – давление, создаваемое в потоке при перемещении твердой фазы, Па; g – ускорение свободного падения, м/с^2; t – время, *с*; x, y, z – декартовы координаты, принятые в расчете (геометрические параметры пневмосмесителя), *м*; μ – динамическая вязкость двухфазного потока, м^2/с.

Характер величин, входящих в уравнение (1), определяет специфику движения частиц в объеме энергоносителя. Системный подход к дифференцированному описанию отдельных показателей уравнений (1) позволяет определить оптимальные размеры смесительной камеры.

Более подробное описание движения двухфазного потока в разгонном узле пневмосмесителя можно изучить в работе [10].

Динамика двухфазного потока в разгонном узле (рис. 3) позволяет смешать компоненты всего лишь на 10–15 % от необходимого коэффициента однородности. Следовательно, целесообразно использовать осевой турбулентный поток для преобразования его в вихревой. Так конструкция пневмосмесителя [11] располагает ротационным распределителем с конусом-рассекателем, который преобразует осевой поток в радиальный для дальнейшей его интенсификации в струях вихревого потока, полученного в результате дополнительного подвода энергоносителя с периферии смесительной камеры (рис. 1 – зона основного перемешивания). В этой зоне наблюдается следующий скоростной режим (рис. 4). Средняя скорость в разгонном узле равна 62 м/с, что достаточно для эффективного разгона смеси и мала для разрушения частиц в его цилиндрическом объеме. Средняя скорость в зоне основного перемешивания составляет 32 м/с.

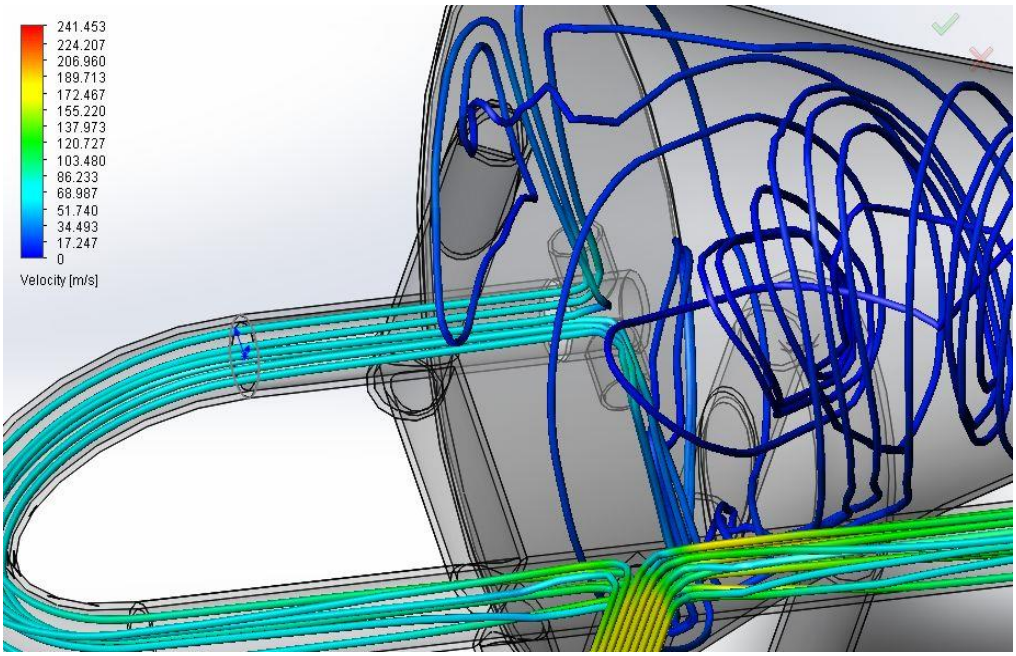


Рис. 3. Динамика двухфазного потока в разгонном узле

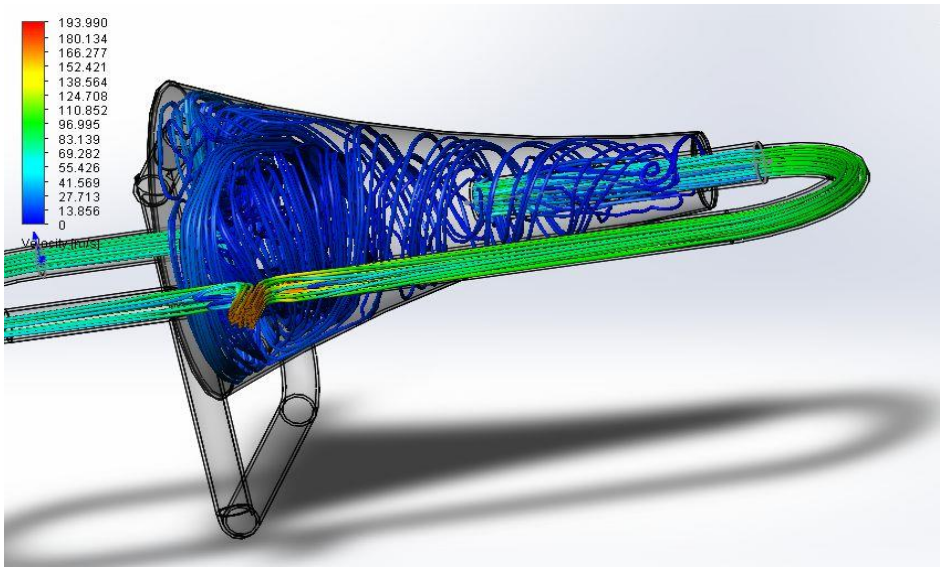


Рис. 4. Динамика движения двухфазного потока в зоне основного перемешивания

При этом поток частиц в воздушной среде из радиального трансформируется в противоточный вихревой поток (рис. 1 – зона вихревого перемешивания). Наблюдается стационарное вихревое движение частиц в потоке энергоносителя, составляющие скорости частиц при этом могут быть определены в соответствии с результатами работы [12] по уравнениям:

- радиальная:

$$\bar{v} = \frac{t[\rho_p(\bar{w}_p^2 - \bar{\lambda}\bar{v}_p\bar{r}) - p]}{\bar{r}\rho_p(1-\bar{\lambda}t)}, \qquad (2)$$

- окружная:

$$\bar{w} = \frac{\bar{w}_p t[(\bar{v}_p - \bar{\lambda}\bar{r}) - p]}{\bar{r}(1-\bar{\lambda}t)}, \qquad (3)$$

- осевая:

$$\bar{u} = \frac{t\left(\bar{\lambda}\bar{v}_p + \frac{p}{\rho_p z}\right)}{(1-\bar{\lambda}t)}, \qquad (4)$$

где $\bar{v}$, $\bar{w}$, $\bar{u}$ – осредненные значения радиальной, окружной, осевой скоростей несущей фазы в потоке при вихревом движении смеси в смесительной камере агрегата, *м/с*; $\bar{\lambda}$ – безразмерная величина, равная $\bar{\lambda} = \frac{1}{\tau}$; τ – время релаксации частицы, с; p – давление в потоке, *Па*; $\bar{r}$ – средний радиус смесительной камеры, *м*; ρ_p – плотность частиц твердой фазы, кг/м^3; z – вертикальная координата положения частицы в вихре, *м*; $\bar{v}_p$ – средняя радиальная скорость частицы в потоке энергоносителя, м/с; $\bar{w}_p$ – средняя окружная скорость частицы в потоке энергоносителя, м/с.

Относительный объем смесительной камеры, образованный смешным существованием зон основного и вихревого перемешивания, позволяет за счет комплексного динамического воздействия энегоносителя поддерживать частицы компонентов в отдельности, тем самым равномерно распределяя частицы отдельных компонентов в этом относительном объеме (рис. 5).

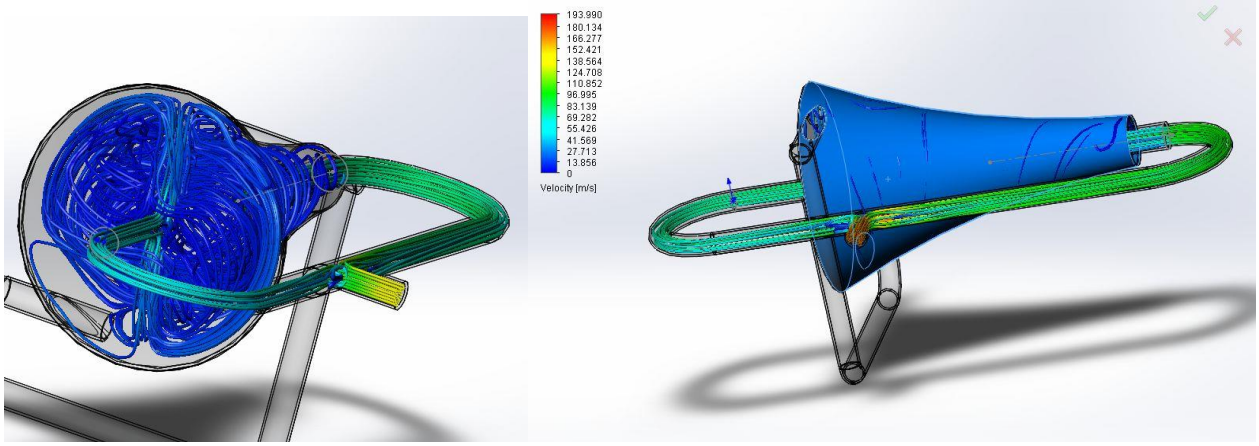


Рис. 5. Распределение двухфазного потока в объеме смесительной камеры

В виду того, что пневмосмесители имеют рядом с разгрузочным патрубком узел подвода энергоносителя для псевдоожижения смеси, в смесительной камере агрегата образуются обратные течения (рис. 1 – зона обратных течений). Данное явление оказывает положительное влияние на качество смеси, так как увеличивает время пребывания относительного ее объема в зоне вихревого перемешивания. Однако, следует отметить, что обратные течения негативно влияют на производительность агрегата , снижая в целом ее показатель на 5–8 %.

Аэродинамика узла псевдоожижения представлена на рисунке 6.

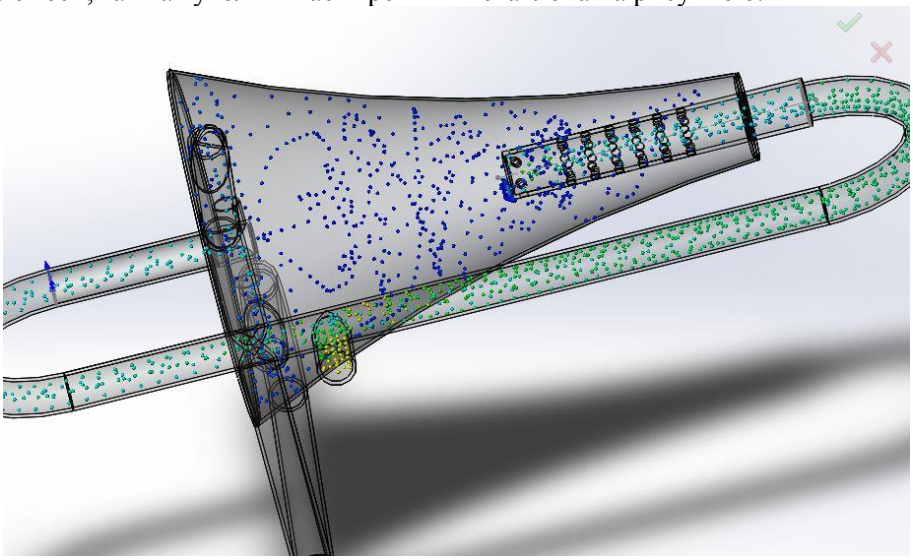


Рис. 6. Аэродинамика воздушного потока в зоне псевдоожижения смеси

При определении технологических режимов работы пневмосмесителей во всех их конструкциях очень важно учитывать тот факт, что скорости движения частиц зависят от скоростей несущей фазы. Важно, чтобы внутри смесительной камеры не проходил в активной фазе процесс измельчения частиц. Для этого необходимо проводить аэродинамические расчеты и научные исследования течений в смесительных камерах агрегатов подобного типа, зачастую, прибегая к возможностям современных программных продуктов, позволяющих оценивать скоростные параметры двухфазных потоков на различных участках смесительных камер.

Условие неразрушения частиц при их гомогенизации в смесительной камере пневмосмесителей разработанных конструкций можно представить следующим образом:

$$\sigma_{\text{дин}} < 0{,}7[\sigma]_{\text{р}}, \qquad (5)$$

где $\sigma_{\text{дин}}$ – напряжения в частицах при движении и их взаимном столкновении в потоке энергоносителя, Па; $[\sigma]_{\text{р}}$ – напряжения в частицах, необходимые для их разрушения, Па. Коэффициен 0,7 использован в виду того, что при больших его значениях в соответствии с теорией Гриффитса в частицах начинают образовываться трещины, предваряющие дальнейшее разрушение частиц при меньших значениях величины $[\sigma]_{\text{р}}$.

Выводы. С помощью математического и компьютерного моделирования аэродинамических особенностей смесительных камер пневмосмесителей установлены оптимальные скоростные режимы движения двухфазных потоков в них; определены зоны, влияющие на качество и характер движения частиц различных компонентов в избытке энергоносителя; установлен критерий, по которому можно подобрать режим движения смеси в смесительной камере из условия неразрушения отдельных частиц ее компонентов. Установлен оптимальный скоростной режим движения двухфазного потока в каждой зоне смесительной камеры.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Uvarov V.A., Klyuev S.V., Orekhova T.N., Klyuev A.V., Sheremet E.O., Durachenko A.V. The counterflow mixer for receiving the disperse reinforced composines // Research Journal of Applied Scieneces. 2014. Т.9. №12. С.1211–1215.

2. Пат. 102533 Российская Федерация, B01F 5/00. Пневмосмеситель непрерывного действия для производства сухих строительных смесей / В.А. Уваров, Т.Н. Орехова, С.И. Гордиенко, А.Е. Качаев; заявитель и патентообладатель: БГТУ им. В.Г. Шухова - №.2010140830/05, заявл. 05.102010; опубл. 10.03.2011, Бюл. № 7.

3. Пат. 141488 Российская Федерация, B01F 5/00. Противоточный пневмосмеситель для производства дисперсно-армированных смесей / В.А. Уваров, Т.Н. Орехова, С.В. Клюев, А.Е. Качаев; заявитель и патентообладатель: БГТУ им. В.Г. Шухова - №.2013159013/05, заявл. 30.12.2013; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 16.

4. Пат. 115682 Российская Федерация, B01F5/00 Пневмосмеситель многокомпонентных сухих строительных смесей / Т.Н. Орехова, В.А. Уваров, С.И. Гордеев, А.Е. Качаев; заявитель и патентообладатель: БГТУ им. В.Г. Шухова - №.2011151913/05, заявл. 19.12.2011; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 13.

5. Корнеев В.И, Зозуля П.В.. Сухие строительные смеси (состав, свойства). М.: РИФ «Стройматериалы», 2010. С. 320 .

6. Лоскутьев Ю.А., Максимов В.М., Веселовский В.В. Механическое оборудование предприятий по производству вяжущих строительных материалов. М.: Машиностроение, 1986. 378 с.

7. Качаев А.Е., Орехова Т.Н., Севостьянов В.С. Расчёт поля скоростей двухфазного потока в дезинтеграторе // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов: межвуз. сб. ст./под ред. В.С. Богданова. Белгород, 2012. С. 202–205.

8. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. Ч.1. Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла. Учебник для ВТУЗов. Изд. 2-е перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1976. 384 с.

9. Смульский И.И. Аэродинамика и процессы в вихревых камерах. Новосибирск: Наука. 1992. С. 301 .

10. Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория и расчет пневмосмесителей непрерывного действия. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 114 с.

11. Пат. 169754 Российская Федерация, B01F 5/00. Противоточный пневмосмеситель для производства дисперсно-армированных смесей / В.А. Уваров, Т.Н. Орехова, Е.А. Шкарпеткин,С.В. Клюев, А.В. Дураченко; заявитель и патентообладатель: БГТУ им. В.Г. Шухова - №. 2016131844,/05, заявл. 02.08.2016; опубл. 31.03.2017, Бюл. № 10.

12. Качаев А.Е., Орехова Т.Н. Описание вихревого движения двухфазного потока в пневмосмесителе непрерывного действия // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №5. С. 121–125.

Информация об авторах

Качаев Александр Евгеньевич, кандидат технических наук.
E-mail: doctor_cement@mail.ru
ООО Воскресенский завод «Машиностроитель».
Россия, 140200, Воскресенск, ул. Гаражная, д. 1.

Орехова Татьяна Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры подъёмно-транспортных и дорожных машин.
E-mail: nefact@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Гончаров Егор Игоревич, студент.
E-mail: ego3654@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в октябре 2017 г.
© Качаев А.Е., Орехова Т.Н., Гончаров Е.И., 2017

Orekhova T.N., Kachaev A.E., Goncharov E.I.

AERODYNAMIC FEATURES OF PNEUMO MIXERS FOR MANUFACTURING DRY CONSTRUCTION MIXTURES

The variety of dry construction mixtures and the features of their production allow us to establish the main directions for improving technology and technology for their production. Improving the design of the pneumatic mixer allows the use of flexible technological methods for the production of a wide range of dry mixes. However, the quality of mixtures obtained in the industry remains a priority criterion in evaluating their technological properties.

Maintaining the quality of the products produced is possible provided that the technological processes in the pneumatic mixer are adequately modeled. At the same time, great importance should also be given to the

possibilities of energy and resource saving in the production of dry mixtures due to the equipment used and the secondary use of man-made materials.

A differentiated approach to the analysis of processes in the mixing chamber of pneumatic units allows us to establish the basic laws governing the motion of a two-phase flow, the nature of its twist and the influence of the trajectories of the oncoming air and air-material flows on the quality of the finished mixture.

In the designs of air mixers, complex vortex mixing of components in excess of the air phase (the effect of fluidization of the solid phase in air) is used, which allows the combined principle of homogenization of the axial two-phase flow with a vortex flow, and the vortex flow with a fluidizing flow. Such a complex axial-vortex action on solid particles reduces the time required to achieve the desired homogeneity coefficient (heterogeneity) by the mixture, and, consequently, reduces the total energy consumption per unit of finished product.

Keywords: *a pneumatic mixer; mixing chamber; particle; axial two-phase flow; vortex mixing; fluidization; aerodynamics.*

Information about the authors

Kachaev Alexander Evgenievich, PhD.
E-mail: doctor_cement@mail.ru.
LLC Voskresenskiy factory «Mashinostroitel».
Russia, 140200, Voskresensk, st. Garazhnaya, 1.

Orekhova Tatyana Nikolaevna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: nefact@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Goncharov Egor Igorevich, Bachelor student.
E-mail: ego3654@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in October 2017
© Orekhova T.N., Kachaev A.E., Goncharov E.I., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001abf051793.11872549

Богданов В.С., д-р техн. наук, проф.,
Семикопенко И.А., канд. техн. наук, доц.,
Логачев И.Н., д-р техн. наук, проф.,
Смирнов Д.В., аспирант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНОГО РАЗМЕРА ЧАСТИЦ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО В ДЕЗИНТЕГРАТОРЕ МАТЕРИАЛА*

semickopencko.i@yandex.ru

В данной статье из условий равенства аэродинамических сил витающих частиц по законам Стокса и Ньютона теоретически найден граничный диаметр частиц измельченного известняка, определяющий разделение потока материала в патрубке возврата на мелкую и крупную фракции. Представлены схемы скачкообразного движения частицы известняка в тороидальном вертикальном канале патрубка возврата при линейной и квадратичной аэродинамической силе. Численные исследования дифференциальных уравнений динамики движения частиц известняка в восходящем потоке показали на уменьшение максимальной величины отклонения частицы при ее столкновениях с внешней стенкой по всей высоте патрубка возврата.

***Ключевые слова**: дезинтегратор, поток, стенка, частица.*

Среди мельниц центробежно-ударного действия особое место занимают дезинтеграторы, в которых сочетаются различные виды нагрузки на измельчаемый материал [1].

На рис. 1 представлен дезинтегратор с криволинейным патрубком возврата части материала на дополнительный помол.

Рис. 1. Дезинтегратор с криволинейным патрубком возврата материала

Принцип действия данной установки следующий. Предварительно измельченный материал из бункера через центральный вертикальный канал направляется в нижнюю часть камеры помола. Из камеры помола полидисперсный продукт вылетает в криволинейный патрубок возврата. Тонкие частицы посредством поворотной заслонки, находящейся в верхней части криволинейного патрубка возврата, направляются в патрубок готового продукта и в циклон. Крупные частицы вылетают через периферийную часть патрубка возврата во внешний вертикальный канал и направляются по спирали в верхнюю часть камеры помола.

Таким образом, с помощью поворотной заслонки осуществляется разделение материала, находящегося в патрубке возврата, на крупную и мелкую фракции.

Определим границу между мелкими частицами измельченного известняка, аэродинамические силы которых линейно зависят от разности скоростей воздуха и частиц, и крупными частицами, аэродинамические силы которых квадратично зависят от данной разности скоростей. Дифференциальные уравнения, описывающие динамику движения мелких и крупных частиц представлены в следующем векторном виде [2]:
для мелких частиц:

$$m \cdot \frac{d\vec{\vartheta}}{dt} = m\vec{g} + 3\pi\nu d_e \cdot \left(\vec{u} - \vec{\vartheta}\right); \qquad (1)$$

для крупных частиц:

$$m \cdot \frac{d\vec{\vartheta}}{dt} = m\vec{g} + c_0 \frac{\pi {d_e}^2}{4} \cdot \frac{\rho}{2} \left|\vec{u} - \vec{\vartheta}\right| \cdot \left(\vec{u} - \vec{\vartheta}\right), \qquad (2)$$

где m – масса частицы, кг; ρ – плотность воздуха, кг/м^3; $\vec{g}$ – вектор ускорения силы тяжести; d_e – эквивалентный (по объему) диаметр частицы, м;

$\vec{u}$ – вектор скорости воздушного потока в тороидальном канале патрубка возврата, вектор направлен перпендикулярно радиусу канала и равен, м/с; C_0 – коэффициент лобового сопротивления частицы; $\left|\vec{u}-\vec{\vartheta}\right|$ – абсолютная величина скорости воздуха относительно скорости частицы, м/с; ν – коэффициент кинематической вязкости, м^2/с.

При равенстве аэродинамических сил (последних членов правой части этой системы уравнений) [3]:

$$3\pi\nu d_e\cdot\left(\vec{u}-\vec{\vartheta}\right)\approx c_0\frac{\pi {d_e}^2}{4}\cdot\frac{\rho}{2}\left|\vec{u}-\vec{\vartheta}\right|\cdot\left(\vec{u}-\vec{\vartheta}\right) \quad (3)$$

должна быть одна и та же траектория этих частиц или близкие друг к другу при одном и том же искомом диаметре: (4)

где $d_г$ – средняя теоретическая граница между мелкими и крупными частицами измельченного известняка.

Упростим это условие, полагая абсолютную разность скоростей равной скорости витания $w_в$:

$$\left|\vec{u}-\vec{\vartheta}\right|\approx w_в. \quad (5)$$

С учетом (4) и (5) условие равенства аэродинамических сил (3) представим в следующем виде (после упрощений):

$$24\nu = d_г c_0 w_в, \quad (6)$$

откуда найдем (зная скорость витания $w_в$) искомый граничный диаметр:

$$d_г = \frac{24\nu}{c_0 w_в}, \quad (7)$$

или учитывая, что коэффициент кинематической вязкости воздуха при температуре 20°С и атмосферном давлении 101,325 кПа равен $\upsilon = 15\cdot 10^{-6}$м^2/с, а скорость витания имеет размерность м/с, получим

$$d_г = \frac{360}{c_0}\cdot\frac{1}{w_в}\cdot 10^{-6},\ \text{м}. \quad (8)$$

Скорость витания частицы определим по закону Стокса [4]:

$$w_в = \frac{g d_г^2 \rho_m}{18\nu\rho} = \frac{9.81\cdot 2000}{18\cdot 15\cdot 10^{-6}\cdot 1.2}\cdot {d_г}^2 = 60{,}6\cdot {d_г}^2\cdot 10^{-6}, \text{м/с}. \quad (9)$$

где ρ_m – плотность твердой частицы, кг/м^3.

Подставляя полученный результат в (8), получаем:

$$ {d_г}^3 = \frac{360}{c_0}\cdot\frac{10^{-6}}{60{,}6\cdot 10^6}, \text{м}$$

или

$$d_г = \sqrt[3]{\frac{5{,}941}{c_0}}\cdot 10^{-4}, \text{м}$$

или

$$d_г = \sqrt[3]{\frac{5{,}941}{c_0}}\cdot 10^{2}, \text{мкм}. \quad (10)$$

Для автомодельной области $2\cdot 10^3 < \mathrm{Re_T} < 2\cdot 10^5$ коэффициент лобового сопротивления c_0 определяется по эмпирической формуле Петтиджона и Христиансона:

$$c_0 = 5{,}31 - \frac{4{,}88}{f}, \quad (11)$$

где f – коэффициент геометрической формы частиц.

Так как для измельчения частиц минералов коэффициент геометрической формы $f = 1{,}4 \div 1{,}7$ и поэтому по формуле (11) $c_0 = 1{,}82 \div 2{,}44$, в нашем случае имеем:

$$d_г = 134{,}5 \div 150 \text{ мкм}.$$

Если скорость витания определяется по закону Ньютона, при таких же исходных данных имеем:

$$w_в = \sqrt{\frac{4\cdot d_г\cdot\rho_m\cdot g}{3\cdot c_0\cdot\rho}} = \sqrt{\frac{4\cdot d_г\cdot 2000\cdot 9{,}81}{3\cdot c_0\cdot 1.2}} = 147{,}6\sqrt{\frac{d_г}{c_0}}, \text{м/с}. \quad (12)$$

Подставляя полученный результат в (4), получим:

$$ {d_г}^{1{,}5} = \frac{360}{c_0}\cdot\frac{\sqrt{c_0}}{147{,}6}\cdot 10^{-6} = \frac{2{,}44\cdot 10^{-6}}{\sqrt{c_0}}, \text{м}$$

или

$$d_г = \sqrt[3]{\frac{5{,}95}{c_0}}\cdot 10^{-4}, \text{м}$$

или

$$d_г = \sqrt[3]{\frac{5{,}95}{c_0}}\cdot 10^{2}, \text{мкм}. \quad (13)$$

т.е. при $c_0 = 1{,}82 \div 2{,}44$

$$d_г = 135 \div 150 \text{ мкм}.$$

Таким образом, средняя теоретическая граница между мелкими и крупными частицами измельченного известняка составляет $d_г \approx 140$ мкм. С точки зрения качества готового продукта средний диаметр принимается:

$$d_г \le 100 \text{ мкм}. \quad (14)$$

Сопоставляем траектории движения частиц диаметром $d_г = 80$ мкм. Причем аэродинамическая сила принималась по закону Стокса (рис. 2), т.е. по линейной зависимости от разности скоростей, и по закону Ньютона – по квадратичной зависимости от этой разности (рис.3), как видно из

этих графиков, кинематическая схема и траектории достаточно близки. Наглядно это видно при сопоставлении траекторий движения частиц в полярной системе координат в патрубке возврата (рис. 4).

Расчеты к построению кинематической схемы рисунка 2 выполнены по следующим формулам:

$$\beta_1 = \operatorname{arctg}\left(\frac{\vartheta'_{1x}}{\vartheta'_{1y}}\right); \varphi_1 = \operatorname{arctg}\frac{|y_1|}{x_1}; \alpha_1 = \beta_1 - \varphi_1; \gamma_1 = \beta_1 - 2\alpha_1 = 2\varphi_1 - \beta_1; \quad (15)$$

$$\beta_2 = \operatorname{arctg}\left(\frac{\vartheta'_{2x}}{\vartheta'_{2y}}\right); \varphi_2 = \operatorname{arctg}\frac{|y_2|}{x_2}; \alpha_2 = \beta_2 - \varphi_2; \gamma_2 = 2\alpha_2 - \beta_2 = \beta_2 - 2\varphi_2; \quad (16)$$

$$\beta_3 = \operatorname{arctg}\left(\frac{|\vartheta'_{3x}|}{\vartheta'_{3y}}\right); \varphi_3 = \operatorname{arctg}\left(\frac{y_3}{x_3}\right); \alpha_3 = |\beta_3| + \varphi_3; \gamma_3 = \frac{\pi}{2} - (|\beta_3| + 2\varphi_3); \quad (17)$$

$$\beta_4 = \operatorname{arctg}\left(\frac{|\vartheta'_{4x}|}{\vartheta'_{4y}}\right); \varphi_4 = \operatorname{arctg}\left(\frac{y_4}{x_4}\right); \alpha_4 = \varphi_4 - \beta_4; \gamma_4 = \frac{\pi}{2} - (2\alpha_4 + \beta_4) = \frac{\pi}{2} - (2\varphi_4 - \beta_4). \quad (18)$$

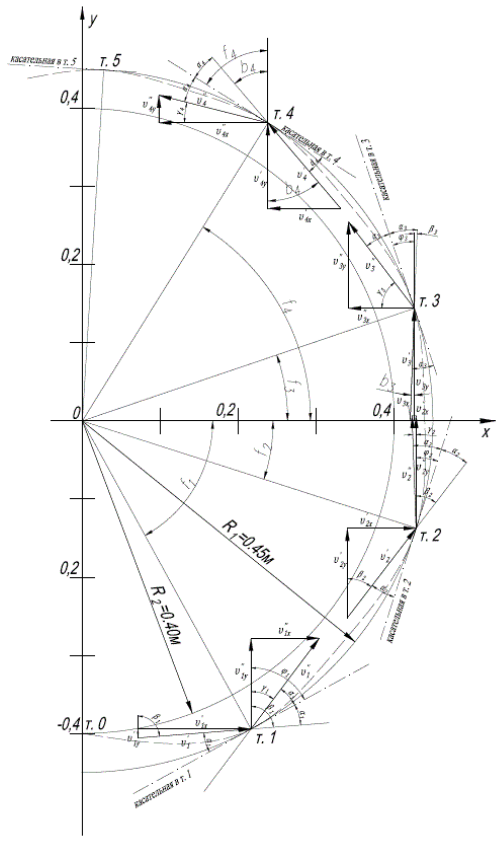


Рис. 2. Кинематическая схема скачкообразного движения частицы известняка (d_e = 80 мкм; ρ_m = 2000 кг/м^3) в тороидальном вертикальном канале патрубка возврата при линейной аэродинамической силе

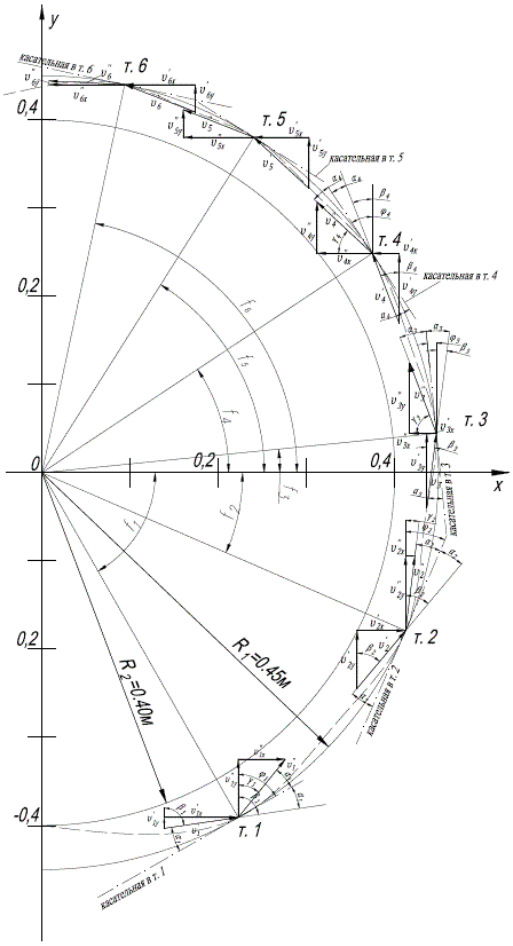


Рис. 3. Кинематическая схема скачкообразного движения частицы известняка (d_e = 80 мкм; ρ_m = 2000 кг/м^3) в тороидальном вертикальном канале патрубка возврата при квадратичной аэродинамической силе

Расчеты к построению кинематической схемы рисунка 3 выполняют по следующим формулам:

$$\beta_1 = \operatorname{arctg}\left(\frac{\vartheta'_{1x}}{\vartheta'_{1y}}\right); \varphi_1 = \operatorname{arctg}\frac{|y_1|}{x_1}; \alpha_1 = \beta_1 - \varphi_1; \gamma_1 = \beta_1 - 2\alpha_1 = 2\varphi_1 - \beta_1; \quad (19)$$

$$\beta_2 = \operatorname{arctg}\left(\frac{\vartheta'_{2x}}{\vartheta'_{2y}}\right); \varphi_2 = \operatorname{arctg}\frac{|y_2|}{x_2}; \alpha_2 = \beta_2 - \varphi_2; \gamma_2 = \beta_2 - 2\alpha_2 = 2\varphi_2 - \beta_2; \quad (20)$$

$$\beta_3 = \text{arctg}\left(\frac{\vartheta'_{3x}}{\vartheta'_{3y}}\right); \varphi_3 = \text{arctg}\left(\frac{y_3}{x_3}\right); \alpha_3 = \beta_3 + \varphi_3; \gamma_3 = \frac{\pi}{2} - (\beta_3 + 2\varphi_3); \quad (21)$$

$$\beta_4 = \text{arctg}\left(\frac{\left|\vartheta'_{4x}\right|}{\vartheta'_{4y}}\right); \varphi_4 = \text{arctg}\left(\frac{y_4}{x_4}\right); \alpha_4 = \varphi_4 - \beta_4; \gamma_4 = \frac{\pi}{2} - (2\alpha_4 + \beta_4) = \frac{\pi}{2} - (2\varphi_4 - \beta_4); \quad (22)$$

$$\beta_5 = \text{arctg}\left(\frac{\left|\vartheta'_{5x}\right|}{\vartheta'_{5y}}\right); \varphi_5 = \text{arctg}\left(\frac{y_5}{x_5}\right); \alpha_5 = \varphi_5 - \beta_5; \gamma_5 = \frac{\pi}{2} - (2\alpha_5 + \beta_5) = \frac{\pi}{2} - (2\varphi_5 - \beta_5); \quad (23)$$

$$\beta_6 = \text{arctg}\left(\frac{\left|\vartheta'_{6x}\right|}{\vartheta'_{6y}}\right); \varphi_6 = \text{arctg}\left(\frac{y_6}{x_6}\right); \alpha_6 = \varphi_6 - \beta_6; \gamma_6 = \frac{\pi}{2} - (2\alpha_6 + \beta_6) = \frac{\pi}{2} - (2\varphi_6 - \beta_6). \quad (24)$$

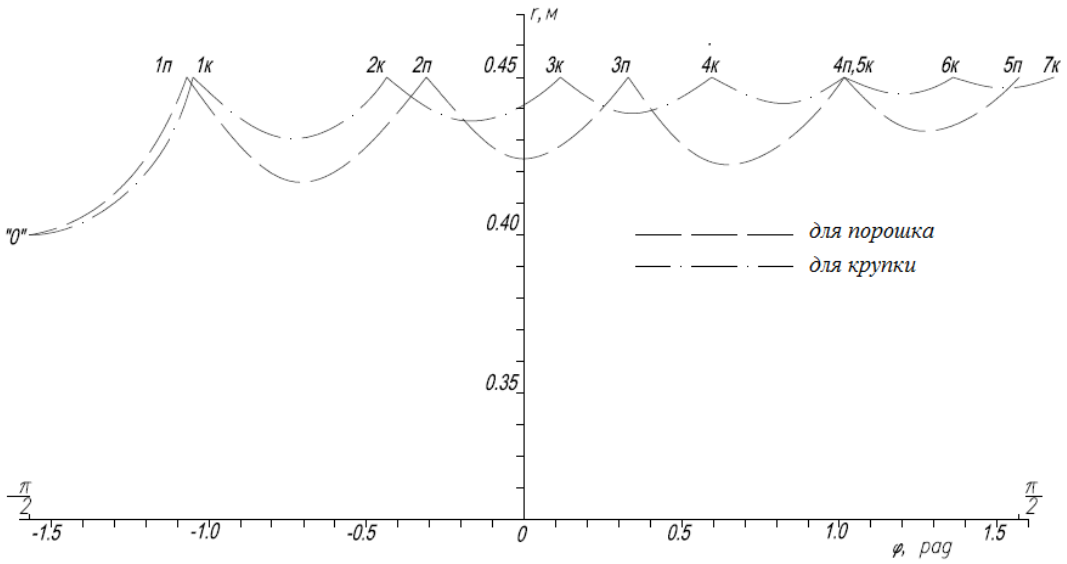


Рис. 4. Траектория движения частицы известняка (d_e = 80 мкм; ρ_m = 2000 кг/м^3) в полярной системе координат в патрубке возврата

Таким образом, можно сделать вывод, что из условий равенства аэродинамических сил витающих частиц по законам Стокса и Ньютона теоретически найден граничный диаметр частиц измельченного известняка $d_г \approx 100$ мкм, определяющий разделение потока материала в патрубке возврата на мелкие и крупные частицы. Мелкие частицы имеют тенденцию к равномерному их распределению в тороидальном канале патрубка возврата без столкновения со стенками (при $d_e \approx 10$ мкм), а крупные частицы $100 \geq d_e \geq 400$ мкм под действием инерционных сил прижимаются к стенкам большего радиуса патрубка возврата более 5 раз и сталкиваются с этими стенками.

Численные исследования дифференциальных уравнений динамики движения частиц в патрубке возврата измельченного в дезинтеграторе известняка ($\rho_m = 2000$ кг/м^3, $u_0 = 15$ м/с), показали, несмотря на множественные столкновения крупных частиц со стенками, на уменьшение максимальной величины отклонения частицы от внешней стенки по всей высоте патрубка, а также уменьшение длины хорды дуг траектории и небольшого роста скорости частиц.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хинт И.А. Основы производства силикальцитных изделий. М.: Стройиздат, 1962. 636 с.

2. Логачев И.Н., Логачев К.И. Аэродинамические основы аспирации. СПб. :Химиздат, 2005.658 с.

3. Логачев И.Н., Логачев К.И., Минко В.А. Обеспыливающая вентиляция. Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. 564 с.

4. Клочков Н.В., Блиничев В.Н., Бобков С.П., Пискунов А.В. Методика расчета воздуха в центробежно-ударной мельнице // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 1982. №2. С. 230–232.

Информация об авторах
Богданов Василий Степанович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механического оборудования
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Семикопенко Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры механического оборудования.
E-mail: semickopencko.i@yandex.ru
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.

Смирнов Дмитрий Владимирович, аспирант, кафедры механического оборудования.
E-mail: DmSm1989@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в июле 2017 г.
© Богданов В.С., Логачев И.Н., Семикопенко И.А., Смирнов Д.В., 2017

Bogdanov V.S., Semikopenko I.A., Logachev I.N., Smirnov D.V.

DETERMINATION OF THE BOUNDARY SIZE OF PARTICLES OF GRINDING MATERIAL IN THE DISINTERATOR

In this paper, from the conditions for the equality of the aerodynamic forces of the spinning particles according to the laws of Stokes and Newton, the limiting diameter of the particles of crushed limestone is determined theoretically, which determined the separation of the material flow in the return pipe to the fine and coarse fractions. Given the schematic diagrams for the hopping of a limestone particle in a toroidal vertical channel of a return branch with a linear and quadratic aerodynamic force. Numerical studies of the differential equations of motion dynamics of limestone particles in ascending perspiration were shown to reduce the maximum value of the deviation of the particle in its collisions with the outer wall along the entire height of the return pipe

***Keywords**: disintegrator, flow, wall, particle.*

Information about the author
Bogdanov Vasiliy Stepanovich, Ph.D., Professor.
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Semikopenko Igor Aleksandrovich, PhD, Assistant professor.
E-mail: semickopencko.i@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Logachev Ivan Nikolaevich, Ph.D., Professor.
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Smirnov Dmitry Vladimirovich, Postgraduate student.
E-mail: DmSm1989@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in July 2017
© Bogdanov V.S., Semikopenko I.A., Logachev I. N., Smirnov D.V., 2017

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

DOI: 10.12737/article_5a001abfd715e6.26105329

[1]Штифанов А.И., канд. техн. наук, доц.,
[2]Потапенко А.Н., канд. техн. наук, проф.,
[3]Кумар У., проф.
[1]Белгородский государственный национальный исследовательски университет
[2]Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
[3]Indian Institute of Science (IISc), Bangalore, India

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОЦЕНИВАНИЯ СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ПОДСТАНЦИИ С МОЛНИЕПРИЕМНИКАМИ «МЕТАЛЛ-ИЗОЛЯТОР-МЕТАЛЛ»*

apotapenko454@gmail.com

В статье представлены особенности применения метода оценивания схемных решений молниезащиты подстанции с молниеприемниками двух типов и с учетом базового объекта в виде силового трансформатора (в качестве первого приближения). В исследуемом случае применяется оценка на основе как распределения семейства линий функций потока (ЛФП), так и их удельного распределения относительно внешней системы молниезащиты (СМЗ) объекта подстанции в поле грозового облака. Представлены данные об особенностях концентрации семейства ЛФП по высоте для составного молниеприемника типа «металл-изолятор-металл» (МИМ) в сравнении с широко распространенным – металлическим. С физической точки зрения это позволяет оценивать возможности ударов молнии в соответствующие части исследуемого молниепремника, например, как в вершину, так и в его нижнюю часть. Показаны особенности функциональных зависимостей удельного распределения ЛФП для СМЗ с исследуемыми типами молниеприемников в условиях изменения дистанции между базовым объектом подстанции и молниеприемником СМЗ.

***Ключевые слова**: молниезащита подстанции, молниеприемники, электростатическое поле, математическая модель, вычислительный эксперимент.*

Введение. Для анализа особенностей при расчетах и исследованиях современных СМЗ следует отметить один из последних обзоров [1]. В обзорах [2, 3] по СМЗ можно выделить разработку и применение внешних СМЗ нового типа в виде составных молниеприемников на основе «металл-изолятор-металл» для высокоэнергетических объектов (ракет-носителей). В [4] представлен один из возможных методов оценивания схемных решений распределенной молниезащиты применительно к высокоэнергетическим объектам и с учетом использования эффективных молниеприемников типа МИМ.

В [5] обобщены особенности нелинейных моделей на основе работ Ericsson, Dellera и Garbagnati, Pizk, Becerra и Cooray и др., предназначенных для изучения нелинейных процессов при ударах молнии в объекты. Например, в [5] рассмотрены особенности нелинейных расчетов для объектов типа линий электропередач (ЛЭП), выполненных авторами Dellera и Garbagnati, в виде условных траекторий разрядных каналов, сходящихся на объектах типа ЛЭП.

В целом на практике, используются весьма упрощенные модели в виде электрогеометрических методов, различных моделей и методик, анализ которых, например, в [6, 7], показал, что основными из них являются электрогеометрические методы как по защитному углу, так и на базе катящейся сферы, причем с указанием их недостатков и ограничений. Анализ литературных источников показал, что для эффективных внешних СМЗ, а именно, с применением распределенных молниеприемников типа МИМ, например, для высокоэнергетических объектов и энергообъектов иного типа отсутствуют как математические модели, так и возможные результаты вычислительных экспериментов на базе различных подходов.

Цель работы – представление возможности применения метода оценивания схемных решений молниезащиты с распределенными молниеприемниками различного типа для базового объекта подстанции в электростатическом поле грозового облака. За основу принимается предложенный метод [4] на основе подхода Потапенко А.Н., Кумара У. и др. [8, 9] на основе

математического моделирования и вычислительных экспериментов по исследованию особенностей распределенных внешних СМЗ с применением молниеприемников типа МИМ для высокоэнергетических объектов.

Главная часть исследования. За прототип исследований принимается пример подстанции в виде некоторой главной понижающей подстанции (ГПП), представленной в [10]. Общие виды расположения оборудования на подстанции показаны на рис. 1, *а* (вид сбоку) и рис. 1, *б* (вид сверху). Базовым объектом подстанции считается силовой трансформатор.

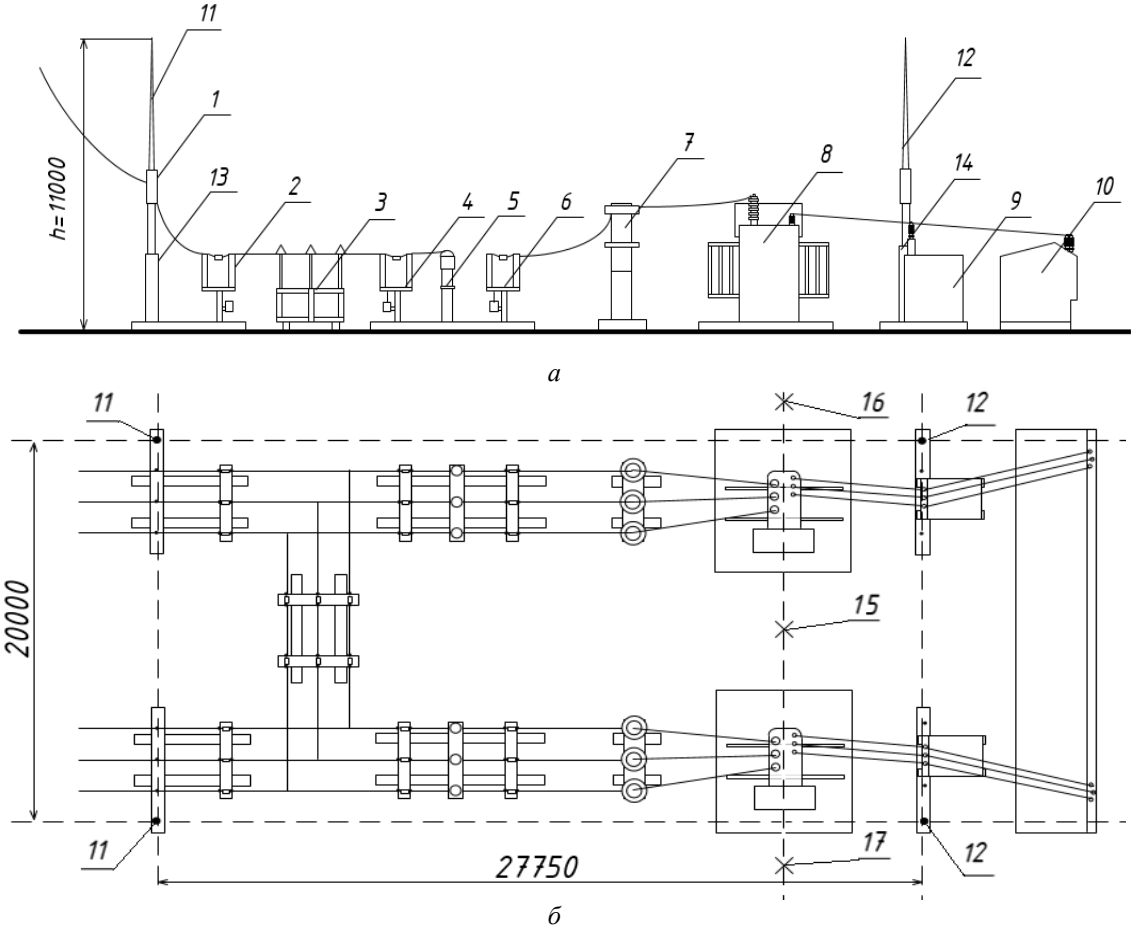


Рис. 1. Общий вид подстанции [10] (вид сбоку (*а*)) с оборудованием следующего типа:
1 – блок приема ВЛ- 110 кВ; 2 – разъединитель РНДЗ-2-110/1000-ХЛ1; 3, 4 – разъединитель РНДЗ-1-110/1000-ХЛ1; 5 – блок трансформаторов тока ТФЗМ-110Б; 6 – блок отделитель-короткозамыкатель; 7 – ОПН–П1–110/77/10/2УХЛ1; 8 – силовой трансформатор ТДН-16000/110; 9 – ТСН ТМ-630-10/0,4; 10 – КРУН 10 кВ (шкафы серии К-59); 11, 12 – молниеотвод; 13, 14 – портал; (вид сверху (*б*)) со стержневыми молниеотводами на порталах; 15, 16, 17 – внешние СМЗ типа МИМ

Также на этих видах показан один из вариантов расположения 4-х стержневых молниеотводов, причем установленных по периметру подстанции и находящихся на соответствующих 4-х порталах (см. рис. 1). Пример расчета зон защиты для этой подстанции выполнен и представлен в [10]. Далее по тексту будет применяться термин «молниеприемник» учитывая, что исследования этой статьи выполнены только для внешней СМЗ.

Известна возможность установки одновременно трех молниеприемников на одном портале подстанции (см. рис. 2). Например, такой подход был использован на некоторых новых подстанциях [11], созданных в рамках строительства энергомоста Кубань-Крым для обеспечения полуострова электроэнергией (пример – подстанция «Кафа»).

К этой подстанции подключены восемь линий 220 кВ. Ответственным исполнителем данной подстанции является ООО «Калипсо Солар». На подстанции «Кафа» в Феодосии была запущена в работу одна из ниток энергомоста мощностью 200 МВт. Всего было введено в строй четыре нитки с общей мощностью 800 МВт.

Кроме того, условно на рис. 1, *б* (в виде крестиков) показан один из возможных вариантов построения внешних СМЗ подстанции на базе применения составных молниеприемников типа МИМ, причем установленных в виде отдельно стоящих конструкций (см. рис. 1, *б* с МИМ поз.

15–17). Этот вариант внешних СМЗ может применяться вместо рядом расположенных металлических стержней 12 (согласно [10] установленных на порталах 14 относительно КРУН 10 кВ, см. рис. 1, *б*). Следует отметить, что центральный молниеприемник типа МИМ 15 может линейно смещаться по оси симметрии, например, вправо, от своего положения (см. рис. 1, *б*), тогда два крайних молниеприемника МИМ 16 и 17 должны смещаться влево, обеспечивая линию симметрии относительно силовых трансформаторов 8 или наоборот.

Рис. 2. Общий вид части подстанции «Кафа» [11] с применением 3-х молниеприемников стержневого типа на одном из порталов (показано на момент строительства)

Для краевой задачи с учетом реальных соотношений высот между грозовым облаком, поверхностью земли и объектами защиты (особенности масштабирования в этом случае представленны в [4, 7, 8]) в первом приближении считается, что для внешних СМЗ составная конструкция МИМ будет иметь схематичный вид как на рис. 3, *а*, тогда и базовый объект подстанции схематично будет представляться также в виде линии.

Считается, что нижняя часть МИМ (металлическая конструкция с обозначением $G_{11.3}$) имеет высоту $H^*_{11.3} = 1{,}6$; средняя часть МИМ (в виде изолятора с обозначением $G_{11.2}$) имеет высоту $H^*_{11.2} = 0{,}3$ и верхняя часть МИМ (металлический заземленный стержень с обозначением $G_{11.1}$) имеет высоту $H^*_{11.1} = 0{,}1$. Тогда высота составного МИМ $H^*_{21} = H^*_{11.3} + H^*_{11.2} + H^*_{11.1} = 2$ (в применяемых обозначениях знак $(^*)$ – указывает, что параметры представлены в относительных величинах). Следует подчеркнуть, что применяется метод расчета удельного распределения ЛФП для краевых задач с учетом внешних СМЗ с молниепремниками типа МИМ [4] для базовых объектов подстанции (двух силовых трансформаторов), причем с учетом данных [8, 9] для внешних СМЗ высокоэнергетических объектов. Это связано с тем, что для исследуемых вариантов существуют только эти данные, на базе которых можно проводить сравнительный анализ. Для любых других объектов отсутствуют результаты расчетов внешних СМЗ с составными молниеприемниками типа МИМ.

Данные с учетом [9] при определении линий семейства $\mu_i(x, y) = \text{const}$ (т.е. семейства ЛФП) для значений $l^*_1 = 2$, $H^*_{21} = 2$ представлены на рис. 3. При этом соответственно на рис. 3, *а* схема модели составного молниеприемника МИМ; на рис. 3, *б* результаты распределения линий семейства $\mu_i(x, y) = \text{const}$ для внешней СМЗ с молниеприемником МИМ; на рис. 3, *в* аналогичные результаты для СМЗ, но с металлическим молниеприемником. Объект защиты на рис. 3, *б* и рис. 3, *в* находится на схеме внизу и справа от молниеприемника, т.е. по границе модели и к нему по нормали направлены линии семейства $\mu_i(x, y) = \text{const}$.

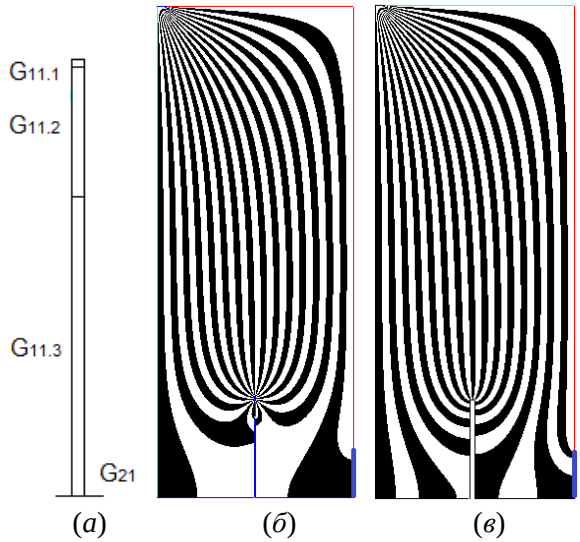


Рис. 3. Результаты расчета линий семейства $\mu_i(x,y) = \text{const}$ для $l^*_1 = 2$, $H^*_{21} = 2$: (*а*) – схема модели составного молниеприемника типа МИМ; (*б*) – результаты для составного МИМ с $H^*_{11.3} + H^*_{11.2} + H^*_{11.1} = 2$; (*в*) – для металлического

Из анализа данных (см. рис. 3, *б* и рис. 3, *в*) следует, что при одинаковых условиях расчета

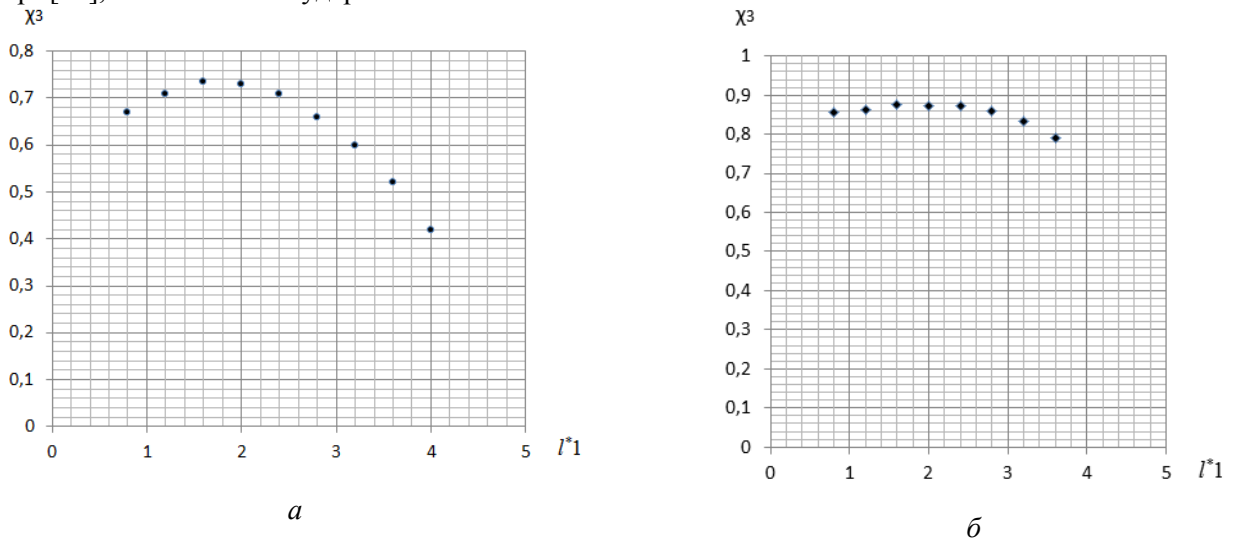
применение составного молниеприемника типа МИМ дает возможность концентрировать основную долю линий семейства $\mu_i(x, y)$ = const в верхней части составного молниеприемника в сравнении с металлическим. Также следует заметить, что и в объект защиты (см. рис. 3, *б*) на дистанции $l^*_1 = 2$ от СМЗ снижается доля линий семейства $\mu_i(x, y)$ = const (например, $n_i = 1{,}5$), тогда как в аналогичный объект защиты (см. рис. 3, *в*) доля этих линий $\mu_i(x, y)$ = const составляет, например, n_i = 3,5, т.е. с учетом МИМ n_i снижается более чем в 2 раза.

В целом следует отметить, что в этом случае (на базе метода [4]) имеется возможность оценки особенностей схемных решений молниезащит с молниеприемниками различного типа на основе математических моделей и вычислительных экспериментов. Вместе с тем, с физической точки зрения и на базе полученных расчетов имеется возможность выявлять, например, особенности применения внешней СМЗ с МИМ соответственно как для снижения ударов молнии в нижнюю часть молниепремника (см. рис. 3, *б*) и соответственно в объект защиты, так и увеличения этих ударов в вершину молниеприемника путем перераспределения семейства ЛФП, т.е. линий $\mu_i(x, y)$ = const.

При этом важно отметить известный эффект, который зафиксировали Э.М. Базелян и Ю.П. Райзер [12], связанный с ударами молний не только в вершину телебашни в Останкино, но и в конструкцию башни, причем на уровнях до 200 м (этот эффект не единичный случай в практике). Например, в [13] также представлено, что молния ударила в стартовый стол ракеты-носителя с молниезащитой (в виде центрального стержневого молниеприемника внешней СМЗ), причем при условии его значительно превышения по высоте высокоэнергетического объекта (ракеты-носителя).

Тогда, в связи с существующим эффектом, например, как в [12, 13], необходимо с помощью эффективных внешних СМЗ с составными МИМ для базовых объектов подстанции [10] устранять удары молнии в нижние части вблизи молниеприемников или каким-либо другим образом снижать это воздействие. В противном случае это может привести к удару молнии в наземное оборудование подстанции и создать аварийную ситуацию. По-видимому, представленный пример (см. рис. 3, *б*) это один из возможных способов, с помощью которого внешняя СМЗ подстанции дает возможность повышать концентрацию ударов молнии в вершины молниеприемников МИМ и снижать эти удары в их нижние части, причем соответственно и в оборудование подстанции.

Также рассмотрим особенности исследуемых внешних типов СМЗ с учетом данных показанных на рис. 4, *а* и рис. 4, *б*.



а *б*

Рис. 4. Изменения удельного распределения ЛФП (χ_3) при H^*_{21} = const и l^*_{1i} = var [8, 9] для СМЗ с металлическими (*а*) и составными молниеприемниками МИМ (*б*)

В [8, 9] представлены результаты исследований схемных решений на основе подхода по определению удельного распределения ЛФП как для внешних СМЗ с составными молниеприемниками типа МИМ (см. рис. 4, *б*), так и для внешних СМЗ с металлическими (см. рис. 4, *а*). Применяемые обозначения следующие: χ_{3i} – зависимость удельного распределения ЛФП для молниеприемников СМЗ исследуемых типов представляется в виде некоторой функции $\chi_{3i} = f(l^*_{1i}, H^*_{2k})$. Эти зависимости показаны в относительных величинах при изменениях дистанции l^*_{1i} между высокоэнергетическим объектом и молниеприемником СМЗ.

Тогда как в исследуемых случаях (в первом приближении учитываются только соотношения высот молниеприемника СМЗ и базового объекта подстанции) считается, что l^*_{1i} = var дистанция между силовым трансформатором и молниеприемниками (см. рис. 1, *б*, поз. 15 - 17). Высота базового объекта подстанции $H^*_3 = H_i / H_3 = 1$, высота молниеприемника СМЗ $H^*_{21} = H_i / H_3 = 2$, дистанция $l_{1i}^* = l_i / H_3$, причем H_3 – исходная высота базового объекта подстанции, принятая за основу для нормирования параметров (например, H_3 = 5,5 м).

Анализ данных показывает (см. рис. 4, *а*), что зависимость удельного распределения ЛФП для СМЗ с металлическим молниеприемником в исследуемом диапазоне изменения l_{1i}^* имеет характерный экстремум. Тогда как из анализа данных (см. рис. 4, *б*) следует, что зависимость удельного распределения ЛФП для СМЗ с составным молниеприемником МИМ в аналогичном диапазоне исследований имеет существенно более пологий характер изменения функции $\chi_{3i} = f(l^*_{1i}, H^*_{2k})$. Также следует заметить, что относительная величина удельного распределения ЛФП для внешней СМЗ с составным молниеприемником (см. рис. 4, *б*), больше чем аналогичная величина удельного распределения ЛФП для внешних СМЗ с металическим (см. рис. 4, *а*).

При проектировании схемных решений молниезащиты с учетом базового объекта подстанции и с применением молниеприемников типа МИМ более выгодно использовать данные, как на рис. 4, *б*. В этом случае расширяются возможности выбора места расположения внешней СМЗ с МИМ, так как нет четкого экстремума функции $\chi_{3i} = f(l^*_{1i}, H^*_{2k})$ и соответственно нет жестких ограничений по его установке.

Выводы. В статье приведены особенности применения метода оценивания схемных решений молниезащиты базового объекта подстанции с молниеприемниками типа «металл-изолятор-металл» на основе определения как линий семейства $\mu_i(x, y)$ = const, так и удельного распределения линий функций потока в виде зависимости $\chi_{3i} = f(l^*_{1i}, H^*_{2k})$ с учетом использования данных для высокоэнергетических объектов с внешней СМЗ в электростатическом поле грозового облака.

Сравнительный анализ данных для внешней СМЗ с составными молниеприемниками типа МИМ в сравнении с существующими металлическими показал, что молниезащита базовых объектов подстанции с учетом МИМ является более эффективной в исследуемом диапазоне.

Установлено, что при одинаковых условиях проведения вычислительных экспериментов составной молниеприемник типа МИМ в сравнении с металлическим позволяет концентрировать основную долю распределения линий функций $\mu_i(x, y)$ = const в верхней части составного молниеприемника. Тогда с физической точки зрения это позволяет существенно снизить возможность удара молнии в нижнюю часть этого молниепремника путем увеличения возможности удара молнии в его вершину.

Показано, что зависимость удельного распределения ЛФП в виде $\chi_{3i} = f(l^*_{1i}, H^*_{2k})$ для СМЗ с составным молниеприемником типа МИМ в исследуемом диапазоне имеет относительно пологий характер изменения этой функции, а это важно в условиях проектирования технических решений молниезащиты базовых объектов подстанции.

**Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках международного научного проекта №17-58-45155.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Rakov V.A., Rachidi F. Overview of Recent Progress in Lightning Research and Lightning Protection, IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. 2009. Vol. 51. №3. Pp. 428-442.

2. Kumar U. Lightning Protection of Satellite Launch Pads, in Lightning Protection, edited by V. Cooray, IEE Power and Energy Series 58, United Kingdom: IET, 2010. P. 789–819.

3. Kumar U., Nagabhushana G.R. Analysis of Lightning Protection System for Indian Satellite Launch Pad, National Interagency coordination group Lightning Conference, Orlando, Florida, USA, 12th April, 2000.

4. Потапенко А.Н., Кумар У., Штифанов А.И. О методе оценивания схемных решений распределенной молниезащиты высокоэнергетических объектов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №10. С. 161–167.

5. Malgesini R., Fenomeni di fulminazione diretta ed indiretta di linee elettriche: modellazione e sperimentazione in laboratorio, Rapporto RSE 09004921 – URL: http://www.rseweb.it/documenti.page?RSE_originalURI=/documenti/documento/2822&RSE_manipulatePath=yes&country=ita#sthash.CenPpSEj.dpuf (дата обращения 01.03.2017).

6. D'Alessandro F. A., Gumley J.R., 'Collection Volume Method' for the placement of air terminals for the protection of structures against lightning, J. of Electrostatics. 2001. № 50. P. 279–302.

7. Preventing Direct Lightning Strikes, Rev. B-Carpenter, et al. - March 2014. – URL: http://www.lightningprotection.com/ (дата обращения 01.09.2017).

8. Потапенко А.Н., Кумар У., Потапенко Т.А., Штифанов А.И. Исследование распределенной молниезащиты стартовых площадок космодромов на основе вычислительного эксперимента // Фундаментальные исследования. 2015. № 11-4. С. 727–734.

9. Штифанов А.И., Потапенко А.Н., Потапенко Т.А., Кумар У. Вычислительные эксперименты с возможностью определения основных особенностей составных молниеприемников // Фундаментальные исследования. 2015. № 11-6 С. 824–831.

10. Кабышев А.В. Молниезащита электроустановок систем электроснабжения. Томск: Изд-во ТПУ, 2006.

11. Крымский энергомост запущен на полную мощность. РИА Крым: http://crimea.ria.ru/society/20160511/1104904958.html (дата обращения 11.05.2016).

12. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты. М.: Физматлит, 2001. 320 с.

13. NASA Facts AC 321/867-2468, Lightning and Space Program, FS-1998-08-16-KSC, August 1998.

Информация об авторах

Штифанов Андрей Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем.
E-mail: shtifanov@bsu.edu.ru
Белгородский государственный национальный исследовательски университет (НИУ «БелГУ»).
Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

Потапенко Анатолий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры электроэнергетики и автоматики.
E-mail: apotapenko454@gmail.com
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Кумар Удая, Professor.
E-mail: uday@hve.iisc.ernet.in
High Voltage Lab, Dept. of Electrical engineering, Indian Institute of Science, Bangalore, INDIA.
CV Raman Rd, Bengaluru, Karnataka 560012, INDIA.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Штифанов А.И., Потапенко А.Н., Кумар У., 2017

Shtifanov A.I., Potapenko A.N., Kumar U.

APPLICATION OF THE METHOD FOR ESTIMATION OF CIRCUIT SOLUTIONS FOR LIGHTNING PROTECTION WITH LIGHTNING RECEIVERS "METAL-INSULATOR-METAL"

The paper presents the features of application of the method for estimation of circuit solutions for lightning protection with lightning receivers of two types are applied for a substation with regard to the base object in the form of a power transformer (as a first approximation). In the case under investigation, an estimate is applied based on both the distribution of the family of the flow function lines (FFL) and their specific distribution relative to the external lightning protection system (LPS) of the substation object in the field of a thunderstorm cloud. Data on the features of the concentration of the FFL family in height for a composite lightning receiver of the metal-insulator-metal type (MIM) in comparison with the existing metallic one are presented. From a physical point of view, this makes it possible to evaluate the possibility of lightning strikes in the corresponding parts of the lightning receiver in question, for example, to the vertex or to its lower part. The features of the dependence of the specific distribution of the FFL for the LPS with the lightning receivers under study are shown under the conditions of a change in the distance between the base object of the substation and the lightning receiver of the LPS.

Keywords: *lightning protection of substation, lightning receivers, electrostatic field, mathematical modeling, computational experiment.*

Information about the authors

Shtifanov Andrei Ivanovich, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: shtifanov@mail.ru
Belgorod National Research University, Belgorod,
Russia, 308015, Belgorod, Pobedy 85 st.

Potapenko Anatoliy Nikolaevich, Ph.D., Professor
E-mail: apotapenko454@gmail.com
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Kumar Udaya, Professor.
E-mail: uday@hve.iisc.ernet.in
High Voltage Lab, Dept. of Electrical engineering, Indian Institute of Science, Bangalore, INDIA.
CV Raman Rd, Bengaluru, Karnataka 560012, INDIA

Received in September 2017
© Shtifanov A.I., Potapenko A.N., Kumar U., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ac1152ba8.09247156

Галагуз Ю.П., ст. пр.,
Сафина Г.Л., канд. тех. наук, доц.
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ В НЕОДНОРОДНОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

coneil@mail.ru

Влияние фильтрации подземных вод на прочность грунта необходимо учитывать при проектировании туннелей и гидротехнических сооружений. При прохождении потока суспензии через пористую горную породу часть твердых частиц застревают в порах и образуют осадок. Осажденные частицы блокируют поры и влияют на интенсивность потока грунтовых вод. В работе рассматривается одномерная математическая модель фильтрации монодисперсной суспензии в неоднородной пористой среде. Предполагается, что при задержании твердых частиц суспензии порами основную роль играет механико-геометрический механизм захвата частиц. Предлагаемая модель учитывает изменение пористости и проницаемости пористой среды при образовании осадка. Получено численное решение задачи методом конечных разностей.

Ключевые слова: *суспензия, пористая среда, задача фильтрации, взвешенные и осажденные частицы, численное моделирование.*

Введение. При проектировании и строительстве оснований и фундаментов необходимо учитывать влияние фильтрации подземных вод на прочность грунта. Задача фильтрации суспензии в пористой среде описывает изменение характеристик горной породы при осаждении в порах твердых частиц [1–3].

Пористая среда – это твердое тело, содержащее тонкие полые каналы различной длины и поперечного сечения (поры). При прохождении потока суспензии (несущей жидкости с взвешенными частицами) через пористую среду некоторые частицы застревают в порах и образуют осадок. Геометрическая модель захвата частиц предполагает, что частицы застревают на входе малых пор, и беспрепятственно проходят через поры большого поперечного сечения.

Базовая модель фильтрации монодисперсной суспензии предполагает, что скорость частиц в пористой среде постоянна, и осадок не влияет на пористость и проницаемость пористой среды [4–6]. Более сложные модели фильтрации в однородной пористой среде учитывают изменение пористости и проницаемости при образовании осадка, и непостоянство скорости движения взвешенных частиц [7].

В ряде задач фильтрации найдено точное решение [7–9], в других строится асимптотика [10–14]. Если аналитическое решение отсутствует, для решения задачи используются численные методы [15–17].

В работе рассматривается математическая модель фильтрации монодисперсной суспензии в неоднородной пористой среде, учитывающая изменение пористости и коэффициента фильтрации при образовании осадка. Суспензия постоянной концентрации впрыскивается в пористую среду, не содержащую взвешенных и осажденных частиц. Задача состоит в нахождении концентраций взвешенных $C(x,t)$ и осажденных $S(x,t)$ частиц в пористой среде. Получено численное решение задачи методом конечных разностей [18].

Постановка задачи. Одномерная модель фильтрации суспензии в неоднородной пористой среде с изменяющейся пористостью и проницаемостью состоит из двух уравнений в частных производных

$$\frac{\partial\big(g(x,S)C\big)}{\partial t}+\frac{\partial\big(f(S)C\big)}{\partial x}+\frac{\partial S}{\partial t}=0\,; \quad (1)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t}=\Lambda(x,S)C\,. \quad (2)$$

Здесь коэффициент фильтрации $\Lambda(x,S)$, пористость $g(x,S)$ и проницаемость пористой среды $f(S)$ являются непрерывными функциями, $\Lambda(x,S)$ неотрицательная, $g(x,S)$ и $f(S)$ строго положительны при $0\le x\le 1,\ S\ge 0$.

Система уравнений (1), (2) рассматривается в области $\Omega=\{(x,t):0<x<1,\ t>0\}$.

Краевые условия для системы (1), (2) ставятся на входе фильтра $x=0$ и в начальный момент времени $t=0$:

$$C(x,t)\big|_{x=0}=1, \quad (3)$$

$$C(x,t)\big|_{t=0}=0\,;\ \ S(x,t)\big|_{t=0}=0\,. \quad (4)$$

Условия (3), (4) определяют единственное решение задачи в области Ω.

Подвижная граница области, заполненной частицами, и пустой части пористой среды называется фронтом концентраций взвешенных и осажденных частиц. Фронт концентраций является характеристической линией уравнения (1), выходящей из начала координат.

Поскольку условия (3) и (4) не согласованы в нуле, то согласно теории характеристик на фронте концентраций решение C имеет сильный разрыв; а решение S – слабый разрыв (разрыв производных первого порядка). За фронтом концентрации в области $\{(x,t): 0<x<1,\ t>x\}$ решение положительно $C>0,\ S>0$; перед фронтом в $\{(x,t): 0<x<1,\ 0<t<x\}$ задача (1)-(4) имеет нулевое решение $C=0,\ S=0$.

Фронт концентраций взвешенных и осажденных частиц распространяется в пористой среде с переменной скоростью

$$v=\frac{f(0)}{g(x,0)}. \qquad (5)$$

Точное решение на входе фильтра. Уравнение (2) на входе фильтра $x=0$ имеет вид

$$\frac{\partial S}{\partial t}=\Lambda(0,S). \qquad (6)$$

Делим обе частей уравнение (6) на $\Lambda(0,S)$

$$\frac{\partial S/\partial t}{\Lambda(0,S)}=1 \qquad (7)$$

и интегрируем (7) относительно переменной t

$$\int_0^t \frac{\partial S/\partial t}{\Lambda(0,S)}dt=t. \qquad (8)$$

Используя условие (4), преобразуем интеграл в левой части (8)

$$\int_0^{S(0,t)} \frac{dS}{\Lambda(0,S)}=t. \qquad (9)$$

Формула (9) задает концентрацию осажденных частиц на входе фильтра.

Рассмотрим наиболее важные примеры коэффициентов фильтрации. Коэффициент фильтрации $\Lambda(x,S)$ называется блокирующим, если он положителен при $0\le x\le 1,\ 0\le S<S_M$, и обращается в ноль при $S=S_M$. В этом случае концентрация осажденных частиц ограничена величиной S_M.

Рассмотрим наиболее важные примеры коэффициентов фильтрации. Коэффициент фильтрации $\Lambda(x,S)$ называется блокирующим, если он положителен при $0\le x\le 1,\ 0\le S<S_M(x)$, и обращается в ноль при $S\ge S_M(x)$. В этом случае концентрация осажденных частиц ограничена величиной $S_M(x)$.

А) Для линейного блокирующего коэффициента фильтрации

$$\Lambda(x,S)=\lambda(x)\left(S_M(x)-S\right), \qquad (10)$$

где $\lambda(x)>0,\ \ S_M(x)>0$, интеграл в левой части (9) вычисляется явно:

$$\int_0^{S(0,t)} \frac{dS}{\lambda(0)\left(S_M(0)-S\right)}=\frac{1}{\lambda(0)}\ln\left|\frac{S_M(0)}{S_M(0)-S(0,t)}\right|. \qquad (11)$$

Концентрация осажденных частиц на входе фильтра для коэффициента фильтрации (10) имеет вид

$$S_1(t)=S_M(0)\left(1-e^{-\lambda(0)t}\right). \qquad (12)$$

Б) Для квадратичного блокирующего коэффициента фильтрации

$$\Lambda(x,S)=\lambda(x)\left(S_M(x)-S\right)^2 \qquad (13)$$

интеграл (9) равен

$$\int_0^{S(0,t)} \frac{dS}{\lambda(0)\left(S_M(0)-S\right)^2}=\frac{S}{\lambda(0)S_M(0)\left(S_M(0)-S(0,t)\right)}. \qquad (14)$$

Зависимость от времени концентрации осажденных частиц на входе фильтра задается соотношением

$$S_2(t)=\frac{S_M^2(0)\lambda(0)t}{1+S_M(0)\lambda(0)t}. \qquad (15)$$

Формулы (12), (15) показывают, что функция $S(0,t)$ монотонно возрастает и при больших значениях времени t стремится к предельному значению $S_M(0)$.

На рис. 1 а), б) показаны графики концентрации осажденных частиц на входе фильтра для блокирующих коэффициентов фильтрации (12) и (15) для значения параметров $\lambda(0)=1,\ \ S_M(0)=1$.

Численный расчет. Расчет осуществляется методом конечных разностей. Для уравнения (1) применяется TVD-версия схемы Лакса-Вендроффа. Для уравнения (2) используется метод Рунге-Кутта второго порядка. Решение системы (1)-(4) получено в области $\{(x,t): 0<x<1,\ 0<t<15\}$. Шаг интегрирования по x: $h=0.001$, шаг по t: $\tau=0.0005$. Схема удовлетворяет условию Куранта-Фридрихса-Леви: $\tau\le \min\limits_{x\in[0,1],\ t\in[0,15]}\left(\frac{g(x,S(x,t))}{f(S(x,t))}\right)\cdot h$.

Численный расчет задачи выполнен для коэффициентов уравнений (1), (2)

$g(x,S)=(1-0,1x)(1-0,2S)$, $f(x,S)=(1-0,4S)$,
$\Lambda(x,S)=(1+0,2x)(1-S)$.

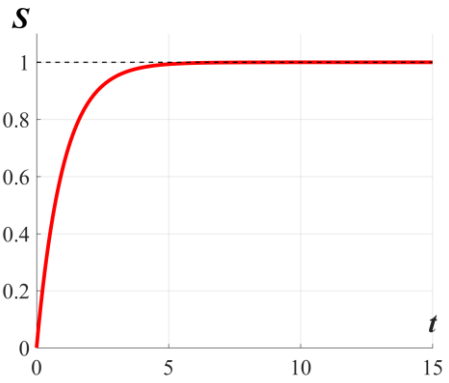
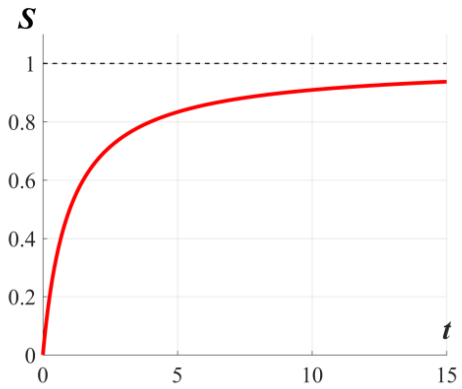


Рис. 1. а) Концентрация осажденных частиц $S_1(t)$.



б) Концентрация осажденных частиц $S_2(t)$.

На рис. 2 а) и б) представлены 3-D графики концентраций взвешенных и осажденных частиц.

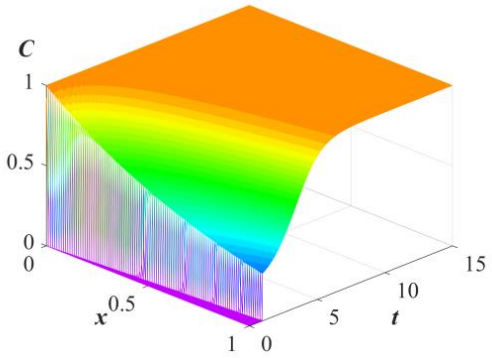
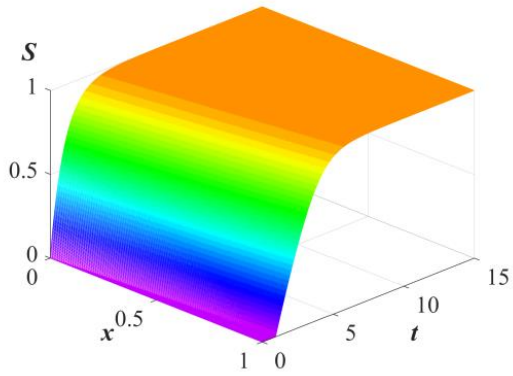


Рис. 2. а) Концентрация взвешенных частиц $C(x,t)$.



б) Концентрация осажденных частиц $S(x,t)$.

Графики концентраций взвешенных частиц при фиксированном времени $t=0.5$ и при фиксированном расстоянии $x=1.0$ изображены на рис. 3 а) и б).

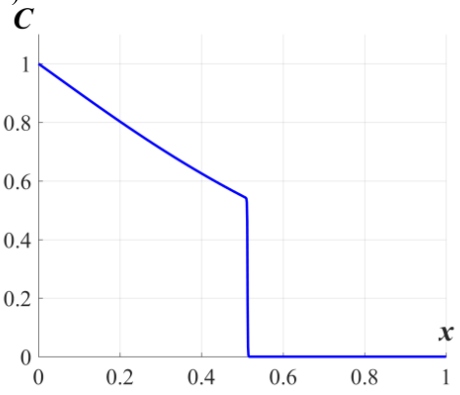
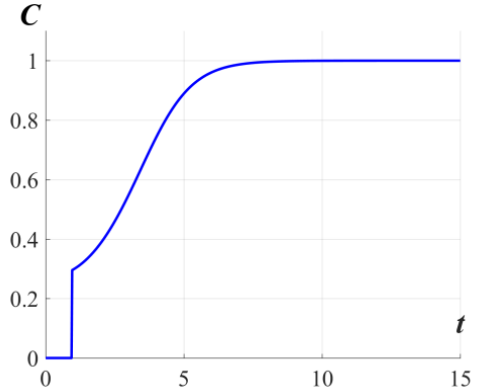


Рис. 3. а) Концентрация взвешенных частиц $C(x,t)\big|_{t=0.5}$.



б) Концентрация взвешенных частиц $C(x,t)\big|_{x=1.0}$.

Графики концентраций осажденных частиц при фиксированном времени $t=0.5$ и при фиксированном расстоянии $x=1.0$ изображены на рис. 4 а) и б).

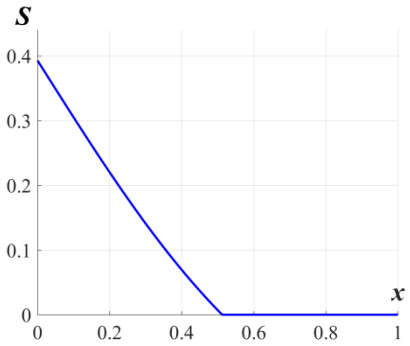
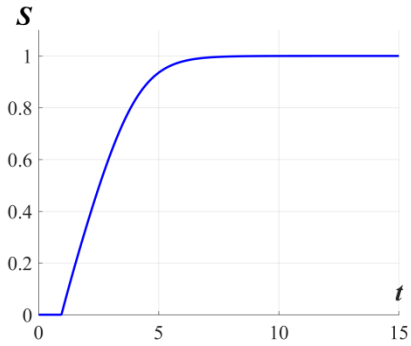


Рис. 4. а) Концентрация осажденных частиц $S(x,t)\big|_{t=0.5}$.



б) Концентрация осажденных частиц $S(x,t)\big|_{x=1.0}$.

Заключение. В работе найдено численное решение одномерной задачи фильтрации монодисперсной суспензии в неоднородной пористой среде. В отличие от стандартных моделей, рассматривающих однородную пористую среду, рассчитана задача, в которой пористость и коэффициент фильтрации зависят не только от концентрации осажденных частиц $S(x,t)$, но и от расстояния x до входа фильтра. Рис. 2 показывает, как взвешенные и осажденные частицы постепенно заполняют пористую среду, двигаясь от входа $x=0$ к выходу $x=1$. Фронт концентраций взвешенных и осажденных частиц - граница раздела двух частей пористой среды - пустой и заполненной частицами движется со скоростью $v=\dfrac{f(0)}{g(x,0)}$, и в некоторый момент времени достигает выхода (рис. 2). В каждой точке x пористой среды происходит накопление осадка. Чем больше значение x, тем позже в эту точку доходит фронт концентраций и начинается образование осадка (рис. 2). С ростом осадка скорость прироста осажденных частиц уменьшается. С увеличением времени концентрация осажденных частиц стремится к предельному значению $S_M=1$. При больших временах накопление осадка прекращается и концентрация взвешенных частиц стремится к максимальному значению на входе пористой среды $C=1$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Khilar K.C., Fogler H.S. Migrations of fines in porous media. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. 180 p.

2. Santos A., Bedrikovetsky P., Fontoura S. Analytical micro model for size exclusion: Pore blocking and permeability reduction // Journal of Membrane Science. 2008. Vol. 308. №. 1. Pp. 115–127.

3. Civan F. Reservoir formation damage: fundamentals, modeling, assessment, and mitigation. Gulf Professional Publishing, 3nd ed., 2016. 1044 p.

4. Herzig J.P., Leclerc D.M., Legoff P. Flow of suspensions through porous media - application to deep filtration // Industrial and Engineering Chemistry. 1970. Vol. 62. Pp. 8–35.

5. Vyazmina E.A., Bedrikovetskii P.G., Polyanin A.D. New classes of exact solutions to nonlinear sets of equations in the theory of filtration and convective mass transfer // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2007. Vol. 41. Iss. 5. Pp. 556–564.

6. Kuzmina L.I., Osipov Yu.V. Particle transportation at the filter inlet // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2014. Vol. 10. Iiss.3. Pp. 17–22.

7. You Z., Bedrikovetsky P., Kuzmina L. Exact Solution for Long-Term Size Exclusion Suspension-Colloidal Transport in Porous Media // Abstract and Applied Analysis. 2013. Vol. 2013. Iss. "Mathematical and Computational Analyses of Flow and Transport Phenomena". 9 p.

8. Кузьмина Л.И., Осипов Ю. В. Расчет фильтрации с двумя механизмами захвата частиц // Строительная механика и расчет сооружений. 2017. № 1. С. 59–64.

9. L.I. Kuzmina, Yu.V. Osipov Calculation of filtration of polydisperse suspension in a porous medium // MATEC Web of Conferences. 2016. Vol. 86. №. 01005. 5 p.

10. You Z., Osipov Y., Bedrikovetsky P., Kuzmina L. Asymptotic model for deep bed filtration // Chemical Engineering Journal. 2014. Vol. 258. Pp. 374–385.

11. Kuzmina L., Osipov Yu. Asymptotic solution for deep bed filtration with small deposit // Procedia Engineering. 2015. Vol. 111. Pp. 491–494.

12. Kuzmina L.I., Osipov Yu.V. Deep Bed Filtration Asymptotics at the Filter Inlet // Procedia Engineering. 2016. Vol. 153. Pp. 366–370.

13. Kuzmina L.I., Osipov Yu.V. Asymptotic model of filtration in almost stationary mode // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2016. Vol. 12. Iss.1. Pp. 158–163.

14. Кузьмина Л.И., Осипов Ю.В. Асимптотика задачи фильтрации суспензии в пористой среде // Вестник МГСУ. 2015. № 1. С. 54–62.

15. Голубев В.И., Михайлов Д.Н. Моделирование динамики фильтрации двухчастичной суспензии через пористую среду // Труды МФТИ. 2011. Т. 3. С. 143–147.

16. Galaguz Y.P., Safina G.L. Modeling of Particle Filtration in a Porous Medium with Changing Flow Direction // Procedia Engineering. 2016. Vol. 153. Pp. 157–161.

17. Galaguz Y.P., Safina G.L. Modeling of fine migration in a porous medium // MATEC Web of Conferences. 2016. Vol. 86. №. 03003. 6 p.

18. Toro E.F. Riemann solvers and numerical methods for fluid dynamics. Springer, Dordrecht, 2009. 724 p.

19. Галагуз Ю.П. Реализация TVD-схемы численного решения задачи фильтрации // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2017. Vol. 13. Iss. 2. Pp. 93–102.

Информация об авторах

Галагуз Юрий Петрович, старший преподаватель кафедры прикладной математики.
E-mail: coneil@mail.ru
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Сафина Галина Леонидовна, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики.
E-mail: minkinag@mail.ru
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Галагуз Ю.П., Сафина Г.Л., 2017

Galaguz Yu.P., Safina G.L.

MODELING OF FILTRATION IN A HETEROGENEOUS POROUS MEDIUM

The influence of groundwater filtration on soil strength should be taken into account when designing tunnels and hydraulic structures. As the suspension flows through the porous rock, a part of the solid particles get stuck in the pores and form a deposit. The retained particles clog the pores and affect the intensity of the groundwater flow. The paper deals with a one-dimensional mathematical model for the deep bed filtration of a monodisperse suspension in a heterogeneous porous medium. It is assumed that in the retention of solid particles of the suspension by pores, a size-exclusion mechanism of particle capture plays the main role. The proposed model takes into account the change in the porosity and permeability of the porous medium during the formation of the deposit. A numerical solution of the problem is obtained by finite differences method.

Keywords: *suspension, porous medium, filtration problem, suspended and retained particles, numerical modeling.*

Information about the authors

Galaguz Yuri Petrovich, Senior lecturer.
E-mail: coneil@mail.ru@mail.ru
National Research Moscow State University of Civil Engineering.
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 46.

Safina Galina Leonidovna, PhD, Assistant professor.
E-mail: minkinag@mail.ru
National Research Moscow State University of Civil Engineering.
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 46.

Received in September 2017
© Galaguz Yu.P., Safina G.L., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ac1d05b20.16711651

Пашкова Е.Э., аспирант,
Кабулова Е.Г., канд. техн. наук, доц.
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНФЛИКТОВ

konf.sti@mail.ru

Сегодня интеллектуальные и математические методы решения задач используются достаточно активно в любой из сфер человеческой жизнедеятельности. Государственные, корпоративные, управленческие решения являются сложными по своей структуре, и часто требуют автоматизированной поддержки. Дипломатические отношения между государствами являются наиболее сложной многоуровневой системой для применения интеллектуальных и математических методов. Мировым сообществом сегодня поставлена задача поддержания мира, прилагается множество усилий по созданию систем коллективной безопасности и миротворчества, но различие взглядов и государственных интересов ставят под вопрос глобальную стабильность. Увеличение количества международных конфликтов является неутешительным фактом. Международные конфликты эволюционируют, их структура и формы приобретают новые виды, усложняются. Это является фактором нестабильности мирового масштаба, который становится сложнее решить традиционными политическими методами урегулирования. В статье выявлены и определены параметры, характеризующие международный конфликт как объект исследования, а также влияние внешних угроз на него. Выделены этапы моделирования и поддержки принятия решений в условиях международных конфликтов, разработаны общая модель международного конфликта и системная модель их ликвидации и регулирования, в виде объединенных троичных графов, охватывающая все этапы управленческих мероприятий и человеческой деятельности по ликвидации и регулированию конфликтных ситуаций.

Ключевые слова: *моделирование, прогнозирование, управление, система, международный конфликт.*

Введение. Быстрая трансформация внешней и внутренней среды в условиях международных конфликтов (далее – МК) требует построения концептуальной модели процесса возникновения и развития МК, которая позволит спрогнозировать вероятность критический точек и последствий от принимаемых решений. Для выявления условий, процесса возникновения, этапов развития, механизмов ликвидации, прогнозирования направлений развития конфликтных ситуаций необходимо разработать системную модель ликвидации и регулирования МК, с целью принятия наиболее эффективных управленческих решений.

Методология. Методологическую основу исследования составляют методы системного анализа и математического моделирования, с использованием научных выводов, полученных в политологии и конфликтологии.

Основная часть. Для исследования МК как системы стоит произвести выявление параметров, которые характеризуют непосредственно объект, влияние внешних угроз на него.

Процесс моделирования МК необходимо начать с выявления источников возникновения МК. Факторы, потенциально являющиеся источниками МК, в модели МК представим как множество величин $V^u = \{V_i{}^u\}$. Каждая величина описывается своей переменной $X_i{}^u$, выражающей ее состояние. Источниками возникновения МК могут стать такие факторы, как кризисы мировой и региональных финансово-банковских систем, усиление конкуренции в борьбе за дефицитные сырьевые, энергетические, водные и продовольственные ресурсы, отставание в развитии передовых технологических укладов, повышающие стратегические риски зависимости от изменения внешних факторов [14, 16].

Далее представим риски возникновения МК в виде множества $V^r = \{V_i{}^r\}$, элементы которого характеризуются переменными $X_i{}^r$.

Внешними рисками возникновения МК могут являться: различие национальных интересов; территориальные претензии сторон [1, 3]; социально-экономическое неравенство; вмешательство государства во внутренние дела другого государства; очаги вооруженных столкновений вблизи с государственными границами какой-либо страны; усиление военных блоков; враж-

дебные информационные, технические, психологические действия; международный терроризм [9, 12, 13].

К внутренним рискам возникновения МК следует отнести политику и вопросы власти, как внутри государства, так и относительно мирового сообщества, организованную преступность, деятельность националистических и экстремистских групп, терроризм, которые влияют на дестабилизацию обстановки внутри государства [10, 11, 15].

При анализе рисков возникновения МК стоит учитывать то, что один риск может способствовать реализации другого. К примеру, проводимая политика может являться причиной возрастания деятельности организованных преступных групп, террористических актов и т.д. [6, 7, 8].

Важной особенностью МК является возникновение множества поражающих факторов $V^p = \{V_i^p\}$ в форме разрушения экономического, экологического, социального, демографического положений, массовое психолого-информационное влияние, нарушение систем жизнеобеспечения.

Стоит отметить, что ликвидация МК характеризуется применением управляющих действий, которые представим в виде множества величин $\{V_i^d\}$. Величины V^d являются элементами воздействия связи S_{ij} между величинами.

Разработка модели МК $K = \{V^u, V^r, V^p, V^d\}$ предполагает рассмотрение системы величин, где формирование величин $\{V^u, V^r, V^p\}^1$ производится лицом, принимающим решения на основе собственных знаний, далее, полагаясь на экспертные заключения, определяются величины $\{V^u, V^r, V^p\}^0$.

На рисунке 1 представлены этапы моделирования и поддержки принятия решений в условиях международных конфликтов.

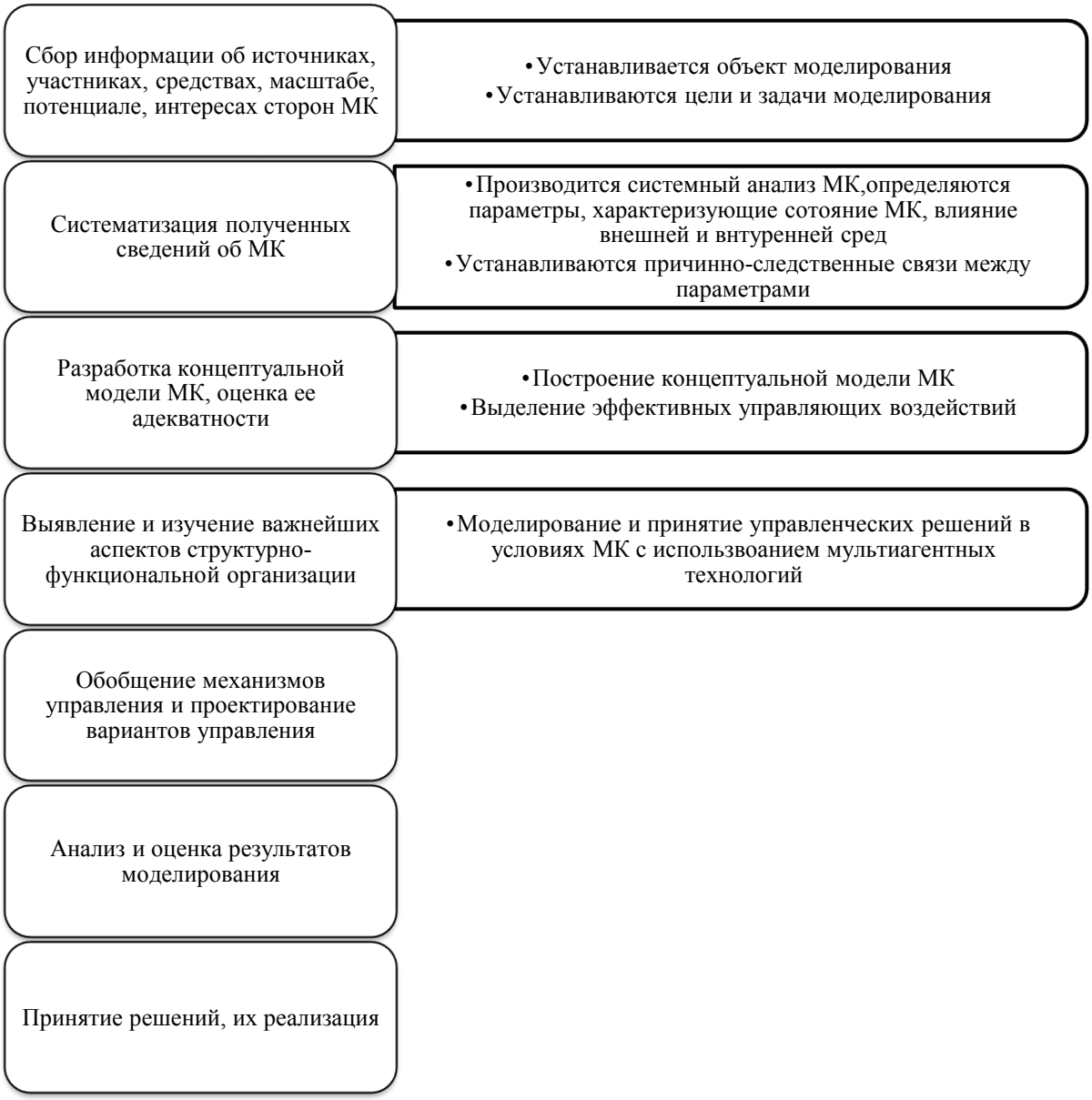


Рис. 1. Этапы моделирования и поддержки принятия решений в условиях МК

Для проведения системного анализа механизма управления МК построим системную модель МК, которая позволит выявить условия, процесс возникновения, этапы развития, механизмы ликвидации МК, а также спрогнозировать направление развития конфликтной ситуации для принятия наиболее эффективных управленческих решений [2, 4, 5].

На рисунке 2 графически представим модель в виде взаимосвязанных подсистем – ориентированных троичных графов, где вершины отражают множество объектов, а ребра представляют взаимосвязь объектов. Троичные графы строились соответственно следующим условиям: вершины и ребра связаны определенными отношениями, зависят и отображаются друг на друга.

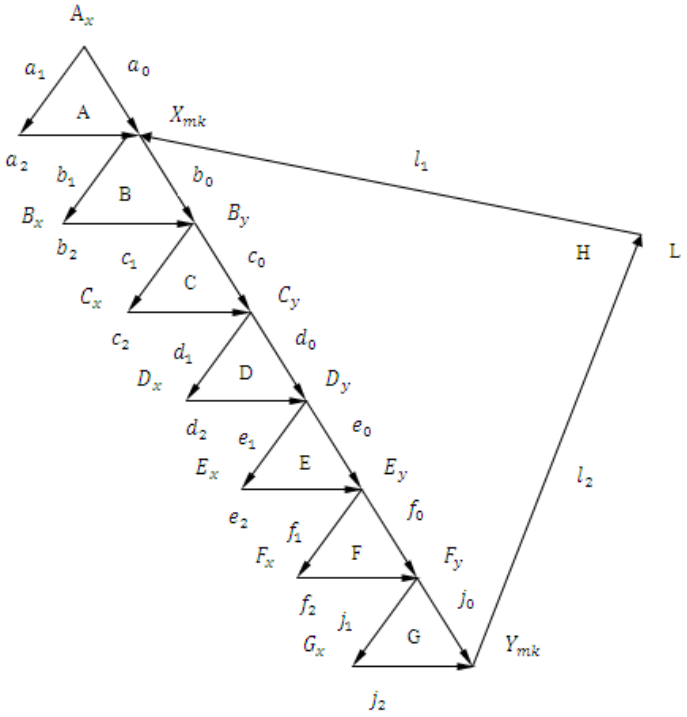


Рис. 2. Механизм ликвидации и регулирования МК

Троичный граф А представляет множество потребностей A_x, связанные с ликвидацией множества конфликтов X_{mk}, при этом A_y отображает варианты методов ликвидации X_{mk}:

$a_0: A_x \longrightarrow X_{mk}$
$a_1: A_x \longrightarrow A_y$
$a_2: A_y \longrightarrow X_{mk}$

В вершине троичного графа В находится X_{mk}, B_y образует множество целей по ликвидации МК, B_x – задачи, которые необходимо решить для достижения целей:

$b_0: X_{mk} \longrightarrow B_y$
$b_1: X_{mk} \longrightarrow B_x$
$b_2: B_x \longrightarrow B_y$

Стоит отметить, что троичные графы А и В формируется на основании экспертных знаний

Троичный граф С преобразует множество целей по ликвидации МК B_y во множество функций C_y, выполнение которых послужит средством достижения целей. Для точного установления B_y необходимо отразить множество задач C_x, описывающих подцели. C_y характеризуется выполнением следующих действий: составление плана и прогноза, этапы управленческих воздействий, принятие решений, диагностические механизмы, анализ текущего состояния анализируемого объекта и т.д.

$c_0: B_y \longrightarrow C_y$
$c_1: B_y \longrightarrow C_x$
$c_2: C_x \longrightarrow C_y$

Троичный граф D отражает важность разработки некоторых подразделений и агентов для реализации C_y, что осуществляется через формирование множества структур D_x, представляющих механизмы, позволяющие выполнять определенные функции в ракурсе соответствующего показателя. Стоит подчеркнуть, что функции могут выполняться в автоматическом, автоматизированном, механическом режимах.

$d_0: C_y \longrightarrow D_y$
$d_1: C_y \longrightarrow D_x$
$d_2: D_x \longrightarrow D_y$

Троичный граф Е описывает подразделения и агенты для реализации множества функций через организационные структуры E_y, которые будут описаны как E_x варианты составляющих их

элементов. E_xотображает кадровый состав, техническое и технологическое оснащение и т.д.

$e_0: D_y \longrightarrow E_y$

$e_1: D_y \longrightarrow E_x$

$e_2: E_x \longrightarrow E_y$

Троичный граф F отражает перечень работ F_y и имеющиеся технологии F_x.

$f_0: E_y \longrightarrow F_y$

$f_1: E_y \longrightarrow F_x$

$f_2: F_x \longrightarrow F_y$

Согласно проделанным работам строится троичный граф G, где множество Y_{mk} описывает новые возможные направления развития МК. G_x отражает расходуемые располагаемые ресурсы и определяется возможностью перехода МК в неконфликтное состояние или уменьшением угрозы зарождения МК. Таким образом, осуществляется управленческое воздействие на источник МК и механизм перехода МК в другое положение.

$j_0: F_y \longrightarrow Y_{mk}$

$j_1: F_y \longrightarrow G_x$

$j_2: G_x \longrightarrow Y_{mk}$

Троичный граф H характеризует множество возможных направлений развития МК Y_{mk} путем введения множества L характеристик нового состояния, при помощи которых можно оценить эффективность управленческой работы по ликвидации и регулированию МК.

Представленная системная модель в виде объединенных троичных графов охватывает все этапы управленческих мероприятий и человеческой деятельности по ликвидации и регулированию МК, а также позволяет произвести системный анализ и оценку эффективности применяемых управленческих воздействий.

Выводы. В ходе проведения исследований выявлены и определены параметры, характеризующие МК как объект исследования и влияние внешних угроз на него. Определены этапы моделирования и поддержки принятия решений в условиях МК. Разработана общая модель международного конфликта, представленная в виде системы величин. Сформирована системная модель ликвидации и регулирования МК, в виде объединенных троичных графов, охватывающая все этапы управленческих мероприятий и человеческой деятельности по ликвидации и регулированию МК, а также позволяет произвести системный анализ и оценку эффективности применяемых управленческих воздействий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барановский Е.Г., Владиславлева Н.Н. Методы анализа международных конфликтов. М.: Научная книга, 2002. 240 с.

2. Бестужев-Лада И.В. Рабочая книга по прогнозированию. Изд-во: М: Мысль, 1982. 430 с.

3. Гермейер Ю.Б. Игры с непротивоположными интересами. Наука, 1976. 328 с.

4. Саати Т.Л., Кернс К.К. Аналитическое планирование: организация систем. М.: Радио и связь, 1991. 224 с.

5. Саати Т.Л. Принятие решений: метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 277 с.

6. Светлов В. А. Введение в единую теорию анализа и разрешения конфликтов. М.: Либроком, 2009. 304 с.

7. Лефевр В.А. Лекции по теории рефлексивных игр. М.: Когито Центр, 2009. 218 с.

8. Новиков Д.А., Чхартишвили А. Г. Рефлексивные игры. М.: СИНТЕГ, 2003. 160 с.;

9. Bloomfield L. P., Moulton A.Managing International Conflict: From Theory to Policy: A Teaching Tool Using Cascon. New York: St. Martin's Press, 1997. 230 p.

10.Lincoln P. Bloomfield and Allen Moulton Managing International Conflict: From Theory to Policy. New York: St. Martin's Press, 1997. 85 p.

11.Neisser U. Cognitive Psychology. N.Y, 1967. P. 89.

12.Абаев Л.Ч. Об актуальных подходах к моделированию международных отношений // Проблемы национальной стратегии. 2011. № 2. С. 31–48.

13. Бабинцев В.С. Методика слежения за развитием международных конфликтов и прогнозирование их развития // Моделирование процессов мирового развития и сотрудничества. Москва. 1991. С. 87.

14. Минаев В.А. Информационно – аналитические системы обеспечения безопасности: проблемы и решения // Системы безопасности связи и телекоммуникаций. 2001. № 42(6). С.20.

15. Акимкин Е.М., Котов Н.М. Экспертные системы оценки конфликтных ситуаций: проблемы создания / Конфликтология в трансформирующемся Российском обществе: теория и практика // Тезисы и материалы всероссийской конференции, М.: Издательство Института социологии РАН, 1998. С. 60-65.

16.Axelrod R.M. Psycho-Algebra: A mathematical Theory of cognition and Choice with an Application to the British Eastern Commitee in 1918 // Peace Research Society, Papers XVIII, The London Conference, 1971. P. 113–131.

Информация об авторах
Пашкова Екатерина Эдуардовна, аспирант кафедры экономики, управления и организации производства.
E-mail: konf.sti@mail.ru
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»
Россия, 309516, г. Старый Оскол, Белгородской области, микрорайон им. Макаренко, 42.

Кабулова Евгения Георгиевна, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой математики и информатики.
E-mail: us-sti@mail.ru
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»
Россия, 309516, г. Старый Оскол, Белгородской области, микрорайон им. Макаренко, 42.

Поступила в октябре 2017 г.
© Пашкова Е.Э., Кабулова Е.Г., 2017

Pashkova E.E., Kabulova E.G.

MODELLING AND DECISION SUPPORT IN THE CONTEXT OF INTERNATIONAL CONFLICTS

Today, intellectual and mathematical methods of solving problems are quite active in any sphere of human life. State, corporate, management decisions are complex in their structure, and often require automated support. Diplomatic relations between states are the most complex multi-level system for applying intellectual and mathematical methods. The world community today is tasked with maintaining peace, making many efforts to create systems of collective security and peacekeeping, but the difference in views and state interests calls into question global stability. The increase in the number of international conflicts is a disappointing fact. International conflicts evolve, their structure and forms acquire new species, become more complex. This does not affect the global scale, which becomes more difficult to solve traditional political decisions. The article identifies and resolves the parameters characterizing the international conflict as an object of research, as well as the impact of external threats on it. Stages of modeling and support of decision-making in the context of international conflicts, a limited general system of international control and system policy, in the form of integrated ternary graphs, covering all stages of management activities and activities for the elimination and regulation of conflict situations, are singled out.

Keywords: *modeling, forecasting, management, system, international conflict.*

Information about the authors
Pashkova Ekaterina Eduardovna, Postgraduate student.
E-mail: konf.sti@mail.ru
Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS»
Russia, 309516, Stary Oskol, Belgorod obl., mn. Makarenko, 42

Kabulova Evgenia Georgievna, Ph.D., Assistant professor,
E-mail: us-sti@mail.ru
Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS»
Russia, 309516, Stary Oskol, Belgorod obl., mn. Makarenko, 42

Received in October 2017
© Pashkova E.E., Kabulova E.G., 2017

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

DOI: 10.12737/article_5a001ac2ad3930.87418103

Трунова Е.В., канд, техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

УПРАВЛЕНИЕ РАСЧЕТАМИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ: АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

trunova_ev@mail.ru

Несколько кризисных лет сделали платежеспособность наиболее критичной характеристикой финансового состояния для многих российских предприятий. Это приводит к необходимости рассматривать расчеты с контрагентами как приоритетный объект финансового менеджмента. На основе статистических данных охарактеризована динамика платежеспособности российских организаций. Систематизирован круг финансовых показателей, которые могут использоваться в анализе платежеспособности. Сделан вывод о целесообразности комплексной оценки. Авторская декомпозиция задачи поддержания платежеспособности дополнена практическими рекомендациями по управлению расчетами с дебиторами и кредиторами, которые сформулированы с учетом положительного опыта компании – производителя строительных материалов.

Ключевые слова: *управление, расчеты с дебиторами и кредиторами, платежеспособность, финансовый анализ.*

Введение. Когда рынок растет или стабилен, производители стремятся к росту продаж за счет увеличения числа клиентов и стоимости договоров. Для финансирования инвестиций в развитие бизнеса активно привлекается заемный капитал. В системе финансовых KPI приоритет отдается показателям выручки, прибыли от продаж, рентабельности продаж, операционного денежного потока. На управлении расчетами с дебиторами и кредиторами внимание не акцентируется. По сути, оно считается вспомогательным бизнес-процессом, реализуемым специалистами финансовой службы. Напротив, в антикризисном управлении финансами задача оптимизации денежного оборота и поддержания платежеспособности выходит на первый план.

Несколько лет экономического кризиса стали причиной спада деловой активности и замораживания инвестиционных программ в реальном секторе экономики [1]. Финансовое состояние и перспективы развития российских предприятий характеризуются, по меньшей мере, неустойчивостью и неопределенностью [2–4]. Горизонт принятия большинства решений ограничивается годом, т.е. является краткосрочным. Управление бизнесом нацелено на поиск экономически и организационно эффективных решений в сфере операционной деятельности с учетом реальной ситуации в регионе присутствия.

В частности, в промышленности строительных материалов необходимость изменений вызвана действием следующих факторов внешней среды:

- появление новых технологий строительства при отсутствии заметного прогресса в освоении новых технологий производства отечественными предприятиями ПСМ;
- борьба за потребителя в связи с высокой региональной конкуренцией в отрасли и кризисным падением деловой активности в строительной отрасли;
- изменение нормативных требований ГОСТ и СНиП в отношении качества готовой продукции и его контроля;
- ограничения по привлечению кредитов для нужд операционной и инвестиционной деятельности, обусловленные как высокой ценой заемного капитала, так и финансовой неустойчивостью предприятий;
- рост издержек производства в связи с повышением тарифов на услуги и продукцию естественных монополий (электроэнергия, ГСМ, тарифы на железнодорожные перевозки), в связи с изменениями в трудовом и налоговом законодательстве (повышение МРОТ, налога на имущество, землю и т.п.), в связи с необходимостью покупки запасных частей и комплектующих у импортных поставщиков.

В сложившихся условиях главным индикатором финансового состояния, его внешним проявлением, становится платежеспособность компании. Под ней мы понимаем способность компании к полному и своевременному погашению своих финансовых обязательств, возникших в силу заключенных хозяйственных договоров и в силу закона. Сопоставление подходов наиболее

известных отечественных специалистов в области финансового анализа к определению экономической сущности платежеспособности можно найти в статьях [5, 6]. С учетом развития информационных технологий и предоставляемых в этой сфере услуг, проверка финансово-хозяйственной деятельности и оценка бизнеса потенциального контрагента уже стала стандартной и определяющей процедурой перед принятием решения о заключении хозяйственного договора. Целенаправленное управление платежеспособностью позволяет компании создать себе условия для реализации комплекса мероприятий по повышению операционной эффективности.

Статистика. Система статистического наблюдения позволяет отслеживать средний уровень платежеспособности компаний (без субъектов малого предпринимательства). В табл. 1–3 представлены данные, начиная с благополучного докризисного 2007 года по 2015–2016 год.

Таблица 1 [7]

Динамика показателей платежеспособности и финансовой устойчивости российских организаций, %

	Коэффициент текущей ликвидности	Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	Коэффициент автономии
2007	130,7	-10,5	55,9
2008	129,2	-14,1	50,5
2009	129,4	-18,8	51,6
2010	134,3	-14,1	52,4
2011	136,2	-17,8	50,8
2012	128,1	-25,5	48,2
2013	125,3	-30,7	45,3
2014	121,1	-41,2	40,1
2015	126,6	-42,6	39,9

Табл. 1 показывает, что в анализируемом периоде

1) текущие активы российских компаний превышали текущие пассивы в 1,21–1,36 раза. Нормативное двукратное превышение не было достигнуто;

2) собственные оборотные средства имели отрицательное значение, т.е. не только все оборотные активы, но и часть внеоборотных активов российских компаний финансируется за счет краткосрочных обязательств. Это свидетельствует о дисбалансе между активами и пассивами по срокам существования и является фактором финансового риска;

3) прослеживается устойчивая тенденция сокращения коэффициента автономии. В 2012-2015 он был ниже нормативного 50%-го значения. Это говорит об ухудшении структуры капитала, наращивании долгов и, следовательно, о возрастающих рисках утраты платежеспособности и финансовой устойчивости.

Таблица 2 [7]

Динамика кредиторской и дебиторской задолженности российских организаций, млрд. руб.

	Кредиторская задолженность	из нее просроченная	из общего объема кредиторской задолженности		Дебиторская задолженность	из нее просроченная	из общего объема дебиторской задолженности	
			задолженность поставщикам и подрядчикам	из нее просроченная			задолженность покупателей и заказчиков	из нее просроченная
2007	10653	833	5500	554	11061	887	5807	627
2008	13353	994	7131	716	13783	1051	6966	797
2009	14882	958	7432	681	15442	1011	7505	756
2010	17683	1006	8791	721	18004	1048	8589	805
2011	20954	1208	10667	884	21797	1167	10121	925
2012	23632	1188	12511	911	22867	1225	11824	946
2013	27532	1470	14974	1157	26264	1483	13420	1199
2014	33174	1881	16745	1451	31014	2016	16074	1635
2015	38925	2429	18045	1621	35736	2276	17259	1731
2016	42280	2656	19857	1969	37053	2241	18388	1544

Динамика кредиторской задолженности российских компаний (табл. 2) характеризуется следующим:

1) в 2007–2016 гг. кредиторская задолженность растет со средним темпом прироста 16,6 % в год, что на 2 % превышает средний темп прироста дебиторской задолженности. Максимальный цепной темп прироста (25 %) наблюдался в 2008 году. Темп прироста кредиторской задолженности в 2016 году составил 8,6 %;

2) просроченная кредиторская задолженность тоже показывает явную тенденцию к росту со средним темпом прироста 13,8 %. Отметим, что 2014–2015 гг. прирост просроченной задолженности был гораздо более значительным и составил соответственно 27,9 % и 29,1 %. Это свидетельствует о накопительном эффекте проблем с платежеспособностью компаний в кризисный период;

3) доля просроченной кредиторской задолженности меняется год от года. В анализируемом периоде колебаний составляет от 5 % до 7,8 %. Значение показателя в 2016 году – 6,3 %;

4) в общей сумме кредиторской задолженности задолженность поставщикам и подрядчикам составляет около 50 % (колебание по годам в диапазоне от 46 % до 54 %). Доля просроченной задолженности поставщикам и подрядчикам не характеризуется постоянством (колебание по годам в диапазоне от 7,3 % до 10,1 %). В 2016 году было просрочено 10 % задолженности поставщикам и подрядчикам. На сайте Росстата не представлены данные, позволяющие проанализировать структуру второй половины кредиторской задолженности российских организаций. Известно, что доля задолженности по платежам в бюджет и внебюджетные фонды в совокупности не превышает 5–6 %. Можно предположить, что заметную долю кредиторской задолженности составляют авансы, полученные от покупателей и заказчиков в счет предстоящих поставок.

Анализ *динамики дебиторской задолженности* российских компаний (табл. 2) позволяет сделать следующие выводы:

1) в 2007–2016 гг. наблюдается ежегодный прирост дебиторской задолженности со средним темпом прироста 14,4 % в год;

2) просроченная задолженность тоже растет, но менее интенсивно. Среднегодовой темп ее прироста составил 10,5 %. Максимальный прирост просроченной дебиторской задолженности (36%) произошел в 2014 году;

3) доля просроченной задолженности по годам колеблется в диапазоне от 5,4 % до 8 %. Значение показателя в 2016 году составило 6 %;

4) в общей сумме дебиторской задолженности задолженность покупателей и заказчиков составляет около 50 % (колебание по годам в диапазоне от 46 % до 52 %). При этом около 10 % задолженности покупателей и заказчиков является просроченной (колебание по годам в диапазоне 8,0–11,4 %). Можно предположить, что в оставшейся части дебиторской задолженности заметная доля принадлежит авансам, выданных поставщикам и подрядчикам в счет предстоящих поставок товаров, работ, услуг.

Показатели платежеспособности

Существует два подхода к оценке платежеспособности компаний реального сектора экономики. Первый предполагает расчет коэффициентов ликвидности. Второй основан на анализе движения денежных потоков.

I.*Коэффициенты ликвидности*, требующие предварительной группировки активов по степени ликвидности и обязательств по срочности погашения. Широко известны коэффициенты абсолютной, промежуточной и текущей ликвидности. Методика оценки платежеспособности на основе сопоставления соответствующих групп активов и обязательств детально описана в статье О.Б. Бендерской и А.И. Анисимова [5]. Указанные авторы предлагают не только сравнивать соответствующие группы активов и обязательств в абсолютном выражении (как это делается при анализе ликвидности баланса для выявления платежного излишка или недостатка), но и рассчитывать их соотношения:

1) коэффициент покрытия наиболее срочных обязательств – отношение наиболее ликвидных активов (А1) к наиболее срочным обязательствам (П1);

2) коэффициент покрытия краткосрочных обязательств – отношение быстрореализуемых активов (А2) к краткосрочным обязательствам (П2);

3) коэффициент покрытия долгосрочных обязательств – отношение медленно реализуемых активов (А3) к долгосрочным обязательствам (П3).

Значение каждого из показателей большее либо равное 1 говорит о сбалансированности активов и обязательств компании, о потенциальной способности полностью и в срок погашать разные группы обязательств.

С нашей точки зрения, невыполнение общепринятых значений коэффициентов абсолютной, промежуточной и текущей ликвидности не всегда говорит о проблемах с платежеспособностью. Нормативное значение коэффициента текущей ликвидности, равное 2, выполняется далеко не всеми компаниями, что подтверждается статистическими данными (табл. 1). Финансирование

оборотных активов (в том числе запасов как наименее ликвидной их части) за счет краткосрочных обязательств является общепринятой практикой, поскольку доступ к «длинным» заемным средствам ограничен высокими процентными ставками и инвестиционным характером долгосрочного кредитования, а собственного капитала не хватает. Более обоснованные выводы об уровне платежеспособности можно делать, если предварительно рассчитаны достаточные (допустимые) для конкретной компании значения чистого оборотного капитала (собственных оборотных средств) и коэффициентов ликвидности.

II. *Движение денежных потоков*. Как ни парадоксально, информация о движении денежных средств организации [8–10] используется для анализа платежеспособности гораздо реже, чем коэффициенты ликвидности. По нашему мнению, это большой пробел традиционных методик. С позиции финансиста-практика, управление платежеспособностью сводится к регулированию притоков и оттоков по текущей, инвестиционной и финансовой деятельности, к предупреждению кассовых разрывов, к ускорению оборачиваемости дебиторской задолженности. Выполнение нормативных значений коэффициентов ликвидности имеет меньшую практическую значимость. Поэтому целесообразность анализа денежных потоков в рамках целенаправленного управления платежеспособностью не вызывает сомнений.

Методики оценки платежеспособности по движению денежных потоков включают два дополняющих друг друга направления: анализ денежных потоков в абсолютном выражении и коэффициентный анализ денежных потоков [9–12]. Анализ денежных потоков в абсолютном выражении включает анализ состава, структуры и динамики поступлений и расходований денежных средств, а также чистого денежного потока (ЧДП) в разрезе трех видов деятельности. По нашему мнению, коэффициентный анализ применяется на практике гораздо реже. Попытка обобщения состава коэффициентов денежных потоков на основе изучения публикаций отечественных авторов привела нас к заключению о существенной вариативности как названий показателей, так и порядка их расчета. Ниже охарактеризованы наиболее распространенные.

1) Коэффициент платежеспособности за период – отношение совокупного денежного притока к совокупному денежному оттоку. Этот показатель также называют коэффициентом ликвидности денежного потока. Очевидно, что при положительном значении чистого денежного потока (ЧДП) данный показатель больше 1 и чем выше его значение, тем лучше. В другом варианте формулы этого коэффициента в числитель добавляется остаток денежных средств на начало периода.

2) Коэффициент достаточности ЧДП – отношение ЧДП к сумме финансовых потребностей организации в текущем периоде. Финансовые потребности складываются из

а) долго- и краткосрочного заемного капитала, начисленного к уплате в анализируемом периоде (основной долг плюс проценты);

б) дивидендов, начисленных к уплате в анализируемом периоде;

в) прироста остатков материальных запасов, требующего оплаты.

Логика данного показателя не вполне очевидна. С одной стороны, перечисленные направления расходов уже учтены при расчете чистого денежного потока, если они были не только начислены, но и оплачены в анализируемом периоде. С другой стороны, финансовые потребности организации гораздо шире, чем указанные направления расходования денежных средств (выплата заработной платы, оплата работ и услуг сторонних организаций, приобретение внеоборотных активов, финансовые вложения, уплата налогов и т.п.).

3) Коэффициент инвестирования (или реинвестирования) ЧДП – отношение ЧДП после уплаты дивидендов к оттоку, связанному с инвестициями во внеоборотные активы. В другой трактовке коэффициент характеризует долю денежного оттока, направленного на реальные и финансовые инвестиции, в величине ЧДП по текущей деятельности за период.

4) Коэффициент эффективности денежных потоков – соотношение ЧДП и совокупного оттока средств за период.

5) Рентабельность притока (оттока) денежных средств – отношение ЧДП к суммарному притоку (оттоку) денежных средств. Рассчитанный таким образом показатель при отрицательном значении ЧДП в статье [11, с. 4] назван дефицитностью притока (оттока) денежных средств.

В другой трактовке рентабельность ЧДП рассчитывается как соотношение чистой прибыли и совокупного ЧДП. Тогда рентабельность ЧДП по текущей деятельности рассчитывается на основе прибыли от продаж.

Наиболее обширный перечень коэффициентов денежного потока, в котором обобщены не только разные показатели, но и разные трактовки показателей с одинаковыми названиями, представлен в статье Н.А. Алексеевой [12].

Рассмотренные подходы к оценке платежеспособности являются не взаимоисключающими, а дополняющими друг друга. С нашей точки зрения, целесообразно добавить к ним третье направление анализа – *анализ дебиторской и кредиторской задолженности* [13–15]. Здесь необходимо анализировать структуру и динамику задолженностей по срокам погашения и в разрезе «нормальная-просроченная», соотношение дебиторской и кредиторской задолженности, коэффициенты оборачиваемости и средние сроки погашения дебиторской и кредиторской задолженностей, продолжительность операционного и финансового циклов.

Каждое из трех аналитических направлений – анализ ликвидности, движения денежных потоков, дебиторской и кредиторской задолженности – дает оценку платежеспособности на разных временных горизонтах, с учетом разных платежных потребностей, принимает или не принимает во внимание сроки трансформации активов в деньги в ходе кругооборота капитала. Мы полностью согласны с позицией О.Б. Бендерской и А.И. Анисимова [5, с. 73], что расчет совокупности показателей необходимо дополнять комплексной оценкой платежеспособности одним из специальных методов (указанные авторы предлагают использовать метод оценки уровня).

Регулирование платежеспособности.

Практическое решение задачи управления платежеспособностью может быть структурировано следующим образом (табл. 3).

Таблица 3

Декомпозиция задачи поддержания платежеспособности

Обеспечивать ликвидность активов	Поддерживать целевой остаток высоколиквидных активов
	Продавать/сдавать в аренду нефункционирующие активы
	Избавляться от неликвидов
Управлять дебиторской и кредиторской задолженностью	Разработать политику отношений с покупателями, предусматривающую оценку уровня кредитного риска [16, 17]
	Использовать возможности рефинансирования дебиторской задолженности
	Поддерживать долгосрочные партнерские отношения со стратегически значимыми поставщиками и подрядчиками
	Своевременно погашать финансовые обязательства перед поставщиками и подрядчиками, поддерживая положительную деловую репутацию
Управлять движением денежных потоков	Формировать бюджет движения денежных средств и платежный календарь
	Синхронизировать сроки поступлений и уплаты денежных средств

Следствием ряда кризисных лет стала реальная или потенциальная нестабильность финансового положения большинства контрагентов. Динамика экономического развития продолжает оставаться очень неопределенной. В этих условиях ни один поставщик не обладает полной уверенностью, что через 1–2 месяца (типичный срок предоставления отсрочки/рассрочки платежа по хозяйственным договорам) его ключевые потребители сохранят платежеспособность. Ниже сформулированы принципы управления платежеспособностью, основанные на успешном опыте реально действующего предприятия – производителя строительных материалов.

1. *Исключение посредников из схем продаж продукции и закупки ресурсов*. В процессе сбыта сеть посредников рождает неуправляемую дебиторскую задолженность. Чтобы заплатить поставщику, посредник должен получить деньги от конечного потребителя. При этом условия оплаты по договору, который посредник заключает со своим покупателем, могут существенно отличаться от кредитной политики производителя. Чем длиннее цепь посредников, тем выше риск задержки платежа. Чтобы не кредитовать посредника и не рисковать, нужно работать с потребителем напрямую.

Этот же тезис справедлив для закупок. Необходимо осуществлять прямые поставки товарно-материальных ценностей (ТМЦ), запасных частей и принадлежностей (ЗиП) от производителей по результатам открытого тендера, в том числе на электронной торговой площадке B2B, а также заключать прямые договоры с естественными монополиями. В отдельных случаях отношения с естественными монополиями могут предусматривать предоставление предприятиям скидок в рамках специальных программ. Например, в газопрофицитных регионах ПАО «Газпром» предоставляет потребителям скидку на газ при гарантии выборки определенного объема.

2. *Проведение консервативной кредитной политики*, подразумевающей 100%-ную предо-

плату за отгруженную продукцию. Это единственный способ обезопасить себя от неплатежей. Как правило, действует следующая схема расчетов с крупными и/или постоянными потребителями. Контракт разбивается на месячные спецификации. Потребитель перечисляет на счет производителя месячный или квартальный депозит, чем обеспечивает себе гарантию заморозки цены на готовую продукцию (или даже скидки). Отгрузка продукции осуществляется согласованными объемами в пределах суммы депозита.

Такая схема особенно актуальна в период межсезонья. Общеизвестно, что спрос на продукцию промышленности строительных материалов сильно подвержен сезонным колебаниям. В период спада деловой активности проводятся плановые ремонтно-профилактические работы, а выпуск продукции осуществляется для создания складских запасов в ожидании сезона высоких продаж. Снижение спроса неизбежно приводит к сокращению денежного притока по текущей деятельности, в то время как денежные оттоки, связанные с производством и ремонтами, остаются значительными. Схема расчетов, предусматривающая депонирование средств потребителей в счет предстоящих поставок, позволяет производителю поддерживать свою платежеспособность.

Чтобы не потерять потребителей, выдвигая жесткие условия по оплате продукции, компания должна максимально удовлетворять потребности своих клиентов и выстраивать долгосрочные партнерские отношения. Нормой взаимоотношений с потребителями должны быть следующие правила:

- стабильно высокое качество продукции,
- своевременность и гибкость поставок продукции,
- гибкая ценовая политика,
- техническая поддержка потребителя в режиме онлайн.

3. *Оптимизация материальных запасов*. В современных условиях иметь запас ТМЦ на все случаи жизни и огромные резервы неликвидов – это непозволительная роскошь. Инвентаризация складских остатков и осмотр территории предприятия, как правило, позволяют выявить неликвидные и неиспользуемые ТМЦ (металлолом, ТМЦ, не востребованные в производственной деятельности, б/у запчасти). Их продажа обеспечивает дополнительный денежный приток и повышает ликвидность активов компании.

Сократить операционный денежный отток позволяет поиск альтернативных решений по обеспечению потребностей в материальных ресурсах (альтернативные энергоносители, использование бывших в употреблении и восстановленных ЗиП).

При создании запасов ТМЦ целесообразно выстраивать работу с поставщиками следующим образом:

1) Месячный запас ТМЦ и ЗиП для нужд предприятия должен быть максимально аккумулирован на собственных складах;

2) Квартальный запас ТМЦ и ЗиП для нужд предприятия должен быть максимально аккумулирован на складах поставщиков в суточной доступности по времени доставки на предприятие. Опыт показывает, что заключение долгосрочного (сроком на 1–3 года) контракта с поставщиком и регулярное погашение кредиторской задолженности позволяет резервировать ТМЦ и ЗиП на складе поставщика без оплаты, получить гарантию заморозки цены и даже скидку в среднесрочном периоде.

4. *Максимальное, но разумное использование средств поставщиков*. Речь идет о заключении контрактов на условиях оплаты после поставки ТМЦ (без авансовых платежей) с рассрочкой в течение месяца. Поставщики соглашаются на такие невыгодные для себя условия оплаты при заключении длительных контрактов с постоянными партнерами. Достаточно планово в течение среднесрочного периода осуществлять заказ ресурсов и регулярно платить по условиям договора после осуществления поставок. Предсказуемость и надежность формируют хорошую деловую репутацию. Многие поставщики готовы предоставлять рассрочки и скидки, ориентируясь не на объем поставки, а на планирование заказов потребителем и сохранение финансовой дисциплины по платежам.

Практика подтверждает жизнеспособность следующей тактики расчетов с поставщиками ТМЦ. В промышленности строительных материалов I и II кварталы года – это подготовка и старт сезона продаж. В это время оплата долгов перед поставщиками производится регулярно и в срок, но не 100 %, а на 75–80 % (если, конечно, это не вызывает ответной реакции поставщика в форме предсудебной претензии или приостановки поставки ТМЦ). В III квартале денежный приток от продаж строительных материалов нарастает, что позволяет погашать обязательства по графику в полном объеме и, тем самым, поддерживать репутацию надежного партнера. В IV квартале все контрагенты начинают подводить предварительные итоги по финансовым результатам и движению денежных средств и готовиться к закрытию года. Самая пора полностью рассчитаться по имеющимся обязательствам, поскольку сезон продаж завершается, а капитал поставщиков, вовлеченный в бизнес компании, трансформировался в дополнительную прибыль от продаж

строительных материалов. Поставщики, благодарные за возврат денежных средств в IV квартале, готовы обсуждать условия сотрудничества в следующем году на выгодных для компании условиях.

Следует уточнить, что описанная схема расчетов невозможна с естественными монополиями. Последние не хотят рисковать, предоставляя услуги и поставляя энергоносители потребителям с разным уровнем финансовой дисциплины и платежеспособности. Стандарт монополиста – это авансовые платежи по поставкам ресурсов (услуг) потребителям и штрафные санкции в случае просрочек на стадии окончательных расчетов.

Однако значительная часть поставщиков, работающих на конкурентных рынках, готовы принять вышеописанные условия расчетов. Обеспечение стабильного денежного притока от надежных партнеров – сейчас не менее актуальная задача, чем рост прибыли. Ее решение позволяет выплачивать кредиты и лизинговые платежи, поддерживать работоспособность производственных мощностей и даже проводить их частичное обновление, удерживать и профессиональных и лояльных компании специалистов.

5. *Исключение из круга потенциальных партнеров поставщиков с сомнительной репутацией*. Если предлагаемые поставщиком цены на ресурсы кратно ниже рыночной цены, стоит оценить риски срыва поставок и получения некачественных ресурсов. Вероятны следующие причины демпинга:

- фирма распродает остатки товарных запасов на стадии банкротства;
- ТМЦ, предлагаемые в рамках акции скидок, являются аналогами низкого качества;
- фирма продает контрафактную продукцию под оригинальным сертификатом производителя;
- фирма продает восстановленные б/у запчасти и ТМЦ с истекшим сроком годности.

6. *Использование товарообменных операций в расчетах*. В промышленности строительных материалов актуален способ расчётов с поставщиками и подрядчиками продукцией предприятия при условии их невмешательства в созданную схему продаж. (Имеется в виду, что поставщик не будет конкурировать с компанией в регионе ее присутствия). Поставщики и подрядчики могут продвигать строительные материалы, полученные от производителя в счет задолженности за поставленные ресурсы или выполненные работы, как для внутреннего потребления, так и для продвижения на территории конкурентов в качестве дилера.

Вывод. Платежеспособность является первоочередным объектом финансового менеджмента в условиях стагнационных явлений в экономике. Она должна не просто рассматриваться как внешнее проявление финансовой устойчивости, но целенаправленно регулироваться посредством целого комплекса мероприятий, предупреждающих риски расчетов и корректирующих ликвидность активов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Игонина Л.Л. Оценка собственного финансового потенциала инвестиционной деятельности предприятий в российской экономике // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 1-1. С. 119–123.

2. Бухонова С.М., Веретенникова И.И., Веретенников А.И. Финансовое состояние российских организаций: проблемы и пути укрепления // Современные тенденции российской экономики и финансов. Теоретические и практические аспекты: монография / С.М. Бухонова, Ю.А. Дорошенко, Ю.И. Селиверстов и др.; под общ. ред. С.М. Бухоновой. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. С. 16–28.

3. Комаров И.К. Приоритеты развития производства и потребления строительных материалов в условиях кризиса // Современные производительные силы. 2015. № 2. С. 127–137.

4. Мельников А.Е. Состояние и проблемы развития промышленного сектора экономики региона в условиях системного кризиса // Проблемы развития территории. 2017. № 2 (88). С. 63–76.

5. Бендерская О.Б., Анисимов А.И. Новые показатели и методика комплексной оценки для анализа и управления платежеспособностью предприятий // Белгородский экономический вестник. 2013. № 4 (72). С. 63–83.

6. Дорощук А.И. Формально-логические исследования дефиниций платежеспособность и ликвидность // Экономика, предпринимательство и право. 2016. Том 6. № 2. С. 111–134.

7. Росстат. Официальный сайт. Раздел Официальная статистика, Финансы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/finance/#

8. Слабинская И.А. К вопросу о сущности информации о движении денежных средств // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 4. С. 118–122.

9. Слабинская И.А., Кравченко Л.Н. Анализ финансовой отчетности: учеб. пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. 327 с.

10.Фейдушенко В.А. Современные подходы к управлению платежеспособностью и кредитоспособностью фирмы на основе анализа денежных потоков // Вестник тихоокеанского государственного университета. 2007. № 2. С. 43–56.

11.Кокин А.С., Покровский Н.Ю. Методика анализа чистого денежного потока в условиях дефицита денежных средств // Аудит и финансовый анализ. 2010. № 3. С. 3–7.

12.Алексеева Н.А. Обоснование показателей ликвидности, платежеспособности и финансовой устойчивости организации на основе анализа денежных потоков // Перспективы науки. 2011. № 1(16). С. 98–103.

13.Бердникова Л.Ф., Одарич В.В. К вопросу об анализе эффективности использования дебиторской и кредиторской задолженности // Карельский научный журнал. 2016. Т. 5. № 4 (17). С. 56–59.

14.Полюшко Ю.Н. Некоторые аспекты анализа дебиторской и кредиторской задолженности компании // Казанский педагогический журнал. 2015. № 3 (110). С. 168–172.

15.Толкачева О.П., Макарова О.Н. Анализ и контроль дебиторской задолженности как инструмент поддержания финансовой устойчивости хозяйствующего субъекта // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. 2014. № 4(64). С. 153–156.

16.Accounts Receivable Management // MBA Knowledge Base [Электронный ресурс]. URL: https://www.mbaknol.com/business-finance/accounts-receivable-management/ (дата обращения 23.09.17)

17.Credit Policy in Receivable Management // MBA Knowledge Base [Электронный ресурс]. URL: https://www.mbaknol.com/business-finance/credit-policy-in-receivable-management/ (дата обращения 23.09.17).

Информация об авторах
Трунова Екатерина Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансового менеджмента.
E-mail: trunova_ev@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Трунова Е.В., 2017

Trunova E.V.

MANAGEMENT OF DEBTORS AND CREDITORS INDEBTEDNESS AT THE INDUSTRIAL ENTERPRISE: ANALYTICAL AND PRACTICAL ASPECTS

Several years of crisis did the solvency the most critical characteristic of the financial position of many Russian enterprises. This leads us to regard the payments to contractors as the foreground object of financial management. Based on the statistical data we described the dynamics of business solvency of the Russian organizations. A variety of financial ratios that can be used in the analysis of solvency is systematized in the article. It was made a conclusion about the expediency of the integrated assessment. We have presented author's decomposition of the task of maintaining the solvency. It is supplemented by practical recommendations on management of debts receivable and accounts payable which are formulated taking into account the positive experience of the real company – manufacturer of building materials.

Keywords: *management, debts receivable and accounts payable, solvency, financial analysis.*

Information about the authors
Trunova Ekaterina Viktorovna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: trunova_ev@mail.ru.
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Trunova E.V., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ac3991735.64278113

Сборщиков С.Б., д-р экон. наук, проф.,
Лазарева Н.В., канд. техн. наук, доц.,
Бахус Е.Е., аспирант
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ И КОНЦЕПЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ РЕСУРСООБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

tous2004@mail.ru

В рамках современных экономических концепций очень сложно верифицировать понятие затрат на обеспечение качества продукции (в т. ч. и строительной) из-за того, что так или иначе все виды деятельности, связанные с производством продукции имеют отношение к её качеству. Этот факт затрудняет отсутствие возможности точного определения понятия затрат на обеспечение качества продукции, так как нет разницы между издержками на обеспечение качества продукции и издержками других видов деятельности. В статье рассматриваются методологические подходы, с помощью которых можно измерить уровень затрат и результатов в сфере управления качеством строительной продукции, исходя из их количественных показателей.

Ключевые слова: *управление качеством, строительная продукция, ресурсообеспечение, организация строительства, затраты.*

Введение. Установление критериев качества строительной продукции, формирование государством системы законодательного регулирования, определяющей параметры качества строительной продукции, появление ассоциаций и специальных общественных профессиональных органов в сфере управления качества, усложнение строительной продукции и технологии её производства, стремление хозяйствующих субъектов к новациям и изменениям, влияющим на качество – все это стимулирует к поиску метода, с помощью которого можно измерить уровень затрат и результатов в сфере управления качеством строительной продукции, исходя из их количественных показателей [1–3].

Основная часть. На сегодняшний день из всего спектра выделяются два методологических подхода к указанной проблематике. Согласно первому подходу затраты на обеспечение качества продукции – это совокупность издержек на контроль качества, а также на выявление внутренней и внешней бракованной продукции (в международной практике – internal Failure costs & External failure costs) [4–7]. В данном аспекте применительно к строительной отрасли необходимо выделять два вида затрат:

1. Затраты, на поддержание производства строительной продукции в пределах определенного уровня качества;

2. Затраты, возникающие в результате отклонения строительного производства от определенного уровня качества.

В рамках второго подхода затраты на обеспечение качества продукции являются инструментом для определения ресурсов в стоимостном выражении, израсходованных в неверном направлении. Это определение показывает, что затраты на обеспечение качества продукции являются инструментом, с помощью которого можно определить стоимость трудовых и материально-технических ресурсов, использованных не по назначению, в результате чего была произведена некачественная продукция, т. е. не отвечающая определенным потребительским параметрам. И как следствие этого убытки из-за списания материально-технических ресурсов, используемых для создания некачественной строительной продукции или ее продажи по сниженным ценам.

Если первый подход указывает только на наличие затрат на обеспечение качества продукции, то второй подход стимулирует идентифицировать причины выпуска строительной продукции, не отвечающей определенным параметрам качества и принимать меры для их устранения.

Также необходимо отметить наличие концептуальных различий в практической деятельности за рубежом в данной сфере. Так в отличие от европейской практики контроля качества продукции, которая определяет затраты на её обеспечение как издержки, связанные с поддержанием определенных параметров качества, Американская практическая деятельность в той же сфере разделяет фактические затраты, связанные с качеством продукции, с целью определения основных их элементов и обеспечивающие её развитие [8–12]. Это требует создание системы верифика-

ции затрат на обеспечение качества строительной продукции, основанной на следующей классификации:

1) затраты на предупреждение брака (prevention costs) включают в себя затраты на обеспечение безошибочного выполнение работы. Можно указать следующие примеры подобных затрат:

1.1) затраты на подготовку кадров;

1.2) затраты на исследования возможностей строительных процессов;

1.3) затраты на обследование поставщиков материально-технических ресурсов;

2) затраты на оценку качества строительной продукции (Apprisal costs) и служат для подтверждения отсутствия дефектов у неё. К ним можно, например, отнести:

2.1) затраты на контроль и испытания;

2.2) затраты на техническое обслуживание контрольно-испытательного оборудования.

2.3) затраты на обработку данных контроля и результатов испытаний;

2.4) затраты на проверку проектной документации;

2.5) затраты на анализ расходов в составе бухгалтерской отчетности;

3) затраты, обусловленные наличием внутренней бракованной продукцией (internal failure costs), имеют место при обнаружении дефектов до передачи результатов (строительной продукции) потребителям. Примеры подобных затрат:

3.1) издержки на брак и на его исправление;

3.2) расходы, связанные с просроченными платежами;

3.3) затраты на товарно-материальные запасы, связанные с колебаниями объема СМР;

3.4) затраты на корректировку проектной документации для исправления ошибок в ней;

3.5) расходы, связанные с перепечаткой неправильно оформленной документации (исполнительной, организационно-технологической и т. д.)

3.6) затраты, вызванные использованием устаревших технологических карт и ППР.

4) затраты, обусловленные наличием внешней бракованной продукцией (External failure costs) и вызваны отказом потребителей от строительной продукции из-за несоответствия ее определенным параметрам качества. К таким затратам, например, относят:

4.1) затраты на гарантийный ремонт;

4.2) затраты на подготовку обслуживающего персонала;

4.3) затраты вследствие отказа от приёмки результатов работ или услуг;

4.4) компенсация по судебным искам, вызванным ущербом, причиненным потребителю в процессе эксплуатации строительной продукции;

4.5) стоимость обработки рекламаций.

В рамках указанного подхода за рубежом на корпоративном уровне создана система регистрации затрат на обеспечение качества продукции согласно вышеуказанной классификации (табл. 1).

Таблица 1

Примерная номенклатура затрат на обеспечение качества продукции в рамках подхода Американской ассоциации по контролю за качеством

№ п.п.	Наименование укрупненной группы затрат	Наименование элементных затрат
1	Затраты на предупреждение брака (prevention costs)	планирование качества продукции и процесса контроля за ним
1.1		
1.1.а		планирование качества в подразделении (службе) технического контроля качества продукции
1.1.б		оплата труда и затраты, связанные с выполнением и расширением работ по предупреждению брака
1.2		проектирование и развитие методов измерения качества и техники управления контроля качества продукции
1.3		планирование качества любой функции, находящейся вне управления контроля качества
1.4		обучение методам управления контроля качества продукции
1.5		другие затраты на предупреждение брака
2	Затраты на оценку качества продукции (appisal costs)	проверка материалов, поступающих в организацию
2.1		
2.2		лабораторная проверка характеристик поступающих материалов
2.3		проверка материалов в процессе производства продукции

Продолжение табл. 1

2.4		установление комплекса мер контроля и проверки качества продукции
2.5		проверка качества
2.6		утверждение параметров качества внешней стороной
2.7		уход за оборудованием, проверка и контроль, его регулирование
2.8		повторение данных контроля и проверки
2.9		практический эксперимент
2.10		оценка годности запасных частей
3	Затраты, обусловленные наличием внутренней бракованной продукции (internal failure costs)	бракованная продукция
3.1		
3.2		переработка бракованной продукции
3.3		определение причин брака
3.4		повторение контроля и проверки
3.5		проверка качества материалов и сырья, установление причин снижения качества выпускаемой продукции
4	Затраты, обусловленные наличием внешней бракованной продукции (external failure costs)	выплата компенсаций потребителям
4.1		
4.2		услуги после продажи продукции
4.3		ремонт возвращенной продукции
4.4		затраты на страхование продукции
4.5		затраты на устранение инженерных ошибок
4.6		затраты на устранение ошибок выявленных в процессе производства

Выводы. Вышеуказанная классификация затрат на обеспечение качества продукции дает возможность сравнивать затраты на предупреждение брака затраты на оценку качества продукции как входы в систему управления качеством, с затратами, обусловленные наличием внутренней и внешней бракованной продукции, так и выход из данной системы [13–15].

Применение данной классификации не означает, что ее элементы должны отражаться в каждой структуре затрат обеспечения качества строительной продукции, так как каждая подобная номенклатура должна соответствовать потребностям каждого отдельного хозяйствующего субъекта из-за наличия собственных внутренних и внешних условий. В этой связи у каждого из них должен быть свой состав затрат на обеспечение качества продукции, отражающий характер его деятельности и, связанные с ним, затраты, а также отвечающий целям и возможностям строительной организации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ермолаев Е.Е. Управление потребительной стоимостью объектов строительства // Гуманитарные и социальные науки (электронный журнал). 2013. № 3. С. 18–23.

2. Алексанин А.В., Сборщиков С.Б. Оценка экономической эффективности использования новых технологий, материалов и решений в проектах по энергосбережению // Вестник МГСУ. 2009. № 1 (Спецвыпуск). С. 164–167.

3. Жаров Я.В. Учет организационных аспектов при планировании строительного производства в энергетике // ПГС. 2013. №5. С. 69–71.

4. Журавлев П.А. К вопросу использования ресурсно-технологического моделирования при формировании инвестиционных программ // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. №7. С. 198–201.

5. Ермолаев Е.Е. Особенности определения фиксированной стоимости строительства в рамках государственных программ // Вестник университета (Государственный университет управления). 2013. № 11. С. 35–38.

6. Лазарева Н.В. Стоимостной инжиниринг как основа интеграции процессов планирования, финансирования и ценообразования в инвестиционно-строительной деятельности // Вестник МГСУ. 2015. № 11. С. 178–185.

7. Журавлев П.А. Цена строительства и этапы ее формирования // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 9 (104). С. 174–178.

8. Aleksander Srdić, Jana Šelih. Integrated quality and sustainability assessment in construction: a conceptual model // Technological and Economic Development of Economy. 2011. Vol. 17. Pp. 611–626.

9. LiJuan Chen, Hanbin Luo. A BIM-based construction quality management model and its applications // Automation in Construction. 2014. Vol. 46. Pp. 64–73.

10. Шумейко Н.М. Обоснование унифицированной формы локальной сметы на проектные работы // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 6 (53). С. 300–305.

11. Сборщиков С.Б. Логистика

регулирующих воздействий в инвестиционно-строительной сфере (теория, методология, практика): диссертация ... доктора экономических наук : 08.00.05 / Сборщиков Сергей Борисович; Российская экономическая академия. М., 2012. 305 с.

12. Алексанин А.В. Потенциал ресурсосбережения на стадиях создания и функционирования строительного объекта // Научное обозрение. 2017. № 5. С. 12–15.

13. Ляпин А.В., Ляпин В.Ю. Современный подход к организации сметной деятельности в строительстве // Научное обозрение. 2016. № 8. С. 251–255.

14. Шумейко Н.М. Разработка методических рекомендаций по применению нового шаблона ЛС-П(ШН) для определения стоимости проектных работ // Сметно-договорная работа в строительстве. 2016. № 1. С. 19–20.

15. Бахус Е.Е. К вопросу совершенствования организационно-технологических решений обеспечения качества строительства объектов ядерной энергетики // Научное обозрение. 2016. №14. С. 20–23.

Информация об авторах

Сборщиков Сергей Борисович, доктор экономических наук, профессор кафедры Технологии, организации и управления строительством.
E-mail: tous2004@mail.ru
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Россия, 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26.

Лазарева Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры Технологии, организации и управления строительством.
E-mail: tous2004@mail.ru
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Россия, 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26.

Бахус Евгений Евгеньевич, аспирант корпоративной кафедры СОАЭ.
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Россия, 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Поступила в октябре 2017 г.
© Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В., Бахус Е.Е., 2017

Sborshikov S.B., Lazareva N.V., Bahus E.E.

MAIN APPROACHES AND CONCEPTS OF FORMING THE ELEMENT BASE OF RESOURCE SUPPORT OF QUALITY MANAGEMENT OF BUILDING PRODUCTION

In the framework of modern economic concepts, it is very difficult to verify the concept of costs for quality assurance of products (including construction products) due to the fact that in one way or another all activities related to the production of products are related to its quality. This fact makes it difficult to determine the precise definition of the cost of quality assurance, since there is no difference between the costs of quality assurance and the costs of other activities. The article deals with methodological approaches, by means of which it is possible to measure the level of costs and results in the sphere of quality management of construction products, based on their quantitative indicators.

Keywords: *quality management, construction products, resource provision, construction organization, costs.*

Information about the authors

Sborshikov Sergey Borisovich, Ph.D., Professor.
E-mail: tous2004@mail.ru
Federal state budget educational institution of higher education «Moscow state university of civil engineering (national research university)".
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26.

Lazareva Natalya Valeryevna, PhD, Assistant professor.
E-mail: tous2004@mail.ru
Federal state budget educational institution of higher education «Moscow state university of civil engineering (national research university)".
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26.

Bahus Evgeniy Evgenyevich, Postgraduate student.
Federal state budget educational institution of higher education «Moscow state university of civil engineering (national research university)"
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26.

Received in October 2017

© Sborshikov S.B., Lazareva N.V., Bahus E.E., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ac4515105.03329263

Балабанова Г.Г., доц.,
Давыденко Т.А., доц.,
Кажанова Е.Ю., доц.,
Чижова Е.Н., д-р. экон. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В ОТРАСЛЯХ СТРОИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, РОЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА*

gulnara.balabanova@yandex.ru

В статье рассматривается состояние производительности труда в отраслях строительного кластера, проблемы ее роста и роль человеческого капитала в этом процессе. Определены причины снижения производительности труда в отечественном строительном комплексе. Показана взаимосвязь между темпами роста производительности труда и рядом социально-экономических показателей. Рассмотрены материально-технические факторы роста производительности труда. Сделан акцент на ведущей роли человеческого капитала в повышении производительности труда при переходе к инновационной модели экономического развития.

Ключевые слова: *строительный комплекс, строительная индустрия, промышленность строительных материалов, строительный кластер, производительность труда, факторы роста производительности, человеческий капитал.*

Введение. Проблемы производительности труда актуальны для любой отрасли. Однако факторы, от которых зависит ее повышение, могут изменяться в зависимости от действующей модели экономики. Переход общества к новой модели развития вызвал необходимость рассмотрения в качестве приоритетного фактора роста производительности труда человеческий капитал. Именно человеческий капитал, представленный информационными и интеллектуальными ресурсами и являющийся основной составляющая интеллектуальноемкой экономики, определяет лидерство страны, а не сырьевые и природные ресурсы, как это было в недалеком прошлом. Кроме того, данную модель отличает новый подход к оценке труда и его производительности. Все это привнесло новое в традиционное представление о производительности труда, факторах и резервах ее роста.

Современные исследователи несколько расширили классическое понимание производительности труда, рассматриваемой как показатель эффективности трудовой деятельности [1], определяемый количеством продукции, производимой одним работником за определенный период времени или долей выпущенной продукции, приходящихся на единицу затрат труда [2]. Они связали этот показатель не только с технико-технологической составляющей производства (уровнем развития), но и с его информационной составляющей, «степенью интеллектуализации производственных процессов, качеством занятой рабочей силы (образование, профессионализм, обучаемость и креативность)» [3]. В связи с этим представляется актуальным изучение взаимосвязи производительности труда с человеческим капиталом, качество и эффективное использование которого определяют перспективы не только отдельной отрасли, но и национальной экономики в целом [4].

Основная часть. Несмотря на все утверждения о сырьевой зависимости и ориентации национальной экономики на добычу и сбыт полезных ископаемых, их взнос в ВВП РФ постепенно снижается (за три года их доля выросла всего на 0,6 %). Весомый вклад в развитие экономики России на современном этапе вносит обрабатывающая промышленность, которая дает четверть ВВП [5] и обеспечивает работой 23 % занятых в экономике. Не менее значимую роль играет и строительный комплекс, представленный строительно-монтажным производством, промышленностью строительных материалов (включая производство строительного стекла и санитарно-технических изделий), промышленностью строительных конструкций (сборный железобетон, конструкции из металла и дерева), проектно-изыскательскими организациями. Его доля в ВВП в 2016 г. составила 6,6 % [6].

Одним из важнейших звеньев строительного кластера является промышленность строительных материалов, на ее долю в 2016 г. приходилось 3,5 % всего объема обрабатывающей промышленности [7]. Она представлена 15 подотраслями, в которых функционирует 29,2 тыс. предприятий [6]. Отрасль имеет свои особенности, к которым следует отнести:

- высокую конкурентоспособность на внутреннем рынке и низкую на мировом (объем экспорта по разным оценкам 4–6 %);

- высокую материало-, энерго- и грузоемкость. В целом затраты на сырье, электроэнергию и топливо составляю 63 % от себестоимости продукции. Так, например, при производстве цемента 24 % затрат приходится на топливо, 17 % – на электроэнергию, 22 % – на сырье, 11 % – на заработную плату, прочие материальные затраты составляют 24 %. В условиях роста тарифов на услуги естественных монополий, это приводит к удорожанию производства (динамика затрат по отрасли на 1 рубль продукции представлена в табл. 1);

- низкую степень использования производственных мощностей. Так, в 2015 г. она колебалась от 27 % (производство листов асбестоцементных волнистых) до 65 % (производство кирпича) [8]. Неиспользуемое оборудование разбиралось на запчасти;

- высокую степень износа основных фондов. Так, в 2015 г. степень их износа в строительном кластере составила 50,4 %, ежегодное их выбытие – 1,1 %, а ежегодное обновление – 2,9 %. Несмотря на превышение коэффициента обновления над коэффициентом выбытия, вводимых мощностей недостаточно для обновления изношенных фондов [6];

- величина производительности труда в 2016 г. в зависимости от производства (цемент, кирпич, асбестоцементные изделия, железобетон и т.п.) варьировалась от 1,07 до 9,21 млн. руб./чел./год. [10];

- индекс роста заработной платы и индекс роста производительности труда приблизительно равны, коэффициент опережения производительности труда с начала 2010-х гг. колеблется в пределах 1 (табл. 1). Это свидетельствует о нарушении одного из основных законов экономики - закона опережающего роста производительности труда по отношению к заработной плате. Как известно, уровень производительности труда определяет сложившийся уровень оплаты труда, а равенство этих показателей (как и превышение оплаты труда над производительностью) свидетельствует о том, что на рост оплаты труда работников отрасли была направлена часть прибыли;

- недостаточную обеспеченность квалифицированными кадрами вследствие масштабного выбытия по возрасту квалифицированных кадров и длительной «паузы» в замещении их молодыми специалистами, поскольку в ряде подотраслей отсутствуют мотивационные стимулы для привлечения молодых специалистов.

Таблица 1

Динамика экономических показателей в ПСМ за 2010 -2015 гг. (составлена и рассчитана авторами по материалам [6, 8])

Показатели	Годы						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Индекс производства, %	114,5	107,4	110,7	98,0	101,8	92,2	93,4
Выручка, млн. руб.	717783	901878	1049871	1113135	1135526	1074614	-
Среднегодовая численность работников, тыс. чел.	561	549	552	551	541	512	416
Производительность труда, млн. руб./чел./ год.	1,28	1,64	1,9	2,02	2,1	2,1	-
Индекс роста производительности труда	-	1,28	1,15	1,06	1,04	1,00	-
Затраты на 1 руб. продукции, коп.	94,6	92,2	90,8	93,7	94,1	95,4	-
Среднемесячная заработная плата, руб.:							
номинальная	18118	20518	23180	25458	27335	28051	29232
реальная	16775	19338	21774	23904	24531	24846	27734
Индекс роста заработной платы:							
номинальной	-	1,13	1,13	1,10	1,02	1,03	1,04
реальной	-	1,15	1,12	1,10	1,02	1,01	1,17
Коэффициент опережения производительности труда	-	1,11	1,01	0,96	1,02	0,99	-

Все вышеперечисленное и обуславливает низкий уровень производительности труда в отрасли.

Однако, разрабатывая мероприятия по повышению производительности труда, следует не только выявить причины снижения этого показателя, но и определить, каковы факторы его роста и резервы (неиспользованные возможности повышения объемов производства и сокращения затрат).

Остановимся на факторах роста. Под факторами понимают движущие силы, приводящие к повышению производительности труда. Однако, для того чтобы эти факторы пришли в действие, должны быть созданы соответствующие условия.

В экономической литературе приводится различная классификация факторов. Остановимся на делении факторов на внутренние и внешние.

По своему содержанию внутренние факторы делятся на три группы:

1) материально-технические, определяемые техническим уровнем производства, усовершенствованием технико-технологической составляющей, степенью использования средств производства;

2) организационные, связанные с совершенствованием организации труда, производства и управления на предприятии;

3) социальные, зависящие от качества человеческого капитала, т.е. его от квалификации, отношения к труду и т.п.

Первая группа факторов обеспечивает экономию живого и овеществленного труда, ей отдается приоритетное значение, две последние - живого.

Материально-технические факторы представлены энерговооруженностью труда и технической вооруженностью. Они определяют технический уровень любого производства.

Энерговооруженность труда – это оснащение труда всеми видами энергии (механической, тепловой, электрической). Данный показатель характеризует связь между затратами живого труда и производственным потреблением энергии, заменяющим физические усилия человека. В целом около 50 % прироста производительности труда в промышленности обеспечивается за счет роста его электровооруженности. Согласно данным, приведенные в табл. 2, рост энерговооруженности в отрасли за пять лет составил всего лишь 19,7 %.

Таблица 2

Динамика показателей технического состояния основных средств в ПСМ за 2010 -2015 гг. (составлена и рассчитана авторами по материалам [6, 8])

Показатели	Годы					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Энерговооруженность труда, тыс. кВт-ч./раб.	39,1	42,2	43,5	44,8	45,7	46,8
Степень износа, %	36,2	38,4	38,2	35,8	35,2	41,0
Коэффициент выбытия, %	0,9	0,6	0,7	0,8	0,5	0,5
Коэффициент обновления, %	14,0	14,5	18,6	19,5	13,9	7,7
Инвестиции в основной капитал, млрд. руб.	122,7	135,8	146,8	146,6	136,5	100,4
Стоимость основных фондов, млн. руб.	491714	554765	675980	829711	1016701	1007364
Показатель технической вооруженности труда, млн. руб./чел.	0,88	1,01	1,22	1,50	1,88	1,97
Объем инвестиций основной капитал, млрд. руб.	122,7	135,8	146,8	146,6	136,5	100,4

К росту энерговооруженности и сокращению потерь электроэнергии приводит совершенствование технологии, применение более современных видов энергии.

Однако следует заметить, что в первом случае имеет место не только оптимизация производства, рост энерговооруженности (различные мощности – различная энерговооруженность) и, соответственно, производительности труда, но и рост энергоемкости. Во втором случае, с одной стороны, возможен существенный рост затрат, поскольку требуется совершенствование энергохозяйства, но с другой стороны, это приведет к сокращению энергопотребления.

Второй фактор – это техническая вооруженность или величина основного капитала, приходящегося на одного рабочего.

Технический уровень производства определяется интенсивностью обновления основного капитала и характеризуется коэффициентами обновления и выбытия машин и оборудования, а также показателем технической вооруженности труда. Рост степени износа и невысокий коэффициент обновления (табл. 2) указывает на ухудшение технического состояния основных средств, несмотря на то, что коэффициент обновления в отрасли превышает коэффициент выбытия, рост машин и оборудования в отрасли за 5 лет составил 0,4 % [8]. Рост же коэффициента технической вооруженности можно объяснить ростом стоимости основных фондов и сокращением численности работников (табл. 1).

Внедрение комплексных мероприятий, включающих механизацию и автоматизацию производства на базе технологий не только пятого, но и уже шестого технологических укладов, приведет не только к экономии живого труда (что актуально в условия сокращения численности населения), но к ресурсосбережению в целом. Однако на данный момент для полного технического перевооружения отрасли требуются весомые инвестиции – 25000 млн. долл., минимальная стоимость инвестиционного проекта колеблется от 10 до 100 млн. долл. в зависимости от

особенностей производства [9]. Отечественное машиностроение вот уже более 20 лет по ряду причин не производит большую часть требуемого оборудования. Импортное оборудование плюс затраты на его монтаж фирмой-изготовителем неподъемны для многих предприятий отрасли (большей частью это мелкие и средние фирмы), а привлеченные заемные средства не покрывают потребностей отрасли. Так, в 2015 г. объем инвестиций сократился до 100,4 млрд. руб. (табл. 2). Многие инвесторы объясняют свое нежелание вкладывать средства в отрасль непрозрачностью бизнеса (кроме ряда производств отделочных материалов).

Если рассматривать строительный кластер в целом, то большая часть инвестиций в основной капитал приходится на строительно-монтажное производство. Так, в 2015 г. в него было вложено 5945,5 млрд. руб., что составило 40,8 % всех инвестиций в основной капитал за тот же период, на промышленность строительных материалов пришлось только 0,8 % [6]. С начала 2017 г. (по данным Министерства экономического развития) наблюдается положительная динамика инвестиций в основной капитал. Прирост инвестиций в 2017 - 2019 гг. составит 2,7 % в год, доля инвестиций в строительный комплекс нефинансовых организаций за счет собственных средств превысит 50 %, структура инвестиций в экономику России не изменится – на строительство объектов недвижимости придется около 21 % ежегодного объема вкладываемых средств. Как следствие, даже в 2019 г., после предполагаемого возобновления экономического роста, денег в строительной отрасли, за вычетом инфляции, будет на 10 % меньше, чем в «досанкционном» 2014 г. [11].

Анализ статистических данных [6] позволяет сделать вывод о том, что производительность труда в строительной индустрии имела отрицательную динамику, что явилось следствием ежемесячного сокращения объема строительных работ в России. По данным IndexBox, на рынках строительного кластера в 2016 г. по сравнению с предыдущим годом наблюдалось следующее:

- на 16,1 % сократились объемы жилищного строительства и объектов социального назначения (как следствие урезания бюджетных расходов);

- на 1,6 % снизились инвестиции в строительство [11];

- объемы добычи строительного сырья и производства базовых строительных материалов упали соответственно на 4,3 % и 8 %.

Однако имелись и положительные явления:

- производство отделочных материалов дало прирост на 5,3 %,

- на 3 % выросли объемы нежилого строительства, как позитивную тенденцию следует отметить и оживление в секторе индустриального строительства, что, в свою очередь, способствует созданию условий для развития других отраслей народного хозяйства.

Но, тем не менее, вопреки всем экзогенным и эндогенным факторам, развитие строительной индустрии продолжается. Появляются новые масштабные проекты (табл. 3), реализация которых повысит долю строительной отрасли в ВВП РФ, а главное, позволит улучшить качество жизни россиян, увеличить занятость и доходы населения.

Многочисленные исследования проблем экономического роста показали, что эффективность вложений в человеческий капитал несколько выше, чем в материально-вещественный или физический капитал [18–21]. Более того, нередко квалификация рабочей силы и качество физического капитала могут рассматриваться как заменители, то есть, низкое качество физического капитала может компенсироваться высокой квалификацией работников (о чем свидетельствует опыт Японии и некоторых стран Юго-Восточной Азии). В то же время высокое качество физического капитала в значительной мере обесценивается низким качеством рабочей силы.

Для современных компаний практически всех отраслей присуще то, что в условиях кризиса они не могут использовать классические формы найма и мотивации сотрудников, так как часто сталкиваются с тремя основными проблемами:

- политикой компаний, направленной на приостановление развития новых приоритетных направлений;

- высокой текучестью высококвалифицированных кадров вследствие изменения компенсационной политики компаний;

- сокращением штата и бюджетной статьи расходов на персонал головными офисами компаний при сохранении потребности в труде соответствующих специалистов.

В такой ситуации возникает необходимость привлекать специалистов временно, на других условиях найма, т. е. делать более мобильными трудовые ресурсы компании. Для предприятий строительного кластера решение подобной проблемы является особо актуальной. Выходом может стать лизинг персонала, к которому отечественные компании проявляют все больший интерес.

Таблица 3

Возможности реализации национального человеческого капитала в инвестиционных проектах строительного кластера РФ в 2017–2018 гг. (составлено авторами по материалам [12–15])

Инвестиционные проекты	Объем инвестиций	Потребность в человеческом капитале
Подготовка к чемпионату мира по футболу. Строительство и реконструкция стадионы и объектов социальной инфраструктуры в городах, где будет проходить матчи	638 млрд. руб.	- высококвалифицированные специалисты различного инженерного профиля; - рабочие строительных специальностей (стропальщики, бетонщики, арматурщики, крановщики); - дорожные рабочие; - электрики; - крановщики; - подсобные рабочие
Дорожное строительство. Строительство обводов, обычных и скоростных трасс, мостов (20 % часть бюджета придется на Москву и Подмосковье)	400 млрд. руб.	
Строительство Керченского моста	200 млрд. руб.	
Газо-нефтяная отрасль: «Северный поток 2» - ветка по дну Балтики к терминалу в Германии «Южный (Турецкий) поток» «Сила Сибири» - газопровод в Китай	9,9 млрд. евро 340 млрд. руб. 800 млрд. руб.	- высококвалифицированные специалисты различного инженерного профиля; - нефтяники, бурильщики, газовики; - рабочие строительных специальностей; - дорожные рабочие; - электрики; - подсобные рабочие
Промышленность и энергетика. Реконструкция нескольких действующих АЭС, ввод новых энергоблоков, строительство ТЭС в регионах по всей России. Порты на Ямале и в Находке. Масштабные проекты в угольной отрасли (Кузбасс, Тыва и Хабаровский край)	-	- высококвалифицированные специалисты различного инженерного профиля; - рабочие строительных специальностей; - электрики; - подсобные рабочие; - охранники; - водители
Объекты гражданского строительства. Жилищное строительство в небольших и крупных и городах страны, возведение 23 небоскребов комплекса Москва-сити, Лахта-центра в Санкт-Петербурге.	860 млрд. руб.	- высококвалифицированные специалисты строительного профиля; - рабочие строительных специальностей

В условиях перехода к инновационной экономике востребованным будет новый тип сотрудника, который помимо профессиональных качеств должен обладать особыми личностными характеристиками, например, такими, как [4]:

- высокое стремление и способность к непрерывному обучению;
- наличие таких базовых навыков, как компьютерный поиск, обработка, систематизация и анализ информации;
- способность к эффективной деловой и личностной коммуникации, как индивидуальной, так и групповой (ведение переговоров и умение работать в команде);
- умение адаптироваться к условиям постоянно изменяющейся экономической среды, для чего необходимы креативность, а также способность формулировать и решать возникающие проблемы;
- ориентация на индивидуальное развитие и самосовершенствование;
- навыки лидерства и организационной эффективности.

В связи с этим возникает проблема выбора объекта инвестиций в человеческий капитал среди таких его структурных элементов, как здоровье, интеллект, профессиональное мастерство или лояльность. Результаты проведенного нами анкетирования позволяют в общем виде представить, каковы предпочтения специалистов и руководителей относительно вложений финансовых средств в человеческий капитал (рис. 1). В опросе приняли участие сити-менеджеры (руководители муниципальных и иных территориальных образований Белгородской области), менеджеры всех уровней иерархии управления (от оперативного - до топ-менеджеров) и специалисты.

По данным опроса, приоритет здоровью и профессиональным навыкам отдали 33,6 % линейных руководители и 46,7 % тех, кто осуществляет оперативное руководство. Инвестициям в интеллект отдали предпочтение 42,1 % менеджеров высшего уровня и 48,9 % специалистов. Они же (специалисты) поставили на последнее место в качестве объекта инвестиций в человеческий потенциал – здоровье. Такая позиция вызывает недоумение, т.к. хорошее здоровье – условие

формирования указанных выше современных характеристик качества человеческого капитала. Обращает внимание достаточно низкая оценка такого объекта инвестиций в человеческий потенциал, как способность к творчеству. Никто из анкетируемых не поставил его выше 6-го, предпоследнего места. Следовательно, инновационная составляющая человеческого капитала, видимо, пока еще менее всего волнует наших руководителей, что противоречит требованиям нового уклада и является демотивирующим фактором повышения эффективности функционирования человеческого капитала и роста производительности труда.

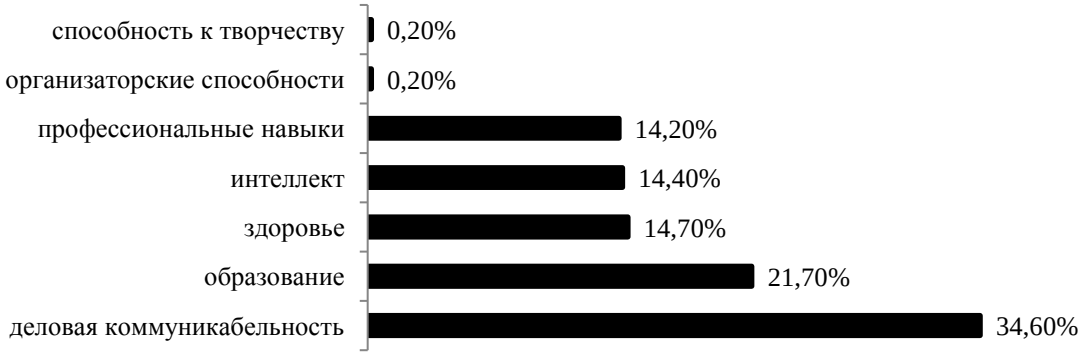


Рис. 1. Приоритеты объектов инвестиций в человеческий капитал

Заключение. Строительный кластер занимает одну из ведущих позиций в многоукладном индустриально-аграрном хозяйственном комплексе России. Поэтому состояние производительности труда в нем в результате мультипликативных эффектов влияет на результативность национальной экономики в целом. Степень успешности функционирования входящих в строительный комплекс отраслей отражается на инвестиционном потенциале страны - ее способности освоить необходимые объемы инвестиций в строительство новых предприятий и их комплексов, расширение и реконструкцию действующих предприятий, в развитие национального человеческого капитала, создание объектов и учреждений производственной и социальной инфраструктуры.

В связи с этим следует выявить ту группу факторов, которая в наибольшей степени воздействует на производительность труда, и создавать все условия для их активизации. Среди материально-технических, организационных и социальных факторов роста производительности труда в новой модели экономики на первое место выдвигается человеческий капитал. В связи с этим, для поддержания конкурентоспособной позиции на рынке XXI века, отечественному менеджменту придется найти методы распознавания, объективной оценки и эффективного использования потенциала человеческих ресурсов. Дальнейшее развитие любой производственной структуры, в том числе и такой, как строительный кластер, в условиях инновационной экономики может осуществляться только на основе мобилизации и всестороннего полного использования человеческого капитала.

Итак, приоритет финансовых и материальных ресурсов уходит в прошлое. Ключ к поддержанию доходности компании – производительность рабочей силы, человеческий капитал. Чтобы добиться высокой эффективности его использования, следует выявить мотивы и стимулы людей к высокопроизводительному труду. Если в недалеком прошлом они определялись в основном материальными потребностями, то в наше время положение стремительно меняется под воздействием трех основных факторов:

- рост благосостояния вызвал стремление к совершенствованию собственной личности;

- развитие новых производственных форм и технологий, требующих усвоения все большего количества информации, обусловило потребность в постоянном повышении образовательного уровня и накоплении новых знаний;

- владение информацией и способность генерировать новые знания становятся важным источником социального признания.

В связи с этим, не только в науке, но, главное, в практике необходимо утвердиться новому пониманию роли человека в экономике, как активу, обладающему уникальными способностями: возобновляться и саморазвиваться.

Однако при обычных условиях человек реализует не более трети своих возможностей. Это значит, что его производительность можно значительно повысить за счет эффективной мотивации, комфортных условий и обогащения содержания труда. Следовательно, чтобы стать двигателем роста производительности труда, челове-

ческий капитал должен иметь прочный фундамент в виде новых технологий, современных материалов, достаточных инвестиций, эффективных моделей управления. Все перечисленные элементы в определенной мере уже совершенствуются в рамках строительного кластера, подвергаются реинжинирингу, что вселяет надежду на успешные перспективы развития входящих в него отраслей.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экономика труда и социально-трудовые отношения. Под ред. Р.П. Колосова, Г.Г. Меликьяна. М.: «ЧеРо», 1996. 620 с.

2. Рофе А.И. Экономика труда. М: КНОРУС, 2010. 400 с.

3. Краснопевцева И.В. Управление производительностью труда на предприятиях машиностроения: Автореф. дис. д-р. экон. наук. Саратов, 2015. 46 с.

4. Давыденко Т.А., Кажанова Е.Ю. К вопросу о критериях выбора объектов инвестирования в человеческий капитал // Социально-гуманитарные знания. 2015. №8. С. 263–269.

5. Какова структура ВВП России? [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: https://investbrothers.ru/2017/01/26/kakova_struktura_vvp_rossii/ (дата обращения 15.10.2017).

6. Россия в цифрах. 2017: Крат. стат. сб./ Росстат. М., 2017. 511 с.

7. Структура ВВП России [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://newsruss.ru/doc/index.php/Структура_ВВП_России (дата обращения 14.10.2017).

8. Строительство в России. 2016: Стат. сб. / Росстат. М., 2016. 111 с. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/stroit_2016.pdf (дата обращения 14.10.2017).

9. Чижова Е.Н., Балабанова Г.Г. Производительность труда как критерий уровня развития предприятий промышленности строительных материалов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. №6. С. 172-178.

10. Всероссийская премия «Производительность труда - 2017» [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://www.up-pro.ru/imgs/specprojects/lidery-promyshlennosti/Productivity_2017.pdf (дата обращения 12.10.2017).

11. Состояние и перспективы строительной отрасли РФ в 2016 - 2017 гг. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://www.indexbox.ru/news/sostojanie-i-Perspektivy-stroitelnoj-otrasli-rf/ (дата обращения 15.10.2017).

12. Крупные стройки России в 2017 году, на которых вы сможете поработать [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL:http://news.nashbryansk.ru/2017/08/12/russia-and-world/krupnyie-stroyki-rossii-v2017/ (дата обращения 14.10.2017).

13. РБК [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://www.rbc.ru/society/06/02/2017/589879ed9a7947637141156c (дата обращения 15.10.2017).

14. Бюджет проекта Керченского моста вырос в шесть раз [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://www.km.ru/economics/2014/06/06/situatsiya-vokrug-kryma/741852-byudzhet-proekta-kerchenskogo-mosta-vyros-v-shes (дата обращения 14.10.2017).

15. «Газпром» удвоил финансирование «Турецкого потока» [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://www.vestifinance.ru/articles/91221 (дата обращения 14.10.2017).

16. Непроизводительная производительность. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://4pera.ru/news/analytics/neproizvoditelnaya_proizvoditelnost/ (дата обращения 14.10.17).

17. Стратегия-2020: Новая модель роста – новая социальная политика. Итоговый доклад о результатах экспертной работы по актуальным проблемам социально-экономической стратегии России на период до 2020 г. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://2020strategy.ru/ (дата обращения 15.10.2017).

18. Дорошенко Ю.А., Малыхина О.И., Оспищев П.И. Интеллектуальный капитал как фактор успешного формирования инновационной инфраструктуры вуза // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. №2. С. 192-195

19. Лебедева Ю.В. Инвестиции в человеческий капитал и экономический рост [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/investitsii-v-chelovecheskiy-kapital-i-ekonomicheskiy-rost (дата обращения 15.10.17).

20. Matouschek N., Robert-Nicoud F. The Role of Human Capital Investments in the Location Decision of Firms // Regional Science and Urban Economics. 2005. Vol. 35. №5. Pp. 570–583.

21. Park J. Dispersion of Human Capital and Economic Growth // Journal of Macroeconomics. 2006. Vol. 28. № 3. Pp. 520–539.

22. Рудычев А.А., Кажанова Е.Ю. Эволюция объектов управления человеческими ресурсами // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №7. С. 193–198.

Информация об авторах
Балабанова Гульнара Гусейновна, доцент кафедры теории и методологии науки.
E-mail: gulnara.balabanova@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Давыденко Татьяна Алексеевна, доцент кафедры теории и методологии науки.
E-mail: data5412@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Кажанова Елена Юрьевна, доцент кафедры теории и методологии науки.
E-mail: lenin280284grad@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Чижова Елена Николаевна, доктор экономических наук, профессор кафедры теории и методологии науки.
E-mail: chizhova_elena@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в октябре 2017 г.

© Балабанова Г.Г., Давыденко Т.А., Кажанова Е.Ю., Чижова Е.Н., 2017

Balabanova G.G., Davydenko T.A., Kazanova E.Yu., Chizhova E. N.
LABOR PRODUCTIVITY IN THE BRANCH OF THE CONSTRUCTION CLUSTER: STATUS, PROBLEMS, THE ROLE OF THE HUMAN CAPITAL

The article examines the state of labor productivity in the sectors of the construction cluster, the problems of its growth and the role of human capital in this process. The causes of labor productivity reducing in the domestic construction complex are determined. The relationship between the growth of labor productivity rates and a number of socio-economic indicators is shown. The material and technical factors of labor productivity growth are considered. Attention is focused on the leading role of human capital in increasing labor productivity under the transition to the innovative model of economic development.

***Keywords**: construction complex, construction industry, building materials industry, construction cluster, labor productivity, productivity growth factors, human capital.*

Information about the authors
Balabanova Gulnara Guseynovna, Assistant professor.
E-mail: gulnara.balabanova@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Davydenko Tatyana Alekseevna, Assistant professor.
E-mail: data5412@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Kazanova Elena Yurevna, Assistant professor.
E-mail: lenin280284grad@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Chizhova Elena Nikolaevna, Ph.D., Professor.
E-mail: chizhova_elena@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in October 2017

© Balabanova G.G., Davydenko T.A., Kazanova E.Yu., Chizhova E.N., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ac5316415.15466934

Ткаченко Ю.А., канд. экон. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВНУТРЕННИЙ КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ

tkach_y@mail.ru

В деятельности современных компаний часто возникает необходимость значительных капитальных вложений в объекты основных средств. Это первоочередная задача для поддержания постоянного уровня производства. Инвестиции в оборудование существенно влияют на финансовый результат, структуру имущества и обязательств экономических субъектов. Некомпетентное планирование производственно-инвестиционной политики влечет за собой «скачки и разрывы» денежных потоков. Несвоевременное и некачественное исполнение производственно-инвестиционных программ может стать причиной срыва производственного процесса и потери запланированных объемов продаж. Соответственно, контроль над выполнением производственно-инвестиционной программы является важной частью системы контроля затрат экономического субъекта.

Ключевые слова: *внутренний контроль, система внутреннего контроля, производство, инвестиционная программа, аналитические процедуры.*

Введение. Современный внутренний контроль далеко выходит за рамки привычного для нас определения. Как известно, он берет свое начало из бухгалтерского учета, основной задачей которого было получение данных о допущенных искажениях отчетной информации [13].

Одна из составляющих концепции современного внутреннего контроля — контроль не только бухгалтерских, финансовых, прогнозных данные в информационной системе, а практически всех объектов имущества, обязательств, хозяйственных процессов, проектов и всевозможных рисков [8, 9].

Современный внутренний контроль уже оперирует прогнозами и информацией, не подтвержденной первичными документами, а любыми другими данными [2].

Но важной отличительной особенностью системы внутреннего контроля является широкое использование аналитических процедур [3, 4].

В деятельности современных компаний часто возникает необходимость значительных капитальных вложений в объекты основных средств. Это первоочередная задача для поддержания постоянного уровня производства.

Инвестиции в оборудование существенно влияют на финансовый результат, структуру активов и пассивов экономических субъектов [7].

Некомпетентное планирование производственно-инвестиционной политики чревато образованием существенных кассовых разрывов. Несвоевременное и некачественное исполнение производственно-инвестиционных программ может стать причиной срыва производственного процесса и потери запланированных объемов продаж [1].

Соответственно, контроль над выполнением производственно-инвестиционной программы является важной частью системы контроля затрат экономического субъекта.

Методика. На этапе предварительного контроля происходит планирование производственно-инвестиционной программы на основании заявок, формируемых производственными подразделениями экономического субъекта совместно со службой снабжения [6].

В целях формирования сбалансированного бюджета движения денежных потоков, заявки контролируются в соответствии с производственной программой предприятия и прошлых лет.

На этапе текущего контроля происходит оценка своевременности приобретения объектов основных средств и соответствия инвестиций плановым значениям.

По итогам отчетного периода осуществляется заключительный контроль, в ходе которого оценивается степень выполнения производственно-инвестиционной программы, выявляются причины отклонения от запланированных значений, и оценивается их влияние на достижение заданных производственных, финансовых и экономических показателей.

Очень важно, чтобы выполнение производственно-инвестиционной программы четко соответствовало набору ключевых показателей (KPI).

Система KPI (Key Performance Indicators) пришла в практику российских компаний несколько лет назад. В настоящее время не разработано единой методики оценки ключевых показа-

телей эффективности для российских предприятий, используется комплекс зарубежных индикаторов.

KPI (Key Performance Indicators) – система количественных индикаторов, отражающих результативность работы каждого сотрудника, подразделения, отдела и т.д.

Допустим, что ключевые показатели (KPI) деятельности ОАО «Завод ЖБК-1» на планируемый период:

- увеличение прибыли предприятия;
- повышение объёма продаж;
- улучшение качества продукции
- снижение себестоимости продукции.

Одним из выделенных KPI является повышения объема продаж. Для повышения объема продаж необходимо достичь определенного объема выпуска. Повышение объема выпуска продукции достигается исполнением производственно-инвестиционной программы.

В ходе поставленных KPI было принято решение провести модернизацию технологической линии по производству фундаментных блоков.

В ОАО «Завод ЖБК-1» выпускается более 10 000 наименований высококачественных строительных материалов. Основные производственные мощности оснащены западноевропейским оборудованием.

Контроль качества на всём протяжении строительства проводит собственная производственно-испытательная лаборатория строительных материалов, которая оснащена новым оборудованием и аттестована в установленном порядке [15].

Важно отметить, что на рынке строительных материалов наблюдается стремительно растущий спрос на данный вид продукции. А потому для более глубокого проникновения на рынок, а именно, покрытия еще большей его доли, предприятию необходимо увеличить выпуск фундаментных блоков.

В связи с этим, производственно-инвестиционной программой предлагается заменить устаревшую бетоноформовочную машину HESS предыдущего поколения на бетоноформовочную машину HESS Мультимат RH 1500-3 VA.

Машина RH 1500-3 была разработана специально для высокой производительности. Применение специальной гидравлики и системы управления машины способствуют щадящему режиму работы машины, несмотря на короткое время цикла. Надежное и высокопроизводительное изготовление бетонных продуктов обеспечивается интеллигентным сочетанием электрических и гидравлических функций машины. RH 1500-3 появилась как результат многолетних разработок и объединяет практический опыт с новейшим достижением техники и убеждает постоянным качеством от фирмы HESS.

Технические особенности нового оборудования:

- Модульная конструкция, позволяющая дальнейшее дооснащение машины;
- Современная система управления;
- Гидроагрегат с компактной конструкцией и большеобъемной гидростанцией;
- Заглаживающий ролик трансферкары системы облицовочного бетона.

Прогнозный анализ, тестируемый системой внутреннего контроля, установил, что новое оборудование позволит следующее. В первую очередь, сокращения брака на 5 %. И второе, увеличение объема производства продукции в первый год эксплуатации на 10% и последующее (ежегодное) увеличение этого показателя на 3 %.

Осуществление производственно-инвестиционной программы рассчитывается на 5 лет. Причем процесс переоборудования соответствует потенциалу ОАО «Завод ЖБК-1».

Персоналу ОАО «Завод ЖБК-1» не требуется переобучение в силу высокой квалификации и работы с подобным оборудованием. ОАО «Завод ЖБК-1» не требуется дополнительное привлечение персонала в силу того, что заменяется старое оборудование и рабочих, которые были необходимы для обслуживания его, вполне достаточно для облуживания нового оборудования.

Таким образом, ОАО «Завод ЖБК-1» обладает всеми ресурсами для осуществления производственно-инвестиционной программы в запланированном объеме. К тому же ОАО «Завод ЖБК-1» будет осуществлять реализацию проекта с помощью собственного капитала в силу его наличия.

Основная часть. Оценим риски, используя аналитические процедуры системы внутреннего контроля. Риски проекта незначительные, так как данный продукт пользуется значительным спросом у потребителей, поэтому могут возникнуть риски, связанные в основном только с производством [11,12].

Необходимыми условиями определения капитальных затрат на осуществление проекта являются следующие:

- стоимость вводимого оборудования – 3 500 тыс. руб.;
- затраты на доставку – 10 % от стоимости вводимого оборудования;
- затраты на монтаж – 15 % от стоимости вводимого оборудования.

Полезное использование оборудования – 10 лет.

Используя данную информацию, сумма капитальных вложений по предварительным оценкам составляет 4 375 тыс. руб., но в данную сумму не входят затраты на прирост материально-производственных запасов, коммерческие и другие затраты, которые также можно оценить с помощью аналитических процедур системы внутреннего контроля. Отметим, что увеличение объема исходного сырья для производства фундаментных блоков обусловлено увеличением объема производства.

Определим возникшую в связи с внедрением мероприятия потребность в материальных ресурсах (табл. 1).

Таблица 1

Потребность в материальных ресурсах

Наименование материальных ресурсов	Норма расхода на 1шт.	2017 – 2027 гг.		2017 г.
		Цена за ед., руб.	Расход на ед., руб.	Общий расход, тыс. руб.
Сырье и основные материалы, в том числе:			1 094,5	15 760,8
Бетон М 200, м^3	0,32	2 800	896,2	12 905,3
Щебень, м^3	0,11	580	61,9	891,3
Песок, м^3	0,26	400	103	1 483,2
Вода, м^3	0,35	14,1	4,9	70,6
Прочие сырье и материалы	1	28,5	28,5	410,4
Топливо, электроэнергия, сжатый воздух	1,4	130	130	1 872
Итого			1 225	17 633

Прирост потребности в материальных запасах определяется на основе сложившегося в ОАО «Завод ЖБК-1» коэффициента оборачиваемости запасов, который равен 6,32. Тогда дополнительная потребность в материальных запасах, вследствие, увеличения объема выпуска продукции составит 2 790 тыс. руб. таким образом, полный объем инвестиционных затрат составит 7 165 тыс. рублей.

Для того чтобы рассчитать расходы ОАО «Завод ЖБК-1», связанные с дальнейшими производством и продажей продукции необходимо определить:

а) общепроизводственные расходы;

б) коммерческие расходы;

в) управленческие (общехозяйственные) расходы.

Перечисление виды расходов в данной производственно-инвестиционной программе, по большому счету, носят накладной характер затрат. Так как они начинают действовать уже по факту ввода в эксплуатацию нового оборудования. Однако, расчет и контроль накладных расходов позволит оценить в будущем увеличение их объема в результате увеличения выпуска фундаментных блоков. Отметим, что некоторые элементы этих расходов не зависят от объема выпуска и будут оставаться неизменными в результате исполнения производственно-инвестиционной программы (табл. 2).

Таблица 2

Состав общепроизводственных расходов на планируемый объем выпуска

№ п/п	Статьи затрат	Сумма, тыс. руб.
1	Амортизация производственного оборудования и транспортных средств	437,5
2	Энергетические затраты на оборудование	746,1
3	Услуги вспомогательных производств по обслуживанию оборудования и рабочих мест	456,4
4	Заработная плата производственных рабочих, обслуживающих оборудование	567
5	Отчисления в социальные фонды	240,1
6	Прочие расходы, связанные с использованием оборудования	67,4
7	Содержание аппарата управления цеха	216,3
8	Содержание прочего цехового персонала	189,4
9	Затраты на обеспечение нормальных условий труда и техники безопасности	62,1
10	Прочие общецеховые расходы непроизводительного характера	104,1
Итого:		3 086,4

Коммерческие расходы носят условно-постоянный характер. Не зависят от объема выпуска и продаж представительские расходы. Состав коммерческих расходов представлен в таблице 3.

Таблица 3

Состав коммерческих расходов на планируемый объем выпуска

№ п/п	Статьи затрат	Сумма, тыс. руб.
1	Коммерческие сборы	75,6
2	Транспортные услуги	30
3	Расходы на рекламу	180,9
4	Представительские расходы	122,5
5	Прочие расходы	60
Итого:		469

В состав управленческих расходов входят различные расходы, связанные с обслуживанием основной деятельности ОАО «Завод ЖБК-1» (табл. 4).

Таблица 4

Состав общехозяйственных расходов на планируемый объем выпуска

№ п/п	Статьи затрат	Сумма, тыс. руб.
1	Заработная плата административно-управленческого персонала	55,5
2	Содержание пожарной охраны, расходы службы безопасности	28,3
3	Содержание прочего общезаводского персонала	88,3
4	Содержание и ремонт зданий, сооружений и оборудования общезаводского назначения	12,5
5	Расход вспомогательных материалов	48,2
6	Коммунальные платежи	9,8
7	Ремонт основных средств	32,6
8	Расходы на подготовку и переподготовку кадров	23,7
9	Расходы на содержание и обслуживание автотранспорта	21,8
10	Прочие расходы	28,8
11	Налоги, сборы, платежи	98,6
Итого:		448,1

Производственно-инвестиционная программа позволяет определить необходимый объем производства продукции в плановом периоде. Годовая производительность старого оборудования составляла 12,96 тыс. шт. Выпуск при неизменном коэффициенте использования оборудования составит 14,4 тыс. шт. То есть прирост продукции составит 1 440 шт. или 10 %, планируется ежегодное увеличение этого коэффициента на 3 %. Допустим, что объем продаж будет равен объему выпуска. Представим планируемый объем продаж в таблице 5.

Таблица 5

План производства продукции в натуральном выражении на 5 лет

Показатели	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год
Объем выпуска, шт.	14 400	15 000	15 600	16 200	16 800
Прирост объема, шт.	1 440	2 040	2 640	3 240	3 840
Цена за 1шт.	3 970	3 970	3 970	3 970	3 970
Объем продаж, тыс. руб.	57 168	59 550	61 932	64 314	66 696
Прирост объема продаж, тыс. руб.	5 717	8 099	10 481	12 864	15 245

Для покрытия инвестиционных затрат планируется использовать собственный капитал ОАО «Завод ЖБК-1». Инвестиционные затраты в данном случае, это денежные средства в объеме 4 375 тыс. рублей. Все прогнозные результаты исполнения производственно-инвестиционной программы были достигнуты с применением аналитических процедур. Система внутреннего контроля «набирает» обороты, не ограничивается рамками бухгалтерского учета, а все стремительнее использует в качестве контрольно-аналитических процедур приемы управленческого учета, экономического анализа, планирования, математического моделирования [10, 14].

Выводы. Система внутреннего контроля с каждым годом усиливает свои позиции в концепции развития экономических субъектов. Контроль становится популярным практически во

всех формах собственности и видах деятельности.

Международная практика и российские учетные стандарты выдвинули объективную необходимость значительного повышения внимания к вопросам организации внутреннего контроля в экономических субъектах.

Внутренний контроль есть процесс, направленный на достижение целей компании, и являющийся результатом действий руководства по планированию, организации, мониторингу деятельности компании в целом и ее отдельных подразделений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа. М.: Финансы и статистика, 2016. 311 с.

2. Бурдуковский С. А. Внешний аудит и внутренний контроль: организация оптимального взаимодействия // Экономические науки. 2010. № 12. С. 370.

3. Бурцев В. Л. Организация системы государственного финансового контроля в Российской Федерации: теория и практика. М: Дашков и К, 2015. 496 с.

4. Бурцев В.В. Организация системы внутреннего контроля коммерческой организации. М.: Экзамен, 2000. 320 с.

5. Карзаева Н. Н. Система внутреннего контроля за ведением бухгалтерского учета и составлением бухгалтерской отчетности // Бухгалтерский учет в сельском хозяйстве. 2013. № 10. С. 177.

6. Кашаев Е.М. Основы экономической теории. Киров: «АСА», 2014. 256 с.

7. Ковалев В. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. М.: Проспект., 2015. 321 с.

8. Мельник М. В., Пантелеев А. С., Звездин А. Л. Ревизия и контроль. М.: ИД ФБК-ПРЕСС, 2015. 520 с.

9. Пугачев В. В. Внутренний аудит и контроль. Организация внутреннего аудита в условиях экономического кризиса. М.: Дело и сервис, 2015. 224 с.

10.Соколов Б.Н. Внутренний контроль в коммерческой организации (организация, методики, практика). М.: Альянс Пресс, 2006. 132 с.

11.Ткаченко Ю.А. Документирование внутреннего контроля // Белгородский экономический вестник. 2014. № 4 (76). С. 192–202.

12.Хахонова Н.Н., Плахотя Т.В. Принципы построения системы внутреннего контроля в образовательных учреждениях // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2010. № 2. С. 130–138.

13.Slabinskaya I.A., Tkachenko Y.A., Benderskaya O.B., Slabinskiy D.V. Internal controls organization: a methodology approach // World Applied Sciences Journal.T. 30. 2014. №10. С. 1205–1207.

14.Slabinskaya I.A., Tkachenko I.A., Slabinskiy D.V., Mitrokhin A.A. Approaches to the Performance of Economic Agent Internal Control // International Business Management. 2015. №9. С. 1136–1140.

15.http://zhbk-1.ru

Информация об авторах

Ткаченко Юлия Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита.

E-mail: tkach_y@mail.ru

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

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

Поступила в сентябре 2017 г.

© Ткаченко Ю.А., 2017

Tkachenko I.A.

INTERNAL CONTROL OF PRODUCTION INVESTING PROGRAMS

In activities of the modern companies often there is a need of considerable capital investments in fixed asset objects. It is a priority for maintenance of the fixed production rate. Investments into the equipment significantly influence a financial result, structure of property and liabilities of economic actors. Incompetent planning of production and investment policy involves "jumps and gaps" of cash flows. Untimely and low-quality execution of production investing programs can become the reason of failure of production process and loss of the planned sales volumes. Respectively, control over accomplishment of a production investing program is an important part of the control system of costs of the economic actor.

Keywords: *internal control, internal control system, production, investing program, analytical procedures*

Information about the authors
Tkachenko Iuliia Aleksandrovna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: tkach_y@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Tkachenko I.A., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ac65aec86.13325725

Шевцов Р.М., канд. юр. наук, доц.,
Ковтун Ю.А., канд. юр. наук, доц.,
Баранов В.М., канд. пед. наук, доц.,
Акимова Г.З., канд. экон. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова

ПРЕСТУПНОСТЬ В СФЕРЕ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, КАК УГРОЗА НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Roman377@mail.ru

В настоящей статье авторы констатируют, что переход России к рыночной экономике, демонополизация и либерализация внешнеэкономической деятельности и связанные с этими явлениями непродуманные меры экономической политики государства - эти и целый комплекс сопутствующих причин политического, экономического, правового характера детерминировали лавинообразный рост преступности в сфере внешнеэкономической деятельности и обусловили возникновение реальной угрозы экономической безопасности государства. В статье отмечается, что коренным образом изменились качественные характеристики преступности в этой важнейшей для государства сфере экономики. В настоящее время преступления, связанные с внешнеэкономической деятельностью, являются наиболее интеллектуальной, изощренной, профессиональной, высокоорганизованной и сверхприбыльной противоправной деятельностью. По оценкам многих ученых и практиков, преступления в сфере внешнеэкономической деятельности наносят наибольший вред интересам государства. Экспортно-импортные операции в рамках легальной предпринимательской деятельности служат прикрытием для совершения ими крупномасштабных операций с присвоением неконтролируемой прибыли, большая часть которой оседает в иностранных банках, способствует «отмыванию» преступно нажитых капиталов.

Ключевые слова: *внешнеэкономическая деятельность, экономическая безопасность, экспортно-импортные операции, преступление.*

Товарная структура российской внешнеэкономической деятельности, (далее ВЭД), на протяжении многих лет практически не меняется, как не меняется перечень товаров, обеспечивающих наибольшую валютную выручку. В целом структура экспорта включает в себя примерно 4 тыс. различных видов отечественной продукции, однако список товаров, на которые приходятся наибольшие по стоимости объемы, ограничивается только 10 позициями, включая, прежде всего, нефть, газ, цветные, драгоценные и редкоземельные металлы, алмазы, лесоматериалы, целлюлозно-бумажные изделия, продукцию химической промышленности, оружие и, в последние годы сельхозпродукцию, – особенно зерновые культуры [1]. Экспорт продукции этих отраслей продолжает существенно расти, чего не скажешь об эффективности этого вида внешнеэкономической деятельности.

И проблема здесь очевидна и лежит на поверхности. Всему виной является въевшаяся в легальный внешнеэкономический оборот «гидра» в лице пресловутой, но всепоглощающей преступности.

Причиной криминогенности внешнеэкономических процессов в большой степени послужило то, что задачи государственного регулирования внешнеэкономической сферы исторически, после того, как пал «железный занавес», не всегда решались до конца продуманно и последовательно, было допущено явное «забегание вперед» по сравнению с другими отраслями экономики и, прежде всего, в части ослабления государственного контроля над развитием внешней торговли. Это привело к значительной утечке российских стратегических ресурсов за пределы страны. Идет процесс дальнейшей либерализации внешнеэкономической деятельности, с устранением государственной монополии продолжается расширение круга субъектов внешнеэкономической деятельности -юридических и физических лиц.

В ходе реформ с принятием законодательных документов были существенно расширены права предприятий различных форм собственности и сняты многие из ранее существовавших ограничений на осуществление внешнеэкономической деятельности. Открытость границ, а также наличие крепких связей организованных преступных групп в бывших союзных республиках позволила преступному элементу занять прочные позиции на внешнем рынке в начале

90-ых годов, – и даже в настоящее время, несмотря на все усилия правоохранительных ведомств, ситуация во внешнеэкономической деятельности далека от внушающей разумный оптимизм.

Экспортно-импортные операции в рамках легальной предпринимательской деятельности служат прикрытием для совершения ими преступных крупномасштабных операций с присвоением неконтролируемой прибыли, большая часть которой оседает в отечественных «подставных» и иностранных банках, способствует «отмыванию» преступно нажитых капиталов.

Результаты правоохранительной деятельности таможенных органов свидетельствуют, что в 2016 году при экспорте было задержано 6,59 тыс. тонн цветных и редкоземельных металлов стоимостью 6 млрд. рублей. В процессе пресечения незаконных экспортных сделок правоохранительными органами изъято и передано государству 311 кг. золота, 63 кг платины, 1,5 тонны серебра, 360 каратов алмазов (всего на сумму 300 млн. долларов США) [2].

Легальный бизнес зачастую служит дельцам удобным прикрытием для совершения противоправных сделок, связанных с контрабандными перевозками различных товаров, с бестоварными экспортно-импортными операциями, а также для незаконного перевода денежных средств за границу, «отмывания» денег, нажитых преступным путем.

Значительная масса криминальных импортных сделок совершается преступниками с целью перемещения за рубеж валютных средств. Коммерсанты во избежание убытков стремятся минимизировать затраты на доставку этих товаров в Россию за счет уклонения от уплаты таможенных платежей путем недостоверного декларирования, сокрытия от таможенного досмотра, а также пересечения границы минуя таможенный досмотр.

Наиболее часто применяемыми способами перемещения криминальных капиталов за рубеж являются:

-создание «подставных» малых предприятий, совместных предприятий, индивидуальных частных предприятий, различных хозяйственных товариществ и др., а также коммерческих банков, открытие предприятий (филиалов) за рубежом с последующим перемещением денежных средств, сырья, товаров за границу;

- получение банковских кредитов в российских банках и перевод их в зарубежные банки;

- создание трастовых компаний;

- совершение бартерных сделок;

-использование авансовых платежей по маркетинговым и иным услугам, когда практически невозможно проверить реальность их предоставления, в том числе и в качестве завуалированных взяток должностным лицам;

- заключение бестоварных контрактов с иностранными фирмами на оказание различного рода услуг информационно-справочного характера;

- заключение заведомо фиктивных контрактов на поставку товаров;

- заключение с зарубежными партнерами «двойных» контрактов с последующим изменением цены товара и оставлением в иностранных банках части валютной выручки, полученной от экспорта и бартерных операций [3].

Одновременно, преступники прибегают к разнообразным ухищрениям для противоправного перемещения товаров за границу. Незаконный их вывоз совершается в основном тремя способами:

- через таможенные посты с сокрытием от таможенного контроля;

- через таможенные посты в особом режиме транспортировки;

- через таможенную границу минуя таможенные посты.

Сокрытие от таможенного контроля осуществляется с использованием фиктивных документов или документов, содержащих фиктивные сведения и реквизиты. Для этого способа характерно предъявление таможенным органам фиктивных документов (контрактов, товарно-транспортных накладных, деклараций и др., когда перевозимые в них товары указаны под другим наименованием, не требующим специального перевозчика-спецэкспортера и уплаты таможенных пошлин или она намного ниже той, которую надлежало заплатить. Признаки совершения преступлений, связанных с незаконным вывозом сырья и товаров через таможенные посты, характеризуются:

- превышение объема вывозимого товара в сравнении с продекларированным;

- наличие в грузовой таможенной декларации (ГДТ) подложных или фиктивных сведений о передвижении товара внутри таможенного транзита (ВТТ);

- наличие в ГТД фиктивных сведений, реквизитов или кода, не соответствующих вывозимому товару;

- наличие фиктивных сведений на предприятиях, якобы имеющих доли иностранных инвестиций и вывозящих продукцию собственного производства.

Способы сокрытия от таможенного контроля при перемещении товарных потоков через таможенные посты с использованием возможностей существующего с некоторыми странами

СНГ единого таможенного пространства в особом режиме их транспортировки следующие:

- переоформление контракта на их территории и отправка товара в третьи страны;

- перемещение товаров и сырья под таможенным контролем в режиме ВТТ;

- использование режима временного ввоза-вывоза товаров и сырьевых ресурсов, оформленных под видом «давальческого» сырья;

- оформление перемещения сырьевого полуфабриката под видом «толлинговой» операции с последующим возвращением продукции переработки, содержащей неучтенные компоненты стратегически важного сырья («боковик»).

Грузы, проходящие транзитом по российской территории, не облагаются таможенными пошлинами. Для их перемещения на пропускном пункте границы лицом, перевозящим товар, оформляется таможенная декларация по процедуре ВТТ, которая впоследствии сдается им на границе при их вывозе. Этим и пользуются преступники. Подделав декларацию или получив ее за взятку через работников таможен, из страны беспрепятственно вывозятся стратегические и иные товары.

При перемещении товара через таможенные посты в особом режиме их транспортировки характерными признаками совершаемых преступлений являются: несоответствие экспортных поставок уставной деятельности предприятия-получателя; наличие укрытых от таможенных органов протоколов и приложений к контракту, предусматривающих конечным адресатом зарубежную фирму; наличие в перевозочных документах данных о несуществующих получателях и адресатах доставки.

Способы укрытия от таможенного контроля вывозимых грузовых потоков минуя таможенные посты совершаются, как правило:

- вне установленных мест и времени оформления таможенными органами;

- с использованием авиации, морского и трубопроводного транспорта с уклонением от первоначального утвержденного маршрута или незаконным превышением объемом экспортируемого сырья.

Основными признаками способов перемещения товара через границу, минуя таможенные посты (вне установленных мест и времени оформления таможенными органами), являются – наличие у водителя транспортного средства, находящегося вблизи таможенной границы, товарно-транспортной накладной несоответствующей выполняемому маршруту.

При использовании преступниками возможностей авиации и морского транспорта с целью отклонения от первоначального утвержденного маршрута или незаконным повышением объема экспортируемых ресурсов признаками могут являться – наличие в перевозочных документах данных, свидетельствующих об отклонении от маршрута, или превышение установленных перемещаемых объемом сырья.

Для осуществления внешнеэкономической деятельности и под предлогом стимулирования инвестиционной привлекательности в период реформирования экономики создаются различные коммерческие структуры [4]. На базе этих структур все чаще формируются устойчивые преступные группы, многие из которых ориентируются на использование международных криминальных связей. Обращают на себя внимание факты заведомо преступных намерений их учредителей.

Структура преступных формирований, прежде всего сообществ и организаций, создается таким образом, что позволяет им активно проникать в хозяйственную деятельность и финансовую деятельность предприятий по добыче, хранению и переработке указанной экспортной продукции с целью ее хищения. Получив права собственности на объекты сферы обращения стратегически важных сырьевых товаров, в том числе и право внешнеэкономической деятельности, организованные преступные группировки «наводят порядок» в производственной сфере, налаживают контроль и учет, после чего переключаются на другие виды преступной деятельности: незаконное предпринимательство (ст. 171 УК РФ); уклонение от исполнения обязанностей по репатриации денежных средств в иностранной валюте или валюте Российской Федерации (ст. 193 УК РФ); уклонение от уплаты таможенных платежей (ст. 194 УК РФ); уклонение от уплаты налогов (ст. 199 УК РФ) и т.д.

Следует отметить также и массовые кражи, и замаскированные хищения стратегически важных сырьевых товаров, большинство которых, в конечном итоге попадают в теневой внешнеэкономический оборот. Так, по данным исследования Н.С. Глобы такие хищения находятся в следующем примерном соотношении: добыча – 15 %, переработка – 28 %, хранение – 12 %, реализация стратегически важных товаров – 38 % [5].

Лица, совершающие хищения, в одних случаях используют естественные благоприятные условия для совершения преступлений, в других – искусственно их создают. Наибольшее распространение хищения и кражи получили в машиностроительной металлургической и оборонной промышленности, в том числе и на режимных предприятиях. Предметом преступных посягательств являются медь и изделия из нее,

платина, алюминий, никель, латунь бронза, кобальт, вольфрам, серебро, золото, а также целая группа других стратегических, драгоценных и редкоземельных металлов. Разворовываются комплектующие изделия и узлы, кабельная продукция, измерительные и другие приборы, средства связи, сигнализации, в которых используются драгоценные и стратегические металлы. Практически
73 % краж сырья готовой продукции совершается из цехов, складских помещений и ангаров, 27 % – с открытых площадок, с охраняемых территорий [6].

Изучение уголовных дел показало, что кражи совершаются хорошо организованными группами, имеющими отлаженные каналы сбыта похищенного.

Хищения стратегических экспортируемых материалов совершается путем присвоения и растраты. Процесс хищения состоит из следующих этапов:

1. Создание излишков для хищения.
2. Изъятие и реализация похищенного.

Так же, проведенный анализ результатов расследования уголовных дел показывают преступную связь между руководителями и материально-ответственными лицами предприятий, в производстве которых применяются драгоценные металлы и стратегические материалы и новыми хозяйственными структурами, создаваемыми в большинстве своем при этих, как правило, крупных промышленных объединений.

С участием фирм, создаваемых руководителями предприятий, широкое распространение получило хищение нефтепродуктов путем завышения норм их выработки, неправомерного установления сверх нормативных показателей «безвозвратных потерь» [7]. Возросло количество фактов мошеннического завладения нефтью и продуктами ее переработки из предприятий нефтяной отрасли с использованием подложных документов и дальнейшей реализацией полученных нефтепродуктов через сеть посреднических фирм за пределы России.

Перевозка похищенного осуществляется в основном автомобильным реже железнодорожным и водным транспортом, иногда самолетами. При этом используются различные приемы сокрытия: его прячут в тайниках кузова; маскируют под какой-либо груз или забрасывают им; открыто перевозят по фиктивным товарно-транспортным документам или оформляют их с нарушением действующих нормативных актов; в качестве ручной клади перевозят также в багажных вагонах.

Особую опасность при заключении и реализации внешнеэкономических сделок представляет взяточничество. В этом направлении правоохранительным органам все чаще приходится сталкиваться с фактами вымогательств взяток со стороны должностных лиц за выделение помещений под инофирмы, регистрацию фиктивных контрактов, освобождение от уплаты таможенных пошлин. Система злоупотреблений и взяточничества сложилась практически на всех этапах заключения внешнеэкономических сделок. В их совершении принимают участие как российские, так и зарубежные предприниматели.

Материалы изученных уголовных дел свидетельствует о том, что во многом распространенности преступлений при осуществлении внешнеэкономических операций способствуют факты коррупции в таможенных органах. Характерным способом, которым наиболее часто пользуются злоумышленники является занижение в таможенных декларациях и иных товарно-сопроводительных документах фактурной стоимости товара, проходящего по экспорту.

Наряду с противоправной деятельностью, связанной с предоставлением средств для транспортировки грузов, наиболее распространенным видом преступной деятельности чиновников транспортных ведомств, обладающих организованно-распорядительными и административно-хозяйственными функциями, стало получение взяток за создание условий для незаконных переадресовок вагонов с грузом. Это позволяет коммерческим структурам скрывать факты хищения грузов или незаконного вывоза стратегических ресурсов за пределы России [8].

Мы обозначили далеко не полный перечень преступных проявлений во внешнеэкономической деятельности, раскрыли далеко не все способы и методы совершения преступных посягательств, не подвергали детальному анализу криминальные схемы и махинации при совершении фиктивных внешнеэкономических сделок и обычных циничных хищений национальных природных богатств, сырья и готовой продукции лжепредпринимателями и банальными преступниками. Но, уже те обобщенные сведения и цифры, которые мы привели в настоящей статье, отражающие реалии нынешнего состояния «криминогенности» внешнеэкономического оборота страны, свидетельствуют о глубине и масштабах поднимаемой проблемы, а также ее прямой и явной угрозе экономической безопасности государства.

В данной связи, необходимость обеспечения национальной безопасности, охраны интересов участников внешнеэкономической деятельности,

а также высокий уровень латентности преступлений данной категории, ставит на первое место целесообразность их приоритетного выявления, предупреждения, пресечения и раскрытия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дергунов А.С. Проблемы борьбы с экономической преступностью и коррупцией на современном этапе. дис... канд. юрид. наук. Н. Новгород. 2016. 162 с.

2. Бутенко А.И., Вакурин А.В., Кувалдин В.П. Организация и тактика выявления и разоблачения организованных преступных структур в сфере внешнеэкономической деятельности. Лекция, М., 2016. 112 с.

3. Ерохин А.А. Расследование преступлений в сфере экономической деятельности. Учебное пособие, Караганда, 2007, 62 с.

4. Дорошенко Ю.А., Бобова К.Н. Актуальные проблемы повышения инвестиционной привлекательности России / Экономика. Общество. Человек: межвузовский сборник научных трудов // Белгор. гос. технол. ун-т. Белгор.регион. отд-е РАЕН. 2012, вып. X10VIII. С.20–24.

5. Глоба Н.С. Организация и тактика деятельности аппаратов БЭП по борьбе с преступными посягательствами в сфере обращения стратегически важных сырьевых ресурсов: дис…канд. юрид. наук. М.: Академия управления МВД России. 1999. 175 с.

6. Соков И.Ф. О борьбе с кражами цветных металлов // Оперативно-розыскная работа. 1995. № 2. С. 20–24.

7. Жук М.Г. Словарь-справочник по криминалистическому обеспечению экономической безопасности. Гродно: ГрГУ, 2006. 96 с.

8. Ромахов А.В. Актуальные проблемы борьбы с коррупцией на транспорте. // Коррупция в России: состояние и проблемы. (Материалы научно-практической конференции). М.: МВД РФ. 2008. С. 138–141.

Информация об авторах

Шевцов Роман Михайлович, кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры стратегического управления.
E-mail: roman377@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.
Адрес: 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Баранов Владимир Михайлович, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры стратегического управления.
E-mail: vladimirbaranov84@gmail.com
Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.
Адрес: 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Ковтун Юрий Анатольевич, кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры стратегического управления.
E-mail: belad@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.
Адрес: 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Акимова Галина Захаровна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры стратегического управления.
E-mail: galina.akimova.2012@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.
Адрес: 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Шевцов Р.М., Ковтун Ю.А., Баранов В.М., Акимова Г.З., 2017

Shevtsov R.M., Baranov V.M., Kovtun Y.A., Akimova G.Z.

CRIME IN THE SPHERE OF FOREIGN ECONOMIC ACTIVITY, AS A THREAT TO NATIONAL ECONOMIC SECURITY

In this article, the authors note that Russia's transition to a market economy, de-monopolization and liberalization of foreign economic activity connected with these phenomena of ill-conceived economic policies of the state - these and a whole range of related political, economic and legal factors determined the explosive growth of crime in the sphere of foreign economic activity and led to the emergence of real threats to the economic security of the state. The article notes that drastically changed the qualitative characteristics of crime in this very important state sector of the economy. Currently, offences related to foreign trade activities,

are the most intelligent, sophisticated, professional, highly organized and extremely profitable illegal activity. According to many scholars and practitioners, crimes in the sphere of foreign economic activities do the most harm to the interests of the state. Export-import operations in the context of legal business activities are a cover for them to conduct large-scale operations with the assignment of uncontrolled profit, much of which is deposited in foreign banks, contributes to the "laundering" criminally acquired capital.

***Keywords**: foreign trade, economic security, export and import operations, the crime.*

Information about the authors
Shevtsov Roman Mikhaylovich, Ph.D., Assistant professor
E-mail: roman377@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Baranov Vladimir Mikhaylovich, Ph.D., Assistant professor
E-mail: vladimirbaranov84@gmail.com
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Kovtun Yuriy Anatolyevich, Ph.D., Assistant professor
E-mail: belad@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Akimova Galina Zaharovna, Ph.D., Assistant professor
E-mail: galina.akimova.2012@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Shevtsov R.M., Baranov V.M., Kovtun Y.A., Akimova G.Z., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ac72a88d5.21413049

Кулагина Н.А., д-р экон. наук., проф.,
Казаков О.Д., канд. экон. наук, доц.
Брянский государственный инженерно-технологический университет

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-СОВЕТУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Kulaginana2013@yandex.ru

Рассмотрены особенности реализации информационно-советующей системы планирования основных параметров производственных процессов в условиях функционирования целлюлозно-бумажного комбината. В частности, представлены математические модели расчета оптимальных объемов производства валовой продукции в натуральном выражении и стоимостном выражении. Описан механизм реализации программных подсистем расчета полной себестоимости матричным методом и подсистемы расчета оптимальной производственной цены единицы продукции в среде MATLAB, который позволяет обосновывать рыночные цены, планировать производственную программу с позиции получения наибольших экономических выгод.

Ключевые слова: *информационно-советующая система, метод, производственные процессы, производственная программа, себестоимость.*

Введение. Современные реалии таковы, что действующая политика успешных компаний направлена на совершенствование механизма стратегического управления, через мониторинг угроз, развитие механизмов бенч-маркинга, внедрение концепции бережливого производства, использование нетрадиционных методов решения задач в оптимизации бизнес-процессов, что в результате способствует обеспечению конкурентных преимуществ и дает возможность эффективно вести бизнес. Особая роль в данном случае отводится поддержке производственных процессов современными интеллектуальными информационными системами. Это позволяет усовершенствовать механизм ценообразования на основе объективной оценки себестоимости выпускаемой продукции.

Проведенный анализ системы производственного планирования промышленных предприятий, функционирующих на территории Брянской области, выявил ряд проблем, наиболее важными среди которых являются следующие:

– целесообразность определения норм расхода условно-постоянных ресурсов;

– расчет полной себестоимости единицы продукции при помощи калькулирования;

– достоверность расчета производственной цены единицы продукции;

– объективность планирования производственной программы в натуральном и в стоимостном выражении.

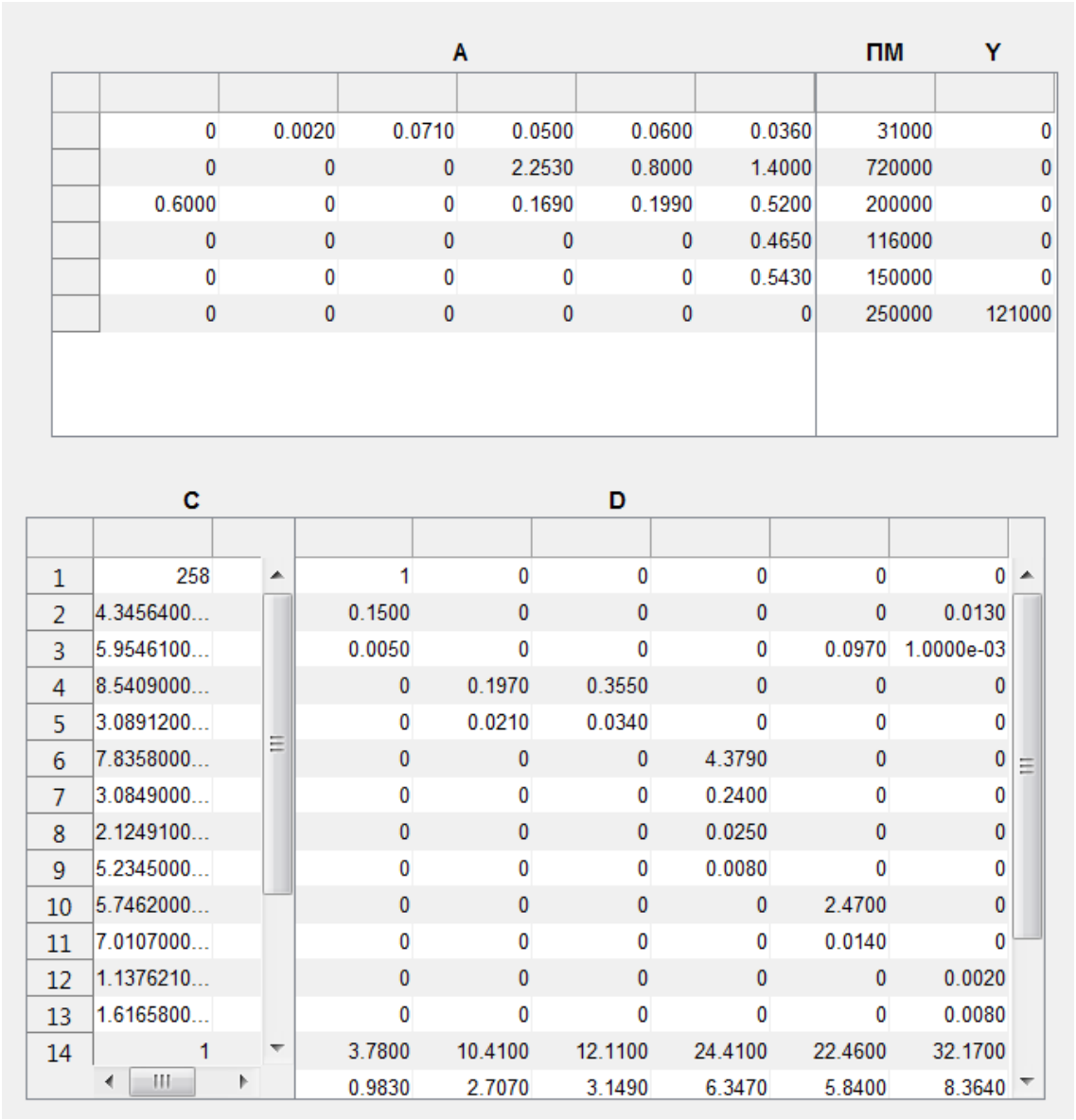
Данные обстоятельства обусловлены в большей степени неэффективностью применяемых математических моделей и низкой степенью автоматизации процедур планирования, что приводит к заниженным данным о себестоимости выпускаемой продукции, использовании неточностей при определении производственной программы, как в целом по предприятию, так и по отдельным видам продукции, и, в результате к ошибочной информации относительно доходов, расходов и прибыли компании. Поэтому, исследования, направленные на разработку информационно-советующей системы планирования основных параметров производственных процессов, являются актуальными.

Методология. В качестве среды разработки был выбран пакет прикладных программ MATLAB, позволяющий принять оптимальное решение относительно интересующих производственных параметров. Разработанные математические модели и подсистемы программного приложения апробированы на примере целлюлозно-бумажного комбината, имеющего 6 производственных цехов, один из которых производит товарную продукцию, пять - продукцию для внутреннего потребления, используемую в производстве как ресурсы собственного потребления (РСП).

Основная часть. Для заполнения исходных данных вся информация, связанная с производственной программой, представляется в виде следующих исходных матриц (рис. 1).

Где $ПМ = |пм_1 \dots пм_i \dots пм_n|_n$ – вектор-столбец производственных мощностей, показывающий максимальный объем валового производства i-й продукции [1].

$Y = |y_1 \dots y_i \dots y_n|_n$ – вектор-столбец объемов производства товарной продукции (работ, услуг), показывающий объем товарного производства i-й продукции.



A

							ПМ	Y
	0	0.0020	0.0710	0.0500	0.0600	0.0360	31000	0
	0	0	0	2.2530	0.8000	1.4000	720000	0
	0.6000	0	0	0.1690	0.1990	0.5200	200000	0
	0	0	0	0	0	0.4650	116000	0
	0	0	0	0	0	0.5430	150000	0
	0	0	0	0	0	0	250000	121000

C

		D					
1	258	1	0	0	0	0	0
2	4.3456400...	0.1500	0	0	0	0	0.0130
3	5.9546100...	0.0050	0	0	0	0.0970	1.0000e-03
4	8.5409000...	0	0.1970	0.3550	0	0	0
5	3.0891200...	0	0.0210	0.0340	0	0	0
6	7.8358000...	0	0	0	4.3790	0	0
7	3.0849000...	0	0	0	0.2400	0	0
8	2.1249100...	0	0	0	0.0250	0	0
9	5.2345000...	0	0	0	0.0080	0	0
10	5.7462000...	0	0	0	0	2.4700	0
11	7.0107000...	0	0	0	0	0.0140	0
12	1.1376210...	0	0	0	0	0	0.0020
13	1.6165800...	0	0	0	0	0	0.0080
14	1	3.7800	10.4100	12.1100	24.4100	22.4600	32.1700
		0.9830	2.7070	3.1490	6.3470	5.8400	8.3640

Рис. 1. Подсистема ввода исходных данных

$A = \left|\left|a_{i,j}\right|\right|_{n*n}, i = \overline{1,n}, j = \overline{1,n}$ – матрица норм расхода ресурсов собственного производства, показывающая норму расхода i-го ресурса, потребленного в производстве единицы j - й продукции.

E – единичная матрица (соответствует размерности матриц A).

$D = \left|\left|d_{1(r),j}\right|\right|_{L+R,n}$ – матрица норм расхода первичных ресурсов, оказывающая норму расхода 1(r)-го первичного ресурса, потребленного в производстве единицы j - й продукции [1].

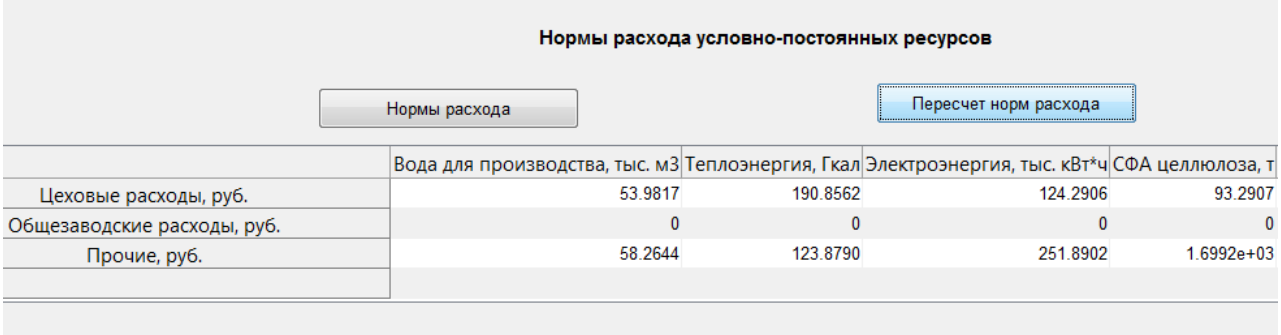
$C = |c_1 \dots c_L \dots c_r \dots c_R|_{L+R}$- вектор-столбец оптово-заготовительных цен первичных ресурсов (1 – условно-переменных, r – условно-постоянных).

Оптимальные объемы производства валовой продукции в натуральном выражении рассчитываются с помощью функции Gross_Callback:

```
function Gross_Callback(hObject, eventdata, handles)
global A; global Y; global E; global X; global Y1; global PM;
X1 = inv(E-A);
PM =Y(:,1);
Y1 =Y(:,2);
X = X1*Y1;
Indicator = [PM X];
  set(handles.Indicators,'Data',Indicator);
```

Нормы условно-постоянных расходов должны быть на единицу продукции, как и условно-переменные расходы. В производстве комбината условно-постоянными считаются три вида производственных первичных ресурсов – это цеховые, общезаводские и прочие.

Для представления норм условно-постоянных расходов в среде Matlab разработана экранная форма CalculatedData (рисунок 2)



	Вода для производства, тыс. м3	Теплоэнергия, Гкал	Электроэнергия, тыс. кВт*ч	СФА целлюлоза, т
Цеховые расходы, руб.	53.9817	190.8562	124.2906	93.2907
Общезаводские расходы, руб.	0	0	0	0
Прочие, руб.	58.2644	123.8790	251.8902	1.6992e+03

Рис. 2. Расчет оптимальных значений норм расходов условно-постоянных ресурсов

Расчет оптимальных значений норм условно-постоянных расходов реализуется функцией NewRate_Callback:

```
function NewRate_Callback(hObject, eventdata, handles)
global X; global D; global DD; global CR; global NewCR; global PM;
X1=X(1,1); PM1=PM(1,1); CR1=CR(:,1);
NewCR1=CR1*PM1/X1;
X2=X(2,1); PM2=PM(2,1); CR2=CR(:,2);
NewCR2=CR2*PM2/X2;
X3=X(3,1); PM3=PM(3,1); CR3=CR(:,3);
NewCR3=CR3*PM3/X3;
X4=X(4,1); PM4=PM(4,1); CR4=CR(:,4);
NewCR4=CR4*PM4/X4;
X5=X(5,1); PM5=PM(5,1); CR5=CR(:,5);
NewCR5=CR5*PM5/X5;
X6=X(6,1); PM6=PM(6,1); CR6=CR(:,6);
NewCR6=CR6*PM6/X6;
NewCR=[NewCR1 NewCR2 NewCR3 NewCR4 NewCR5 NewCR6];
set(handles.RateUPR,'Data',NewCR);
DD1=D(1:17,:);
DD=[DD1; NewCR];
```

В практике экономических расчетов для определения производственной себестоимости единицы продукции (работ, услуг) применяются калькуляционные таблицы с классификацией затрат по статьям затрат. Калькуляционная таблица как экономический инструмент выполняет две основные функции: во-первых, как расчетная функция она является инструментом расчета полной себестоимости единицы продукции (работы, услуги); во-вторых, как аналитическая функция она является инструментом экономического анализа структуры затрат на производство продукции (работ, услуг).

Для точного расчета полной себестоимости единицы продукции необходимо знать истинную себестоимость электроэнергии, которую производит сам комбинат. На практике в таких случаях рассчитывают и принимают приближенное значение (например, в пределах рыночной цены). Однако такое неточно рассчитанное значение себестоимости единицы продукции влечет за собой искажение расчетов себестоимостей для всей остальной продукции.

Полностью лишен недостатков, характерных для традиционного способа расчета себестоимости единицы продукции, второй способ – нетрадиционный [1].

В качестве инструмента для измерения себестоимости единицы продукции (работ, услуг) предлагается матричная формула, реализованная в функции pushbutton2_Callback:

```
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
global DD; global E; global C; global A; global P; global PA;
PA=inv(E-A');
PD=DD';
PP=PA*PD;
P=PP*C;
set(handles.Price,'Data',P);
```

В отличие от метода калькуляций, рассчитав полные себестоимости по матричной формуле, сами калькуляции по любой продукции могут быть представлены в любой момент времени в любой последовательности.

Предприятию, производителю продукции, важно знать не только истинное значение себестоимости производства единицы продукции, но и производственную цену продукции, которая обеспечивала бы желаемый (плановый) уровень рентабельности [1]. Знание величины этой цены позволило бы маркетинговой службе предприятия объективно, в соответствии с реалиями, подыскать наиболее выгодных и доступных потребителей своей продукции.

Поскольку основу производственной цены продукции составляет себестоимость, эта матричная формула может быть использована и для расчетов цены производителя для всех n видов продукции (работ, услуг). Для этого необходимо дополнить [1]:

а) матрицу D одной, последней, (L + R + 1)-й строкой. Элементы в этой строке характеризуют прибыль (руб./е.и.п.), которую планирует (желает) иметь предприятие с единицы

соответствующего вида продукции (работ, услуг);

б) вектор C одним, последним, (L + R + 1)-м элементом, который, естественно, будет равен единице.

Для представления и расчета результатов производственной цены единицы продукции в среде Matlab разработана экранная форма CalculatedData (рисунок 3)

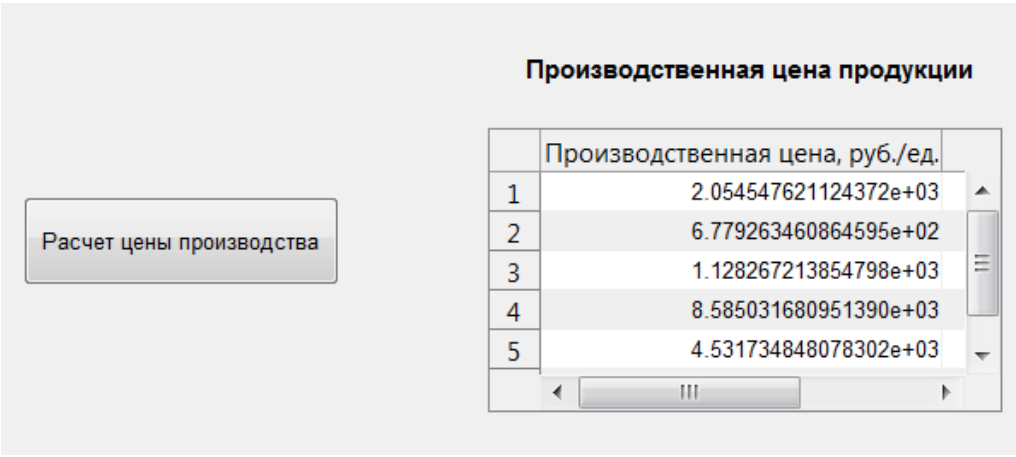


Рис. 3 Результаты расчета оптимальной производственной цены единицы продукции

Эти значения могут быть использованы на предприятии в качестве трансфертной цены, которая может быть справедливым инструментом распределения общей прибыли, полученной предприятием от реализации товарной продукции.

Реальность планируемой производственной программы должна быть в первую очередь обоснована потребностями в соответствующей продукции, а также наличием производственных мощностей, материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Наиболее действенным методом планирования, позволяющим разработать обоснованную производственную программу, является балансовый метод.

Экранные формы производственных программ комбината в целом и в разрезе производственных программ цехов в натуральном и стоимостном выражении представлены на рисунке 4.

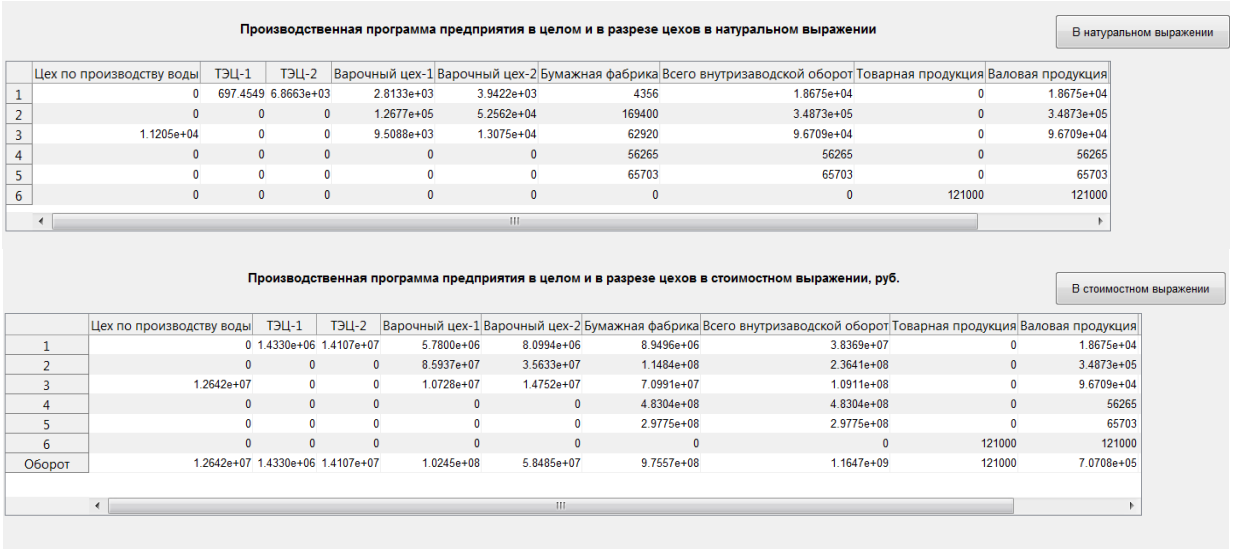


Рис. 4. Оптимальные значения производственных программ в натуральном и стоимостном выражении

Расчет производственной программы предприятия в информационно-советующей системе реализуется функцией pushbutton1_Callback.

```
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
global X; global Y1; global Nat; global PPP;
ST=Nat.*PPP; ST1=ST(1,:);
SVO1= sum (ST1); ST2=ST(2,:);
SVO2= sum (ST2); ST3=ST(3,:);
SVO3= sum (ST3); ST4=ST(4,:);
SVO4= sum (ST4); ST5=ST(5,:);
SVO5= sum (ST5); ST6=ST(6,:);
SVO6= sum (ST6);
SVO = [SVO1; SVO2; SVO3; SVO4; SVO5; SVO6];
Y1=Y1.*PPP;
```

```
X=X.*PPP;
STProgramO = [ST SVO Y1 X];
STProgramO1=STProgramO (:, 1); STVO1= sum (STProgramO1);
STProgramO2=STProgramO (:, 2); STVO2= sum (STProgramO2);
STProgramO3=STProgramO (:, 3); STVO3= sum (STProgramO3);
STProgramO4=STProgramO (:, 4); STVO4= sum (STProgramO4);
STProgramO5=STProgramO (:, 5); STVO5= sum (STProgramO5);
STProgramO6=STProgramO (:, 6); STVO6= sum (STProgramO6);
STProgramO7=STProgramO (:, 7); STVO7= sum (STProgramO7);
STProgramO8=STProgramO (:, 8); STVO8= sum (STProgramO8);
STProgramO9=STProgramO (:, 9); STVO9= sum (STProgramO9);
STVO = [STVO1 STVO2 STVO3 STVO4 STVO5 STVO6 STVO7 STVO8 STVO9];
STProgram = [STProgramO; STVO];
set(handles.STPP,'Data',STProgram);
```

Именно балансовый метод и использован в межоперационных балансах затрат и результатов производства, где результаты – производственная программа предприятия в целом – представляются совокупностью строк элементов первого и второго квадрантов межоперационного баланса, каждая строка которых характеризует производственную программу соответствующего подразделения (цеха).

Выводы. Разработанная информационно-советующая система позволит рассчитать оптимальные объемы производства валовой продукции в натуральном выражении, а также оптимальные нормы условно-постоянных расходов наиболее действенным методом планирования - балансовым методом.

В качестве инструмента для измерения себестоимости единицы продукции (работ, услуг) предлагается матричная формула, реализованная в функции pushbutton2_Callback. Данный метод полностью лишен недостатков, характерных для традиционного способа расчета себестоимости единицы продукции

Расчётные значения оптимальной производственной цены единицы продукции могут быть использованы на предприятии в качестве трансфертной цены, которая может быть справедливым инструментом распределения общей прибыли, полученной предприятием от реализации товарной продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каргополов М.Д. Балансовые методы в экономических расчетах на предприятии. Сев. (Арктич.) федер. ун-т. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2012. 87 с

2. Баврин И.И. Математическая обработка информации [Электронный ресурс]: учебник для студентов всех профилей направления "Педагогическое образование". Электрон. текстовые данные. М.: Прометей, 2016. 262 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/58146.- ЭБС "IPRbooks".

3. Горбунов В.Л. Бизнес-планирование [Электронный ресурс]. Электрон. текстовые данные. М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. 141 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/56371. ЭБС "IPRbooks".

4. Джон Джестон, Йохан Нелис Управление бизнес-процессами [Электронный ресурс]: практическое руководство по успешной реализации проектов. Электрон. текстовые данные. М.: Альпина Паблишер, 2016. 648 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/48468. ЭБС "IPRbooks.

5. Каран Гиротра, Сергей Нетесин Оптимальная бизнес-модель [Электронный ресурс]: четыре инструмента управления рисками. Электрон. текстовые данные. М.: Альпина Паблишер, 2014. 216 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/34786/- ЭБС "IPRbooks".

Информация об авторах

Кулагина Наталья Александровна, доктор экономических наук, профессор кафедры государственного управления и финансов, директор инженерно-экономического института.
E-mail:Kulaginana2013@yandex.ru.
Брянский государственный инженерно-технологический университет.
Россия, 241037 г. Брянск, проспект Станке Димитрова, д. 3.

Казаков Олег Дмитриевич, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Информационные технологии».
E-mail: kod8383@mail.ru
Брянский государственный инженерно-технологический университет.
Россия, 241037 г. Брянск, проспект Станке Димитрова, д. 3.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Кулагина Н.А., Казаков О.Д., 2017

Kulagina NA, Kazakov O.D.

DEVELOPMENT OF INFORMATION AND ADVISORY MANAGEMENT SYSTEM OF PRODUCTION PROCESSES

Features of the implementation of the information and advisory system for planning the main parameters of production processes in the conditions of the functioning of the pulp and paper mill are considered. In particular, mathematical models for calculating the optimal volume of gross production in terms of volume and value are presented. The mechanism for implementing the software subsystems for calculating the total cost of production by the matrix method and the subsystem for calculating the optimal production price of a unit of production in the MATLAB environment is described. It allows to justify market prices and plan the production program from the point of obtaining the greatest economic benefits.

***Keywords**: information-advisory system, method, production processes, production program, cost.*

Information about the authors

Kulagina Natalia Aleksandrovna, Ph.D., Professor.
E-mail: Kulaginana2013@yandex.ru.
Bryansk State Engineering and Technology University.
Russia, 241037, Bryansk, Stanke Dimitrova Avenue, 3

Kazakov Oleg Dmitrievich, Ph.D., Assistant professor
E-mail: kod8383@mail.ru
Bryansk State Engineering and Technology University.
Russia, 241037, Bryansk, Stanke Dimitrova Avenue, 3.

Received in September 2017
© Kulagina N.A., Kazakov O.D., 2017

DOI: 10.12737/article_5a001ac85c0583.51773455

Щетинина Е.Д., д-р экон. наук, проф.,
Дубино Н.В., канд. экон. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

СБАЛАНСИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАК ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНА*

n.v-d@mail.ru

Статья посвящена разработке сбалансированной системы показателей как основы управления конкурентоспособностью строительных предприятий региона. Нестабильность экономики, ее подверженность влиянию динамично изменяющимся факторам внешней среды препятствуют определению тенденций развития строительных предприятий. В связи с необходимостью повышения конкурентоспособности строительных предприятий предлагается комплексное решение вопроса путем применения системы сбалансированных показателей как системы оценки состояния компонентов бизнес-процессов предприятия для определения необходимости и последовательности их преобразования. Внедрение полученных результатов позволяет диагностировать основные проблемы повышения конкурентоспособности строительных предприятий региона, а также разрабатывать систему стратегических мероприятий повышения эффективности деятельности.

Ключевые слова: *конкурентоспособность, управление, сбалансированная система показателей, ключевые индикаторы, бизнес-процессы, эффективность, стратегии, стратегические карты, строительные предприятия.*

В современном мире одной из важных проблем, возникающих перед производителем, является повышение конкурентоспособности предприятия. Сегодня строительные предприятия вынуждены работать в условиях постоянно изменяющейся конъюнктуры рынка. Стремительное развитие технологий требует от них непрерывных инвестиций в сохранение своей конкурентной позиции. Усиление конкуренции на рынке и изменения, происходящие в динамичной внешней среде, связанные с усложнением взаимосвязей вне страны, внутри предприятий, присутствие большого количества факторов и ограничений требуют от предприятий развития внутрифирменных механизмов управления конкурентоспособностью. Необходимость разработки теории и практической реализации механизмов управления конкурентоспособности в настоящее время не вызывает никаких сомнений [1].

Конкурентоспособность предприятий является более сложным и обобщающим понятием по сравнению с понятием «конкурентоспособность товаров». Эта сложность объясняется намного большим количеством ключевых элементов и применяемых методов расчета [2]. Стоит отметить, на протяжении 20 века критериями эффективности и конкурентоспособности предприятий были финансовые показатели. В первую очередь это прибыль, цена акций, рентабельность привлеченного капитала, рентабельность активов и продукции. С помощью них менеджеры выделяли наиболее эффективные направления деятельности и осуществляли инвестиции с целью получить наибольший финансовый результат. Однако с ужесточением конкуренции предприятия поняли, что необходимо смещать ориентацию своей деятельности в сторону клиентов и разрабатывать клиентоориентированную стратегию развития. С учетом данных изменений был сформирован новый взгляд на оценку эффективности деятельности предприятий, который предполагает, что все действия организации должны быть направлены на реализацию выбранной стратегии развития.

На основе данной идеи была разработана система оценки эффективности бизнеса (англ. *business performance management* (BPM)). Ее суть заключается в формулировании единой стратегии деятельности предприятия, доведении ее до каждого сотрудника и контроле над ее реализацией. BPM базируется на четырех основных этапах: разработка стратегии, планирование, мониторинг и анализ, корректировка. На первых двух шагах формулируется бизнес стратегия, на вторых определяется способ реализации и модификации стратегии. Стоит отметить, что на первом этапе устанавливаются основные показатели эффективности, которые играют главную роль в переводе бизнес-стратегии в ключевые результаты.

Существует несколько методов определения показателей, однако наиболее популярной является «Системы сбалансированных показателей» (англ. *Balanced Scorecard*). Данная система, по

мнению Р. Каплана и Д. Нортона, позволяет оценить эффектность деятельности компании посредством преобразования стратегии в систему сбалансированных и взаимосвязанных показатели. Они выделяют четыре основные группы показателей: финансы, клиенты, бизнес-процессы, обучение и развитие.

Данные показатели разрабатываются и устанавливаются в соответствии с выбранными целями, а также особенностью бизнеса компании. Стоит отметить, несмотря на то, что финансовые показатели потеряли основное доверие для оценки эффективности, они остаются ключевым элементов в данной системе. Р. Каплан и Д. Нортон отмечают, что все действия по улучшению качества, скорости обслуживания, производительности могут приносить предприятию выгоду только тогда, когда они переносятся в «плоскость увеличения объемов продаж, сокращение операционных расходов или более эффективного использования активов». Это означает, что все показатели системы должны иметь причинно-следственную связь с финансовыми целями. Финансовые показатели становятся конечным результатом с учетом достижения поставленных целей по совершенствованию операционной деятельности, обслуживанию клиентов, а также выводу новых товаров.

В методическом плане сбалансированная система показателей представляет собой четкое и формализованное определение основных критериальных значений, характеризующих результативность бизнеса (ключевые индикаторы/показатели эффективности – *KPI*). При этом имеет место быть детализация критериальных значений по уровням управления, бизнес-единицам и конкретизация задач для менеджеров и сотрудников, выполнение которых обеспечивает достижение необходимых результатов.

Отсюда можно заключить, что сбалансированная система показателей Д. Нортона и Р. Каплана ориентирована на разработку стратегических планов развития современных хозяйствующих субъектов, в том числе и строительных предприятий.

Популярность сбалансированной системы показателей, как современной методики стратегического планирования и управления бизнесом, можно объяснить некоторой совокупностью причин. В частности, сбалансированная система показателей и устанавливаемые ключевые индикаторы эффективности обладают большей гибкостью и адаптивностью при изменении внешнесредовых тенденций и соответственно при изменениях, вносимых в планы стратегического развития предприятия. Кроме этого сбалансированная система показателей имеет применение и в крупных некоммерческих организациях, а также в государственных предприятиях [5], т.е. может включать не только экономические, но и социальные индикаторы эффективности бизнес-процессов. Использование не только экономических, но и социальных ключевых индикаторов эффективности позволяет коммерческим организациям получать объективную и релевантную информацию о специфике и направленности социально-экономического развития: её знаний (интеллектуального капитала), человеческих и материальных ресурсов [6].

Построение сбалансированной системы показателей и установление ключевых индикаторов эффективности к конкретным бизнес-процессам хозяйствующих субъектов, в том числе осуществляющих свою деятельность в сфере строительного производства, должно основываться на интегрированном методическом подходе. Для этого предлагается структурировать сбалансированную систему показателей по иерархическим уровням управления бизнесом предприятия (стратегический, тактический и оперативный уровень управления) и по бизнес-процессам, соответствующим данному уровню управления.

Следовательно, формализация сбалансированной системы показателей и установление ключевых индикаторов эффективности к бизнес-процессам строительных предприятий будет выглядеть следующим образом (рис. 1) [4].

Таким образом, сбалансированная система показателей инкорпорирует все уровни управления бизнесом строительных предприятий и все бизнес-процессы, при этом ключевые индикаторы эффективности назначаются к каждому бизнес-процессу.

Сопоставление фактически достигнутых результатов функционирования и развития предприятия за период или ряд предшествующих периодов с установленными ключевыми индикаторами эффективности позволяет провести оценку достижения целей корпоративного развития и одновременно выявить проблемы деятельности, которые будут четко конкретизированы и локализованы по каждому бизнес-процессу. Отсюда можно говорить о том, что использование сбалансированной системы показателей можно рассматривать как инструмент управления конкурентоспособностью строительных предприятий.

Для оптимального планирования функционирования и развития строительных предприятий, а также для управления их конкурентоспособностью посредством формализации сбалансированной системы показателей, прежде всего, необходимо использовать концепцию стратегической карты, разработанной Д. Нортоном и Р. Капланом.

Рис. 1. Интегрированный подход к формированию сбалансированной системы показателей и установлению ключевых индикаторов эффективности

Основная задача модели стратегических карт – представить характеристику всех существенных факторов, от которых зависит стратегический успех функционирования и развития предприятия, уровень его конкурентоспособности.

Для строительных предприятий повышение конкурентоспособности может быть реализовано при условии эффективности деятельности, обеспечивающей необходимый и сбалансированный экономический рост. Соответственно четыре составляющих стратегической карты: финансы, организация бизнес-процессов, персонал и клиенты. На рис. 2 представлена детализация стратегической карты в аспекте «сбалансированный экономический рост» и «эффективность деятельности».

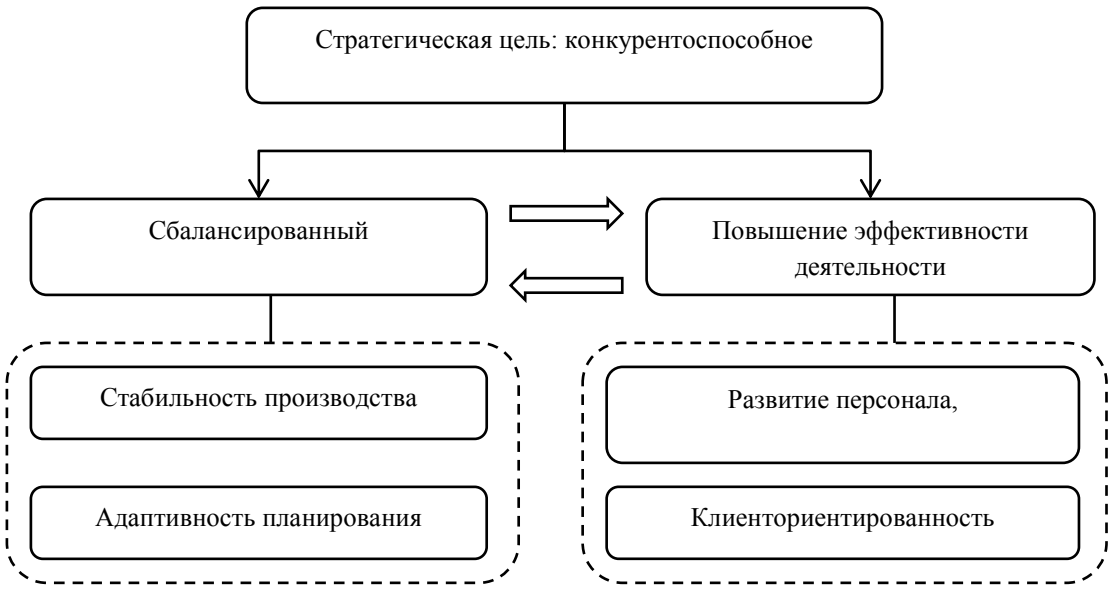


Рис. 2. Стратегическая карта долгосрочного конкурентоспособного развития строительных предприятий

Стабильность производства и адаптивность планирования – есть две ключевые составляющие стратегической карты, которые можно интерпретировать в терминологии Д. Нортона и Р. Каплана как: финансы и внутрифирменный аспект. В свою очередь развитие персонала, инновационность и клиенториентированность также являются двумя составляющими стратегической карты, которые можно интерпретировать в терминологии Д. Нортона и Р. Каплана как: обучение персонала и аспект клиента.

Таким образом, предложенная выше стратегическая карта, во-первых, в полной мере соответствует концепции стратегического картирования, предложенной Д. Нортоном и Р. Капланом. И, во-вторых, сформированная выше стратегическая карта в полной мере инкорпорирует все проблемные аспекты, которые, как правило, снижают конкурентоспособность строительных предприятий, и определяет ключевые приоритеты их дальнейшего развития с учетом поставленной стратегической цели. Далее необходимо провести разработку ключевых индикаторов эффективности и установить их к бизнес-процессам.

Выше уже было показано, что сбалансированная система показателей инкорпорирует четыре ключевых измерения функционирования и развития предприятий.

При этом данные четыре ключевые измерения структурируют все бизнес-процессы и именно поэтому управление осуществляется на основе ключевых индикаторов эффективности (*KPI*), устанавливаемых к конкретным бизнес-процессам. Стоит отметить, что в российской практике принято интерпретировать *KPI* как ключевые показатели эффективности. По мнению автора представленного исследования, использование термина «показатели» не является в полной мере корректным, поскольку управление в современном бизнесе принято строить на индикативной основе, соответственно более правильным будет использование термина «индикатор», что в целом полностью соответствует дословному переводу дефиниции «*Key Performance Indicators*».

Итак, определив теоретическую составляющую разработки ключевых индикаторов эффективности, далее необходимо перейти к их конкретному построению. Наибольшие трудности вызывает конкретизация ключевых индикаторов эффективности, устанавливаемых к отдельно взятым бизнес-процессам. Здесь необходимо четко понимать, что каждый индикатор должен объективно и релевантно характеризовать эффективность и результативность бизнес-процесса, это основное и необходимое условие стратегического управления бизнесом на основе сбалансированной системы показателей, обеспечивающей повышение конкурентоспособности [3], в том числе и строительных предприятий.

На практике весьма часто предприятия устанавливают ключевые индикаторы эффективности, основываясь лишь на базовой классификации бизнес-процессов. Напомним, что базовая классификация бизнес-процессов подразумевает распределение всех бизнес-процессов компании в три основные группы:

− бизнес-процессы управления и развития, данные процессы ориентированы в будущее и не генерируют прямые экономические выгоды предприятия в текущем и краткосрочном периоде, но потенцируют рост экономических (и прочих) выгод предприятия в долгосрочной стратегической перспективе;

− основные бизнес-процессы. Данные бизнес-процессы ориентированы на генерирование текущих экономических и прочих выгод предприятия, а также на формирование резервов для обеспечения устойчивого роста и развития предприятия в долгосрочной перспективе;

− обеспечивающие и вспомогательные бизнес-процессы. Данные бизнес-процессы не генерируют прямых экономических выгод предприятия в краткосрочной или долгосрочной перспективе, но ориентированы на поддержку и обеспечение ресурсами основных бизнес-процессов, а также бизнес-процессов развития и управления. Обеспечивающие и вспомогательные бизнес-процессы генерируют косвенные экономические выгоды предприятий.

Отсутствие конкретизации и детализации бизнес-процессов, принадлежащих отдельно взятому предприятию в каждой группе базового набора бизнес-процессов, не позволяет определить сущность и целевое назначение этих процессов. Кроме этого отсутствие четкой структуризации и систематизации бизнес-процессов, которые реализует предприятие, составляет основную управленческую проблему при внедрении в стратегическое управление сбалансированной системы показателей. Иными словами, если менеджмент предприятия не обладает общим видением систематизации и структуризации бизнес-процессов, то ему будет весьма сложно обеспечивать реализацию стратегии развития этого предприятия и обеспечивать достижение требуемого уровня конкурентоспособности.

Основываясь на опыте компаний, которые уже успешно внедрили сбалансированную систему показателей, а также на эмпирических исследованиях, проведенных ранее, автор представленного исследования полагает, что для

строительных предприятий может быть принята следующая систематизация и структуризация бизнес-процессов и соответствующих и индикаторов эффективности (табл. 1).

Таблица 1

Сбалансированная система показателей и ключевых индикаторов эффективности бизнес-процессов строительных предприятий

<table>
<tr><th>Внешняя среда предприятия</th><th>Внутренняя среда предприятия</th></tr>
<tr><td>Бизнес-процессы стратегического управления и развития KPI:</td><td rowspan="2">Производственные и операционные бизнес-процессы. KPI: a) обеспеченность технологиями, основными фондами, материальными ресурсами; b) доходы и рентабельность производства и реализации продукции; c) соответствие структуры предложения структуре спроса с учетом сокращения жизненного цикла строительной продукции</td></tr>
<tr><td>1) деловая репутация: отражает стоимость деловых характеристик предприятия без учета стоимости материальных активов (имущества или основного капитала)</td></tr>
<tr><td>2) экономическая добавленная стоимость: отражает способность предприятия генерировать дополнительную прибыль для акционеров (стратегических инвесторов)</td><td rowspan="2">Финансовые бизнес-процессы (бизнес-процессы планирования). KPI: a) финансовые результаты предприятия (показатели операционной и посленалоговой прибыли); b) ликвидность активов и общая платежеспособность предприятия;
c) обеспеченность потребностей функционирования и развития предприятия финансовыми ресурсами</td></tr>
<tr><td>3) рыночная доля предприятия: отражает текущие рыночные позиции предприятия по отношению к прямым конкурентам</td></tr>
<tr><td>4) устойчивость экономического роста: отражает способность предприятия увеличивать стоимость собственного капитала за счет реинвестирования прибыли</td><td rowspan="2">Кадровые бизнес-процессы. KPI: a) уровень обеспеченности предприятия необходимыми; человеческими ресурсами (по категориям персонала) b) интеллектуальная активность персонала;
c) доходность инвестиций в развитие персонала</td></tr>
<tr><td>5) индекс потребительской лояльности: определяет готовность потребителей к повторным покупкам строительной продукции у данного производителя</td></tr>
<tr><td colspan="2">Инновационная активность предприятия: отражает способность предприятия использовать организационные собственные и привлеченные знания в целях получения дополнительных экономических выгод</td></tr>
</table>

Необходимо отметить, что частично ключевые индикаторы эффективности дублируют оценочные показатели (критерии) конкурентоспособности, что в целом эмпирически обосновывает использование сбалансированной системы показателей и ключевых индикаторов эффективности для управления конкурентоспособностью строительных предприятий. Далее в таблице 2 представлены стратегические перспективы для каждого вида ключевых индикаторов эффективности, разработанных в рамках таблицы 1.

Представленная в таблице 2 сбалансированная система показателей образована двумя составляющими бизнес-процессов и устанавливаемых к ним ключевых индикаторов эффективности.

Итак, обобщая выше сказанное отметим, что бизнес-процессы стратегического управления предприятия, как правило, ориентированы во внешнюю среду и определяют уровень устойчивого и конкурентоспособного развития предприятия. Производственные, операционные, кадровые и финансовые бизнес-процессы ориентированы во внутреннюю среду предприятия. Соответственно, ключевые индикаторы, ориентированные во внешнюю среду, отражают стратегическую эффективность функционирования и развития предприятия. В свою очередь ключевые индикаторы, ориентированные на внутреннюю среду, отражают функционально-операционную эффективность функционирования и развития предприятия.

В качестве ключевых индикаторов, отражающих эффективность состояния бизнес-процессов, ориентированных во внутреннюю среду, можно выделить следующие основные, напрямую взаимосвязанные с уровнем конкурентоспособности:

− производственные и операционные бизнес-процессы должны быть обеспечены необходимыми технологиями, основными фондами и материальными ресурсами, что означает способность предприятия к созданию продукта, с которым данная предприятие будет конкурировать на рынке. Соответственно, наличие технологий, фондов и ресурсов обеспечивает доходы и рентабельность предприятия, а соотношение структуры предложения к структуре спроса позволяет оценивать рациональность строительного производства и соответствие совокупного предложения действительным потребительским предпочтениям;

− финансовые бизнес-процессы (бизнес-процессы планирования) можно охарактеризовать через показатели операционной после налоговой прибыли, ликвидность активов и уровень платежеспособности предприятия, обеспеченности деятельности предприятия необходимыми

финансовыми ресурсами. Данные индикаторы отражают эффективность управления текущей производственно-операционной деятельностью в контексте обеспечения должного уровня конкурентоспособности;

− кадровые бизнес-процессы характеризуются через обеспеченность предприятия трудовыми ресурсами, наличие интеллектуального капитала, доходностью инвестиций в персонал. Необходимо понимать, что кадры в экономике знаний – это один из важнейших ресурсов, поскольку эффективность кадровых бизнес-процессов означает стратегическую эффективность деятельности, конкурентоспособность предприятия в целом.

Таблица 2

Стратегические перспективы ключевых индикаторов эффективности строительных предприятий в аспекте управления их конкурентоспособностью

Аспект сбалансированной системы показателей	Стратегическое управление	Оперативно-тактическое управление
Клиенты	Совокупность данных *KPI* дает комплексную оценку использования ресурсов предприятия и характеризует уровень достижения поставленных целей, выраженных в конкретных показателях	*KPI* производственных и операционных бизнес-процессов в клиентском аспекте необходимо оценивать как способность удовлетворения потребностей клиентов
Финансы		*KPI* финансовых бизнес-процессов необходимо оценивать как способность устанавливать цели через их стоимостное или количественное значение и способность их достигать
Внутрифирменный аспект		*KPI* всех бизнес-процессов отражает оптимальность сформированной внутрифирменной среды и её влияния на эффективность функционирования предприятия
Персонал		*KPI* кадровых бизнес-процессов необходимо оценивать как способность предприятия формировать и эффективно использовать кадровые ресурсы в соответствие с намеченными целями *KPI* инновационной активности предприятия необходимо оценивать как сумму усилий управленческого звена и кадрового состава по достижению поставленных целей развития за счет использования интенсифицирующих факторов в текущей деятельности

Далее в таблице 3 представлена методика расчета стратегических ключевых индикаторов эффективности, устанавливаемых к бизнес-процессам стратегического управления и развития строительных предприятий. Напомним, что некоторые из показателей (ключевых индикаторов эффективности) были рассмотрены выше при разработке методики оценки конкурентоспособности, поэтому в части раскрытия методики расчета дано лишь вербальное описание.

Таблица 3

Методика расчета стратегических ключевых индикаторов эффективности деятельности строительных предприятий

Индикаторы	Источник или способ расчета
Деловая репутация (*Goodwill*)	Баланс (в составе нематериальных активов предприятия), либо как разница между суммой первоначальных инвестиций и суммой чистых активов предприятия
Экономическая добавленная стоимость (*EVA*)	Чистая операционная прибыль, уменьшенная на величину стоимости инвестированного капитала
Устойчивость роста (*Sustainable growth rate*)	Произведение рентабельности собственного капитала предприятия и нормы накопления
Рыночная доля (*Market share*)	Для крупных и крупнейших компаний долю рынка оценивают рейтинговые агентства
Индекс потребительской лояльности (*NPS*)	Соотношение потребителей, готовых к повторным покупкам и готовых рекомендовать строительную продукцию своему окружению к потребителям, которые не готовы к повторным покупкам или не готовы рекомендовать строительную продукцию своему окружению

В таблице 4 представлена методика расчета функционально-операционных ключевых индикаторов эффективности, устанавливаемых к бизнес-процессам строительных предприятий.

Таблица 4

Методика расчета отдельных функционально-операционных ключевых индикаторов эффективности деятельности строительных предприятий

Индикаторы	Источник или способ расчета
Обеспеченность технологиями, основными фондами, материальными ресурсами	Отношение фактических показателей, имеющихся в распоряжении предприятия, материальных ресурсов, технологий и основных фондов к планово установленным показателям
Уровень обеспечения текущих и стратегических потребностей финансовыми ресурсами	Отношение долгосрочных и краткосрочных обязательств и источников самофинансирования к инвестициям в основные фонды, оборотные активы и технологии, включая резервы
Уровень обеспеченности персоналом по основным категориям	Отношение фактической численности сотрудников предприятия к плановым показателям численности (по основным учитываемым категориям персонала)
Индекс доходности инвестиций в персонал предприятия	Отношение операционной прибыли к сумме затрат, направленных на обеспечение функционирования кадровой подсистемы
Соответствие структуры предложения структуре спроса	Отношение структурных показателей товарного портфеля к структурным показателям действительного потребительского спроса за текущий период. Для расчета структурных показателей предложения и спроса можно использовать формулу коэффициента структурной активности. При этом структурные показатели спроса целесообразно корректировать на повышающий коэффициент, характеризующий сокращение жизненного цикла строительной продукции. Для строительных предприятий сокращение жизненного цикла товарной продукции на рынке составляет порядка 10 % в год
Инновационно-исследовательская активность	Рентабельность инвестиций в НИОКР: отношение операционной прибыли от реализации продукции, созданной на основе НИОКР к понесенным инновационно-исследовательским затратам
Интеллектуальная активность персонала	Отношение количества внедренных предложений и изобретений к количеству внесенных сотрудниками предприятия рационализаторских предложений и изобретений

Таким образом, выше нами была проведена адаптация сбалансированной системы показателей для нужд конкурентоспособного устойчивого развития строительных предприятий, а также были разработаны ключевые индикаторы эффективности, устанавливаемые для контроля и мониторинга конкурентоспособности этих предприятий.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дубино Н.В., Пономарева Т.Н Методический аппарат расчета интегрального показателя конкурентоспособности бизнес-организации // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. №12 (95). С 256–262.

2. Пономарева Т.Н., Дубино Н.В. Управление конкурентоспособностью промышленного предприятия: подходы к оценке и выбору показателей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. № 1. 2016. С. 178–184.

3. Цветков Г.А., Донцова Е.Д. Повышение эффективности работы предприятия на основе управления ключевыми индикаторами прибыли // Сборник научных трудов вузов России «Проблемы экономики, финансов и управления производством». № 29. 2010. С. 186–191.

4. Dudin M.N., Frolova E.E. The Balanced Scorecard as a basis for strategic company management in the context of the world economy transformation // Asian Social Science. 2015. Vol. 1. №3. P. 282–288.

5. Johnson C., Beiman I. Balanced Scorecard for State-Owned Enterprises Driving Performance and Corporate Governance // Asian Development Bank. 2007. P.17–19.

6. Niven P.R. Balanced Scorecard step-by-step: maximizing performance and maintaining results. New York: John Wiley & Sons, 2012. P.143.

Информация об авторах
Щетинина Екатерина Даниловна, доктор экономических наук, профессор.
E-mail: schetinina@inbox.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Дубино Наталья Викторовна, кандидат экономических наук, доцент.
E-mail: n.v-d@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Щетинина Е.Д., Дубино Н.В., 2017

Schetinina E.D., Dubino N.V.

BALANCED SYSTEM OF INDICATORSAS THE BASIS OF CONTROLLING COMPETITIVENESS OF CONSTRUCTION ENTERPRISES OF THE REGION

The article is devoted to the development of a balanced system of indicators as a basis for managing the competitiveness of construction companies in the region. The instability of the economy, its susceptibility to the influence of dynamically changing factors of the external environment, hinders the determination of trends in the development of construction enterprises. In connection with the need to increase the competitiveness of construction enterprises, a comprehensive solution of the problem is suggested by applying a system of balanced indicators as a system for assessing the state of components of the enterprise's business processes to determine the need and sequence of their transformation. The introduction of the obtained results allows diagnosing the main problems of increasing the competitiveness of the construction companies in the region, as well as developing a system of strategic measures to increase the efficiency of activities.

Keywords: *competitiveness, management, balanced system of indicators, key indicators, business processes, efficiency, strategies, strategic maps, construction companies.*

Information about the authors

Shetinina Ekaterina Danilovna, Ph.D., Professor.
E-mail: schetinina@inbox.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Dubino Natalia Viktorovna, PhD, Assistant professor.
E-mail: n.v-d@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Schetinina E.D., Dubino N.V., 2017

DOI:10.12737/article_5a001ac941e215.54678519

Минаева Л.А., канд. экон. наук, доц.,
Акимова Г.З., канд. экон. наук, доц,
Дорошенко Ю.А., д-р экон. наук, проф.,
Сомина И.В., д-р экон. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

ldml@list.ru

Рассмотрены подходы к понятию «стратегический анализ», выделены основные общеметодологические принципы стратегического анализа. Рассмотрены основные отличия стратегического анализа от маркетингового анализа. Выделены проблемы в оценке стратегического потенциала. Даны характеристики основным методам стратегического анализа: SWOT-анализ, бенчмаркинг, анализ стейкхолдеров, анализ цепочки создания ценности и выделение процессов, оказывающих максимальное влияние на создание потребительной стоимости и ценности продукта для потребителя, анализ навыков персонала, способствующих стратегическому развитию организации, анализ гибкости. Уделено внимание стратегической разведке как современному элементу стратегического анализа.

Ключевые слова: *стратегия, стратегический анализ, стратегический потенциал, маркетинговый анализ, стратегическая разведка, стратегия развития организации.*

Введение. Одним из необходимых условий повышения конкурентоспособности отечественных предприятий в условиях введения санкций для России и реализации политики импортозамещения является повышение качества разрабатываемых стратегий и принимаемых стратегических решений. Эффективное использование современных методик стратегического анализа позволяет системно изучать важные элементы внешней и внутренней среды, разрабатывать альтернативные стратегии организации.

Снижение уровня внешнеэкономических связей, уменьшение товарооборота между странами выявило ряд проблем в российской экономике. Предприятия страны с целью улучшения своих конкурентных позиций вынуждены проводить активную работу по оценке и анализу потенциальных ресурсов, способствующих развитию организации в долгосрочной перспективе. Россия столкнулась с серьезными экономическими вызовами, с неблагоприятной конъюнктурой на мировых рынках, однако, по мнению президента РФ, главными причинами торможения экономики являются «внутренние проблемы: прежде всего это дефицит инвестиционных ресурсов, современных технологий, профессиональных кадров, недостаточное развитие конкуренции, изъяны делового климата» [1]. Данные проблемы не позволяют в полной мере отечественным предприятиям реализовать потенциальные возможности.

Ограниченность ресурсов и, соответственно, повышение спроса на них отрицательно влияют на экстенсивный путь наращивания потенциала предприятия и его эффективное использование. Новым этапом инноватизации экономики является переход к открытым инновациям. Это приводит к сложностям при прогнозировании хозяйственной деятельности [2]. Перед организациями стоит задача оценки и рационального использования своего стратегического потенциала. Решение этой задачи связано с необходимостью поиска возможностей, которые обеспечат предприятию устойчивые конкурентные преимущества.

Все более актуальным становится процесс стратегического анализа, определения составляющих стратегического потенциала отдельной организации, применения тех или иных методов оценки уровня стратегического потенциала.

Основные подходы к совершенствованию стратегического анализа, как и любого другого экономического явления, должны базироваться на системном определении и анализе вклада ключевых влияющих факторов [3]. Актуальность исследования современных методов стратегического анализа основывается на формировании нового уклада экономики, ее инновационной ориентированности, зависимости от изменений окружающей среды.

Методология. Вопросы стратегического анализа с точки зрения ресурсной теории стратегического менеджмента рассматриваются такими учеными, как: И. Ансофф, Р. Грант, Г. Минцберг, К. Прахалада и др. С точки зрения комплекса способностей, компетенций и ресурсов, лежащих в основе анализа стратегического потенциала, его рассматривают: В.В. Васильева, Е.В. Лагунова, А.Г. Плеханов, В.Е. Рохчин, А.М. Чуйкин и др.

В системе научных знаний стратегический анализ занимает двойственное положение: с одной стороны, стратегический анализ является разновидностью экономического анализа наряду с оперативным и текущим анализом, а с другой стороны, он выступает одним из этапов процесса стратегического менеджмента. Существуют различные подходы к определению понятия стратегического анализа. Большинство авторов используют термин «стратегический анализ» в узком смысле, выделяя только изучение факторов внешней и внутренней среды. Более широкое определение дают А.Н. Хорин и В.Э. Керимов: «стратегический анализ выражается в поиске и отборе стратегических альтернатив» [4].

Неоднозначно определяют ученые место стратегического анализа в процессе стратегического управления. Как первый этап стратегического процесса (сбор информации о внутренней и внешней среде организации для оценки вариантов при определении стратегических целей) рассматривают стратегический анализ Д. Кэмпбел, Дж. Стоунхаус и Б. Хьюстон [5]. Взгляд на стратегический анализ, как на первый этап стратегического управления, предшествующий выработке миссии и формулированию целей организации разделяют В.А. Баринов и В.Л. Харченко[6], В.Д. Маркова и С.А. Кузнецова [7], В.Н. Парахина, Л.С. Максименко и С.В. Панасенко [8], А.Н. Хорин и В.Э. Керимов [4].

Существует также точка зрения, что начальным этапом стратегического управления является определение миссии и целей организации, и лишь затем осуществляется стратегический анализ, результаты которого используются для разработки стратегии. Наиболее оптимальным, с нашей точки зрения, является подход Ф. Котлера, который заключается в расположении этапа стратегического анализа между определением миссии и формированием целей.

Стратегический анализ зачастую связывают с анализом потенциальных возможностей организации. Причем, ряд авторов в стратегическом потенциале видят совокупность имеющегося (текущего) потенциала и потенциала будущего (потенциала развития). Такую точку зрения высказывает А.А. Лунева и др. Материальную и нематериальную составляющие стратегического потенциала выделяют такие ученые, как В.М. Безуглая, О.В. Кириллина, А.П. Романов, Г.Г. Серебренников, М.К Чавыкина и др. Различие подходов к определению сущности стратегического потенциала, его ресурсной составляющей говорит о незавершенности теоретических и практических исследований.

С точки зрения инновационного обеспечения инновационного прорыва РФ, более четкого позиционирования страны в мировой экономике стратегический анализ рассматривается как средство информационно- аналитического обеспечения принятия эффективных управленческих решений по ускорению перехода экономики современной России на инновационный путь развития в условиях обострения глобальной конкуренции [9]. Такого подхода придерживаются Н.Н. Илышова и Г.Б. Чувашова, подтверждая его целесообразность для обслуживания потребности в формировании долговременных программ социально-экономического развития страны. По их мнению, «в современных трансформационных условиях, весьма сложных для обеспечения успешного развития национального хозяйства, прежний отраслевой анализ должен дополняться рядом других видов:

- анализом наиболее крупных международных рынков (нефти, газа, угля, черных и цветных металлов, леса иных видов минерально-сырьевых ресурсов);

- конкурентным анализом позиций стран-соперниц по важнейшим видам стратегического сырья и продуктов;

- межстрановым сравнительным анализом соотношения сложившихся темпов, условий и перспектив развития экономик наиболее крупных регионов и национальных хозяйств ведущих стран;

- комплексным социально-политическим и экономическим анализом ситуации на мегауровне (по миру в целом)» [9].

Основная часть. Как правило, в современной теории и практике анализа выделяют аспектный и системный подходы. Анализ, в основе которого лежит аспектный подход, направлен на выбор одного аспекта, который считается наиболее актуальным и важным в определенный период времени. Аспектный подход применим для анализа экономических, социальных, психологических и т.п. проблем. В случае системного подхода анализируются все максимально выявленные аспекты проблемы, учитывается их взаимосвязь и взаимообусловленность. Такой подход позволяет определить характер связи между различными аспектами проблемы.

В процессе стратегического анализа используются общеметодологические принципы:

- принцип системности, основанный на системном подходе, согласно которому любой объект стратегического анализа рассматривается как система, т.е. совокупность взаимосвязанных элементов, имеющих вход (ресурсы), выход (результаты деятельности), связь с внешней средой и обратную связь;

- принцип комплексного анализа всех составляющих подсистем, элементов внешней и внутренней среды организации;

- динамический принцип, требующий рассмотрения объекта анализа в диалектическом развитии, в причинно-следственных связях и соподчиненности;

- принцип сравнительного анализа, предполагающий сравнение результатов деятельности организации с показателями конкурентов или стандартами;

- принцип учета специфики деятельности организации (отраслевой, региональной и т.д.) [10].

Большинство универсальных требований для проведения маркетингового и стратегического анализа совпадают. Принципы объективности, системности, достоверности, научности, комплексности, целенаправленности и экономичности применимы для обоих видов анализа. Различия обусловлены специфическими требованиями к проведению анализа. Для маркетингового анализа важна точность и регулярность проведения исследований. Для стратегического анализа наибольшую ценность имеет учет факторов неопределенности, поэтому широко используются неформальные методы анализа [10].

В последние годы для государственных нужд все больше используются результаты маркетингового анализа (так называемый макромаркетинг), несмотря на то, что традиционно маркетинговый анализ направлен на решение проблем, связанных с рыночным саморегулированием. Вопросы государственного управления до недавнего времени находились вне сферы его приложения.

Для маркетингового и стратегического анализа применим комплекс статистических, эконометрических, социометрических, квалиметрических, бихевиористических и др. методов. Наиболее распространенными можно считать такие статистические методы, как:

- абсолютные, средние и относительные величины;

- динамические ряды и ряды распределения;

- группировки;

- индексный анализ; вариационный и дисперсный анализ;

- корреляционно-регрессионный и многомерный анализ;

- графический метод, трендовые модели, методы экспертных оценок [10].

Наряду с общими чертами, стратегический анализ кардинально отличается от конкурентного анализа. Во-первых, имеются различия в объектах исследования. Объектом исследования маркетингового анализа является организация и окружающие субъекты, влияющие на маркетинговую среду (потребители, клиенты). Объектом стратегического анализа являются предприятия и организации (прежде всего крупные компании), отрасли, регионы, способные оказывать существенное влияние на уровень конкурентной борьбы. Основное внимание маркетингового анализа направлено на целевые рынки – как существующие, так и потенциальные. Интерес стратегического анализа состоит в исследовании поведения основных соперников в рыночной борьбе.

Во-вторых, имеются различия в предметах исследования. В качестве предмета маркетингового исследования выступает изучение коммерческой (маркетинговой) деятельности базового предприятия на рынке, а также любых рыночных процессов и явлений, каким-либо образом связанных с его деятельностью. Основной предмет стратегического анализа – коммерческая деятельность и другие характеристики крупных фирм, отраслей, регионов и национальных экономик, несущих в себе конкурентные угрозы. То есть, если маркетинговый анализ в большей степени ориентирован на собственное предприятие и его связи с потребителем, то стратегический анализ направлен на внешнюю среду (ближнее и дальнее окружение), хотя его результаты также необходимы для корректировки внутренней деятельности предприятия.

В-третьих, временной горизонт. Маркетинговый анализ осуществляется для решения текущих проблем и направлен на краткосрочное планирование. Стратегический анализ ставит своей целью выявить и смоделировать базовые закономерности и тенденции рынка на далекую перспективу. Для него характерны краткосрочный (до 3-5 лет), среднесрочный (до 10 лет), долгосрочный (10-20 лет) временные горизонты планирования.

В-четвертых, источники информации. Для маркетинговых исследований характерны следующие источники информации:

- профессиональные базы и банки данных, печатные источники;

- данные, предоставляемые специальными службами биржевой и финансовой информации, брокерскими компаниями, банками и другими фирмами;

- данные, предоставляемые государственными службами, различными коммерческими организациями, научно-исследовательскими учреждениями и др.;

- электронные базы данных или периодически обновляемые печатные издания;

-данные, предоставляемы государственными статистическими службами;

- СМИ, телекоммуникационные сети.

К основным информационным источникам стратегического анализа относятся:

- данные стратегической конкурентной разведки;
- прогнозы социально-экономического и научно-технического развития;
- отраслевые прогнозы;
- результаты маркетинговых исследований;
- аналитические разработки зарубежных и отечественных спецслужб.

В работах российских и зарубежных ученых, по-прежнему, особое внимание отводится методам оценки стратегического потенциала. Применение аспектного и системного подходов сопряжено с трудностями количественной оценки составляющих стратегического потенциала. Большинство отечественных предприятий испытывают проблемы при проведении комплексной оценки собственного стратегического потенциала. Чаще всего это можно объяснить отсутствием квалифицированных кадров для сбора и обработки необходимой информации.

Величина стратегического потенциала предприятия в литературных источниках представлена как степень использования имеющихся ресурсов. Знание этой величины необходимо для выявления резервов роста предприятия, обеспечения эффективной работы внутри предприятия и его активного взаимодействия с внешними факторами окружающей среды. [11].

В основу оценки стратегического потенциала организации была положена ресурсная теория стратегического менеджмента. Основателями ресурсного подхода оценки потенциала организации являются Р. Грант, И. Ансофф, Г. Минцберг, К. Прахалада и др. По предложенной учеными теории первостепенное значение отводится ресурсам и возможностям организации.

Несмотря на множество имеющихся теоретических разработок оценочного механизма единого подхода в теории экономики организации и менеджмента до сих пор не сформулировано. Невозможность создания универсальной оценочной методики можно объяснить наличием противоречивости в самом понятии стратегического потенциала.

Термин «стратегический потенциал организации» широко используется учеными, занятыми исследованием функционирования бизнеса. При этом взгляд ученых на сущность этой экономической категории различный. Некоторые ученые не видят различия между «стратегическим» и «экономическим» потенциалом. В трудах других ученых более широким понятием считается экономический потенциал, который, по мнению этих ученых, включает в себя не только стратегический потенциал, но и рыночный, производственный, инновационный, финансовый и др. потенциалы.

Имеется также мнение, что стратегический потенциал – категория более широкая, раскрывающая способность организации анализировать ситуацию, которая находится во внешней среде, оценивать конъюнктуру на рынках. Можно сказать, что «стратегический потенциал – это способность организации адаптироваться к условиям внешней среды, которые изменяются за счет:

- постоянного наблюдения за изменением потребностей и спроса на товары и услуги, выдвижением и реализацией конкурентоспособных идей, которые наилучшим образом удовлетворяют эти потребности и спрос;
- приспособления производственного процесса к наиболее эффективному выполнению организацией своих функций» [12].

Особую сложность представляет оценка степени адаптивности стратегического потенциала организации, т.к. она определяется не только внутренними составляющими организации, но и внешними воздействиями на нее.

По мнению В.В. Васильевой, диагностика стратегического потенциала – «ответственная операция стратегического планирования». Правильно проведенная оценка стратегического потенциала является базой для разработки стратегических альтернатив.

Подходы к методическому обеспечению оценки стратегического потенциала в научной литературе различны. Ряд авторов выделяет:

- SWOT-анализ (анализ сильных и слабых сторон, возможностей и опасностей организации);
- бенчмаркинг (главная цель метода состоит в сравнении эффективности организации по различным параметрам);
- анализ стейкхолдеров (выявление ключевых стейкхолдеров и выстраивание с ними долговременных взаимовыгодных отношений);
- анализ цепочки создания ценности (выделение процессов, оказывающих максимальное влияние на создание потребительной стоимости и ценности продукта для потребителя);
- анализ навыков (выявление и поддержание навыков персонала, способствующих стратегическому развитию организации;
- анализ гибкости (определение степени адаптивности к изменениям внешней среды). [13]

Как известно, аналитические технологии разделяются на формальные и неформальные. Формальные технологии компьютеризируются,

неформальные реализуются при решающем участии человеческого интеллекта (который может получать при этом компьютерную поддержку).

На практике применяется совокупность методов, включая элементы конкурентной разведки. Как указывает Я. Гордон, «конкурентная разведка представляет собой процесс получения публично доступной информации для достижения целей компании – процесс, облегчающий организационное усовершенствование, дифференциацию и победу над соперниками в конкурентной борьбе» [14]. Основа конкурентной разведки – анализ статики и динамики бизнеса конкурентов на основе открытой и закрытой информации и своевременное представление результатов такого анализа.

В стратегическом анализе все в большей степени используются факторный, кластерный, корреляционный и регрессионный анализы, а также метод экспертных оценок. Применение данных методов характеризует как их достоинства в определенных областях использования, так и неизбежные ограничения, нерешенные теоретико-методологические вопросы, наличие некоторых пробелов в науке и практике стратегического управления.

Выводы. В процессе стратегического анализа используются общеметодологические принципы: системный подход; принцип комплексного анализа всех составляющих подсистем, элементов внешней и внутренней среды организации; динамический принцип; принцип сравнительного анализа; принцип учета специфики деятельности организации.

Методы, используемые в стратегическом анализе, условно можно разделить на две крупные группы: общенаучные и специфические, используемые преимущественно в стратегическом анализе.

Основные подходы к оценке стратегического потенциала организации обладают рядом недостатков, связанных, прежде всего с тем, что большая часть показателей использования ресурсов не может быть определена статистически и базируется на субъективных мнениях экспертов. Поэтому рационально применять оценки, которые могут быть обоснованы. При использовании того или иного метода оценки стратегического потенциала следует применять системный подход, в основе которого – ориентация на максимальное рассмотрение и учет всех аспектов проблемы, взаимосвязь аспектов и их взаимообусловленность.

В процессе стратегического анализа следует придерживаться общеметодологических принципов: системности, комплексного анализа. Методы стратегического анализа должны быть ориентированы на рассмотрение объекта анализа в его развитии с учетом причинно-следственных связей и соподчиненности, сравнение полученных результатов деятельности организации с показателями конкурентов и стандартами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Послание Президента Федеральному собранию [Электронный ресурс] http://www.kremlin.ru/events/president/news/53379

2. Чуйкин А.М. Методологические основы анализа стратегического потенциала обучающихся организаций // Вестник российского государственного университета им. И. Канта. 2010. Вып. 5

3. Валько Д.В. Методический инструментарий оценки стратегического потенциала организации // Вестник Совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. 2015. [Электронный ресурс] http://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskiy-instrumentariy-otsenki-strategicheskogo-potentsiala-organizatsii

4. Хорин А.Н., Керимов В.Э. Стратегический анализ. М.: Эксмо, 2006. 448с.

5. Кэмпбел Д., Стоунхаус Дж., Хьюстон Б.Стратегический менеджмент.;пер. с англ. Н.И.Алмазовой. М.: ООО «Издательство Проспект», 2003. -336с.

6. Баринов В.А., Харченко В.Л. Стратегический менеджмент. М.: ИНФРА–М, 2011. 284с.

7. Маркова В.Д., Кузнецова С.А. Стратегический менеджмент. М.: ИНФРА-М; Новосибирск: Сибирское соглашение, 2004. 287с.

8. Парахина В.Н., Максименко Л.С., Панасенко С.В. Стратегический менеджмент. М.: КНОРУС, 2006. 495с.

9. Илышев А.М., Илышева Н.Н., Селевич Т.С. Стратегический конкурентный анализ в транзитивной экономике России. М.: Финансы и статистика; ИНФРА. М, 2014. 480с.

10. Современный стратегический анализ. под ред. П.В. Иванова. Ростов н/Д: Феникс, 2014. 589с.

11. Рохчин В.Е., Ветрова Е.Н., Полянский А.В. Управление стратегической конкурентоспособностью промышленного предприятия на основе развития его потенциала. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2012. 262с.

12. Романов А.П, Серебренников Г.Г., Безуглая В.М., Кириллина О.В., Чарыкова М.К. Управление экономическим потенциалом организации. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. 88с.

13. Минаева Л.А., Акимова Г.З. Основные подходы к оценке стратегического потенциала организации / Экономика. Общество. Человек: межвузовский сборник научных трудов. Вып.

XXXII // науч. ред. д-р экон. наук, проф. Е.Н. Чижова, сост. С.В. Бацанова; Белгор. гос. Технол. ун-т им. В.Г. Шухова; Белгор. регион. отд-е РАЕН. Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. С.275–283

14. Гордон Я. Целевая конкуренция: Пер с англ. Вершина, 2006. 368с.

Информация об авторах
Минаева Людмила Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры стратегического управления.
E-mail: ldml@list.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Акимова Галина Захаровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры стратегического управления.
E-mail: galina.akimova.2012@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Дорошенко Юрий Анатольевич, доктор экономических наук, заведующий кафедрой стратегического управления
E-mail: Su402@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Сомина Ирина Владимировна, доктор экономических наук, доцент кафедры стратегического управления.
E-mail: irasomina@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Минаева Л.А., Акимова Г.З., Дорошенко Ю.А., Сомина И.В., 2017

Minaeva L.A., Akimova G.Z., Doroshenko Y.A., Somina I.V.
METHODOLOGICAL ASPECTS OF STRATEGIC ANALYSIS

The approaches to the concept of "strategic analysis", identified the main methodological principles of strategic analysis. Considered the main differences between strategic analysis and marketing analysis. Highlighted problems in the assessment of strategic potential. The characteristics of the main methods of strategic analysis: SWOT analysis, benchmarking, stakeholder analysis, analysis of value chain and selection of the processes that have maximum impact on the creation of use value and product value for the consumer, analysis skills of staff, contributing to the strategic development of the organization, the analysis of flexibility. Attention is paid to strategic intelligence as a modern element of strategic analysis.

***Keywords**: strategy, strategic analysis, strategic potential, marketing analysis, strategic intelligence, strategy development of the organization*

Information about the authors
Minaeva Lyudmila Alekseevna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: ldml@list.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Akimova Galina Zakharovna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: galina.akimova.2012@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Doroshenko Yuri Anatolyevich, Ph.D., Professor.
E-mail: Su402@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Somina Irina Vladimirovna, Ph.D., Professor.
E-mail: irasomina@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Minaeva L.A., Akimova G.Z., Doroshenko Y.A., Somina I.V., 2017

DOI: 10.12737/article_5a003894058d21.52682172

[1]Усманов Д.И., канд. экон. наук, ст. преп.,
[2]Усманов И.У., канд. экон. наук, проф.
[1]Белгородский государственный национальный исследовательский университет
[2]Таджикский государственный университет коммерции

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ГЛОБАЛИЗАЦИИ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ НЕРАВЕНСТВО РЕГИОНОВ (ЧАСТЬ 2)

usmanov@bsu.edu.ru

В статье представлена схема влияния факторов глобализации на социально-экономическое неравенство регионов с обоснованием процессов глобализации, направлений воздействия, прямых и косвенных факторов глобализации с конечной фазой возможных изменений. Авторы уделают особое внимание объяснению роли и значимости выдвигаемых факторов как основных критериев анализа межрегиональной дифференциации в условиях глобализации. Так же приводится сравнительное сопоставление методологических подходов исследования взаимосвязи неравенства и экономического роста.

Ключевые слова: *неравенство регионов, глобализационные процессы, направления воздействия, глобализационные факторы, концентрацию производства и экономическая активность, региональной специализации, экономический рост, либерализация торговли, конвергенция и др.*

Первая часть одноименной статьи была посвящена теоретическому анализу глобализационных факторов и обзору методов и показателей исследования социально-экономического неравенства регионов, представленных в отечественной экономической литературе (20 источников). Следовательно, на базе полученных результатов исследования мы решили структурировать и построить конкретную схему влияния факторов глобализации на неравенство регионов в условиях нестабильности экономической среды.

Построим схему влияния факторов глобализации на неравенство регионов (рис. 1).

Рис. 1. Схема влияния факторов глобализации на социально-экономическое неравенство регионов

К числу основных глобализационных процессов, развитие которых оказывает влияние на изменение социально-экономического неравенства, мы отнесли международную экономиче-

скую интеграцию, либерализацию торговли товарами и услугами, упрощение международной миграции трудовых ресурсов, инвестиционную деятельность и диффузию технологий производства и современных методов управления. Воздействие перечисленных процессов на региональную экономику в целом происходит через снижение «издержек границ» и возникновение агломерационных эффектов.

Глобализационные факторы неравенства регионов мы разделили на две группы: прямого и косвенного воздействия. Рассмотрим их более подробно.

Изменение отраслевой структуры региона и, как следствие, более эффективное размещение экономической деятельности, происходит через *концентрацию производства и экономической активности*, которая, в свою очередь, хорошо отражается пространственным распределением населения (в частности, в сельском хозяйстве, обрабатывающей промышленности, строительстве, сфере услуг). *Географическая концентрация* определяется в отношении вида экономической деятельности, сектора, подсектора, промышленной группы и т.п. и означает степень сосредоточения или разреженности промышленного производства в рамках конкретной территории. Необходимо различать абсолютную и относительную концентрацию. Сектор промышленности является *абсолютно сконцентрированным*, если несколько стран, независимо от их размеров, составляют довольно значимые доли в общем объеме данного производства [33, С. 76]. Сектор промышленности является *относительно сконцентрированным*, если какой-то один вид деятельности отличается от тех, которые в среднем наиболее распространены в объемах промышленного производства в странах. Неоклассическая теория обычно имеет дело с относительной концентрацией, новая экономическая география – с абсолютной, новая теория торговли предусматривает оба вида [34].

С одной стороны, наиболее высокий уровень концентрации имеет место в сельском хозяйстве и смежных видах деятельности пищевой промышленности (вне городских агломераций), в добывающей, горнодобывающей и сталелитейной промышленностях (в соответствии с природными месторождениями), некоторых других. С другой стороны, некоторые виды экономической деятельности в обрабатывающей промышленности, в которых велик эффект от масштаба, на практике не имеют высокого уровню географической концентрации [35, С. 37].

Говоря о современной тенденции концентрации экономической активности, мы подразумеваем, что население, которое ранее было рассеяно на периферии, сегодня стремится сосредоточиться в центральном регионе. Достаточно наглядно данных процесс отражает модель новой экономической географии. В теории такая модель строится на примере двух регионов, но на практике она выглядит недостаточно реалистичной. Т. Табучи расширил классическую модель до случая с несколькими регионами и обосновал причины исторического перемещения населения в городские агломерации (с 2009 года доля населения, проживающего в городских агломерациях, превысила долю сельского населения в мире). Мультирегиональная модель Т. Табучи подтверждает классическую модель П. Кругмана в части рыночных эффектов и общественного благосостояния.

Изменение отраслевой структуры региона, повышение эффективности размещения видов экономической деятельности влияет на динамику неравенства регионов через *изменение региональной специализации*, которое происходит достаточно медленно. *Специализация* рассматривается относительно региона, а именно, его структуры занятости, и выявляет ситуацию, когда какие-то виды производства в регионе доминируют, или же промышленное производство равномерно диверсифицировано [36, С. 131].

Снижение торговых издержек в условиях интеграционного процесса приводит к росту специализации, увеличению разнообразия промежуточных товаров и усложнению процесса производства [37, С. 813–828]. Такое усложнение стимулирует возникновение концентрации промышленности в отдельных регионах [38], формированию промышленных кластеров [39, С. 409–435] и неизбежно приводит к росту неравенства между регионами [40, С. 229–240]. Исследование регионов Европейского Союза показало снижение уровня специализации в некоторых регионах по широкому перечню видов экономической деятельности [41].

Влияние глобализационных факторов на социально-экономическое неравенство регионов происходит *через изменение территориальной структуры занятости и производительности труда.* Попытаемся объяснить влияние интеграционных процессов на изменение социально-экономического неравенства регионов через изменение производительности посредством рассмотрения положений неоклассической модели движения факторов производства и модели факторов производства Хекшера-Олина. Неоклассическая модель движения факторов производства показывает, что их свободное перемещение в процессе интеграции и либерализации торговли при-

водит к снижению межрегионального неравенства, но оказывает различное влияние на регионы в зависимости от их уровня социально-экономического развития. В неоклассической модели неравенство в доходах между регионами объясняется разницей в соотношении труда и капитала. «Богатые» регионы имеют больше капитала в расчете на одного работника, более высокие заработные платы, но отдача капитала будет выше в «бедных» странах [42, С. 58–59]. Однако, надо отметить, что различия в производительности более значимы для дифференциации регионов, чем разница в наделенности факторами производства (но не всегда). Различия в производительности объясняют закономерное влияние глобализации на растущее неравенство. Модель факторов производства Хекшера-Олина четко определяет каналы, по которым глобализация влияет на региональное неравенство внутри страны.

Изначально высокий уровень специализации региона в конкретной отрасли негативно влияет на рост занятости (что в целом согласуется с общей тенденцией снижения уровня специализации). В европейских регионах такое негативное влияние наблюдается в отраслях, зависящих от природных ресурсов и в сфере обслуживания этих отраслей [43].

Рост объемов промышленного производства и торговли, как увеличение инвестиций (отечественных и зарубежных) в основной капитал оказывает влияние на изменение социально-экономического неравенства регионов *через экономический рост* и перераспределение экономической активности [44, С. 57–94]. Действительно, снижение «издержек границы» способствует поляризации производственной деятельности внутри страны. В условиях усиливающейся интеграции, возникающие агломерационные процессы приводят к росту дифференциации регионов по уровню социально-экономического развития. Снижение транспортных расходов повышает благосостояние владельцев факторов производства в более богатых регионах за счет бедных регионов. Региональное неравенство, в основном, усиливается там, где наблюдается эффект масштаба. Небольшая обратная зависимость между региональным неравенством и уровнем экономического развития (как предпосылки интеграции) была обнаружена при исследовании ряда субсистем и европейских регионов [45, С. 53–72].

Здесь мы должны отметить, что часто в литературе рассматривается обратная связь – влияние неравенства на экономический рост, причем единого мнения по данному вопросу не выявлено. Так, классическим считается вывод о том, что неравенство позитивно стимулирует экономический рост [46, С. 738]. Однако, например, сравнительный анализ развития Южной Кореи и Филиппин показал, что две страны, имеющие схожие ключевые показатели (ВВП на душу населения, инвестиции на душу населения, средний объем сбережений), но разный уровень дифференциации населения (уровень неравенства в Филиппинах был вдвое выше) в 1960-х годах, имели разные темпы экономического роста [47, С. 11–92]. Известны и другие работы, доказывающие, что неравенство замедляет рост экономики [48, С. 1615–1660].

Мы считаем, что в региональной экономике можно рассматривать оба варианта зависимости. Экономический рост на начальном этапе может приводить к усилению неравенства, однако впоследствии оно будет сглаживаться. По теории С. Кузнеца, снижение неравенства способствует экономическому росту, который, в свою очередь, приводит к сокращению неравенства [49, С. 1–28]. При этом, исследования последних лет часто не подтверждают правомерность такой взаимосвязи [50].

Современные научные доктрины связывают экономический рост с тремя факторами: либерализацией торговли, технологическими изменениями и появлением новых организационных форм.

Либерализация торговли (снижение издержек границы) должна способствовать экономическому росту, так как это увеличивает эффективность экономики, однако данный эффект неоднозначно отражается на региональном неравенстве. Численность работников может сократиться в сферах производства, конкурирующих с импортом, и возрасти в экспортном секторе. При этом общий уровень неравенства не изменится [51, С. 1–21].

Рассмотрим более подробно методологические подходы к исследованию взаимосвязи неравенства и экономического роста (табл. 1).

Как мы видим из таблицы 1, в большинстве эмпирических исследований для оценки неравенства используется коэффициент Джини (по уровню доходов или ренты) или доля доходов. Различия в результатах исследования могут быть объяснены разным качеством выборки, периодом исследования, объемом выборки и методами оценки. Взаимосвязь факторов глобализации (через интеграционные процессы) и социально-экономического неравенства носит двойственный характер. С одной стороны, есть мнение, что экономическая интеграция является долгосрочным процессом, что в конечном итоге приводит к сокращению неравенства за счет расширения торговых отношений, большей мобильности факторов производства и распространения технологий. Эта точка зрения основана на неоклассических

предположениях о работе экономики и утверждает, что возникающие в процессе экономической интеграции рыночные силы, в целом, выгодны для наименее развитых регионов и приводят к большей консолидации. С другой стороны, есть утверждение, что потери и выгоды от экономической интеграции вряд ли будут равномерно распределяться в пространстве. Напротив, более продвинутые регионы, как ожидается, выиграют больше, в то время как отстающие (и, возможно, менее благополучные) регионы, скорее всего, получают меньше выгод, или даже начнут отставать по уровню экономического развития. В результате увеличение неравенства основывается прежде всего на внутренней и внешней экономии от масштаба, техническом прогрессе и структурных преобразованиях [52, С. 375–391].

Таблица 1

Методологические подходы к исследованию взаимосвязи неравенства и экономического роста

Исследователи	Выборка	Метод оценки	Влияние на неравенство
Межстрановые сопоставления			
Persson and Tabellini (1994)	Развитые страны, некоторые наименее развитые страны. Низкое качество выборки. 1830–1985	Обобщенный метод наименьших квадратов (OLS)	Отрицательный эффект от доли дохода наиболее богатых 20 %
Исследователи	Выборка	Метод оценки	Влияние на неравенство
Межстрановые сопоставления			
Alesina and Rodrik (1994)	70 стран. Низкое качество выборки. 1960–1985	Обобщенный метод наименьших квадратов (OLS) и Двухэтапный метод наименьших квадратов (2SLS)	Отрицательный эффект по критерию дохода и ренты Джини
Birdsall, Ross and Sabot (1995)	74 страны. Низкое качество выборки. 1960–1985	Обобщенный метод наименьших квадратов (OLS)	Отрицательный эффект (соотношение доли дохода наиболее богатых 20 % и бедных 40 %)
Deininger and Squire (1998)	27 развивающихся стран. Высокое качество выборки. 1960–1992	Обобщенный метод наименьших квадратов (OLS)	Отрицательный эффект по критерию ренты Джини, по критерию дохода Джини – незначительный
Forbes (2000)	30 (наиболее развитые). Высокое качество выборки. 1965–1995	Панельные данные (четыре метода)	Отрицательный долгосрочный эффект, но положительный краткосрочный эффект по критерию дохода Джини
Banerjee and Duflo (2000)	45 или 50 стран. 1965–1995	Панельные и нелинейные	Нет робастного эффекта воздействия неравенства на экономический рост; изменения в неравенстве уменьшают экономический рост
Petrakos et al. (2011)	249 регионов Европейского Союза (NUTS II). 1990–2003	β-конвергенция	Зависимость между региональным ростом и уровнем регионального развития принимает зеркальное отображение J. Региональные факторы дивергенции со временем усиливают свое влияние и становятся доминирующими среди остальных факторов.

Сторонники неоклассической теории утверждают, что различия связаны с уменьшением роста посредством активации трех механизмов конвергенции:

1. Первый механизм базируется на неоклассической модели роста (Solow, 1956; Swan, 1956), которая предполагает постоянную отдачу от масштаба, убывающую предельную производительность капитала, взаимозаменяемость труда и капитала и экзогенно определяет технический прогресс. Эти предположения показывают, что, чем дальше экономика от своего стационарного состояния, тем быстрее будет рост уровня доходов. Другими словами, выравнивание регионов при развитии их экономик по направлению к стационарному состояния приводит к снижению темпов

роста, поскольку предельная производительность капитала снижается.

2. Второй механизм рассматривается в рамках неоклассической теории торговли (Хекшер, 1991; Олин, 1933; Самуэльсон, 1949), которая вводит понятие сравнительных преимуществ. В этом контексте, регионы экспортируют продукты, в производстве которых интенсивно используют преобладающие (и дешевые) факторы производства, и импортируют продукцию, которая требует интенсивного использования дефицитных (и дорогих) факторов производства. Торговая интеграция, таким образом, приведет к тому, что цены на продукцию и факторы производства выровняются.

3. Третий механизм рассматривается в неоклассической модели движения факторов производства (Борхас, 1989). Модель предсказывает выравнивание цен на факторы производства при условии их свободного движения.

Мы считаем, что исследования в данной области на сегодняшний день имеют и некоторые упущения. Так, не проводится анализ трудовых ресурсов в условиях развития миграционных процессов, в то время как исследование Оксфордского университета для Европейской Комиссии показало, что только в первые два года после вступления какой-либо страны в ЕС от 250 до 450 тысяч человек перемещаются с Востока на Запад.

Более совершенные модели должны учитывать схожесть и различия регионов. Наконец, необходимо отдельным фактором учесть приграничный статус региона. Дальнейшая работа в данном направлении позволит исправить данные недоработки.

Таким образом, исследовав применяемые в отечественной и зарубежной практике подходы к идентификации методологии оценки влияния факторов глобализации на социально-экономическое неравенство регионов, мы можем сделать некоторые выводы.

1. Современные исследования в области международной торговли и размещения экономической активности позволяют выработать некоторые методические подходы к влиянию глобализационных процессов на размещение производства. Основными движущими силами глобализации являются либерализация внешнеэкономических отношений и научно-техническое развитие. Принято считать, что процессы либерализации торговли приносят долгосрочные экономические и неэкономические выгоды для обеих торгующих сторон. Однако либерализация торговли также включает в себя два вида краткосрочных издержек для экономики: распределительные расходы, и состояния платежного баланса в связи с быстрым ростом импорта.

2. Развитие исследований влияния глобализационных процессов на неравенство регионов в части теории происходит преимущественно в сфере новой экономической географии, теорий размещения, новой и новейшей теорий международной торговли. При этом теоретические положения постоянно тестируются эмпириками.

3. Исследования последних лет показывают, что экономическая интеграция не столь положительно отражается на экономическом развитии стран и регионов, как предполагалось ранее. Она приводит и к негативным последствиям, связанным с неравномерным развитием внутренних регионов. Современные научные доктрины, (новая экономическая география, новая и новейшая теории международной торговли), рассматривают интеграционные процессы через призму снижения издержек границы, увеличения объемов торговли и отмечают их влияние на рост социально-экономического неравенства регионов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. The location of European industry : Report prepared for the Directorate-General for Economic and Financial Affairs, European Commission / K. H. Midelfart-Knarvik, H. G. Overman, S.J. Redding [et al.] ; Commission of the European Communities, Directorate-General for Economic and Financial Affairs. – Brussels : Directorate-General for Economic and Financial Affairs, Commission of the European Communities, 2000. 76 p. : ill. – (Economic papers (Brussels, Belgium) ; № 142).

2. Haaland J., Kind H., Midelfart-Knarvik K. What determines the economic geography of Europe? // CEPR Discussion Paper. 1999. № 2072.

3. Bode E., Krieger-Boden C., Soltwedel R. European integration, regional structural change and cohesion in the EU: cross-country summary [S. l.] : IfW, 2005. 37 p. (EURECO, The Impact of European Integration and Enlargement on Regional Structural Change and Cohesion. Workpackage ; № 2).

4. Растворцева С. Н. Управление развитием процессов концентрации экономической активности в регионе: подходы новой экономической географии.Москва : Экон-Информ, 2013. 131 с.

5. Noblet S. Coordination costs and the redispersion of industrial activities // Papers in Regional Science. 2011. Vol. 90. № 4. P. 813–828.

6. Fujita M., Krugman P., Venables A. J. The spatial economy: cities, regions, and international trade. Cambridge, Massachusetts : The MIT Press, 1999. 367 p.

7. Ottaviano G., Tabuchi T., Thisse J.-F. Agglomeration and Trade Revisited // International Economic Review. 2002. Vol. 43. № 2. P. 409–435.

8. Forslid R., Ottaviano G. An analytically solvable core-periphery model // Journal of Economic Geography. 2003. Vol. 3. № 3. P. 229–240.

9. European integration, regional structural change and cohesion in the EU: cross-country summary / eds. by E. Bode, C. Krieger-Boden, R. Soltwedel. [S. l.] : IfW, 2005. 37 p. – (EURECO, The Impact of European Integration and Enlargement on Regional Structural Change and Cohesion. Workpackage ; № 2).

10.Easterly W. R. Globalization, inequality and development : the big picture // Monetary and Economic Studies. 2004. Vol. 22. № S-1. P. 57–94.

11.European integration, regional structural change and cohesion in the EU: cross-country summary / eds. by E. Bode, C. Krieger-Boden, R. Soltwedel. [S. l.] : IfW, 2005. 37 p. (EURECO, The Impact of European Integration and Enlargement on Regional Structural Change and Cohesion. Workpackage ; № 2).

12.Easterly W.R. Globalization, inequality and development : the big picture // Monetary and Economic Studies. 2004. Vol. 22. № S-1. P. 57–94.

13.Novotny J. Decomposition of global and european socio-economic inequalities with attention to their regional dimensions // Regional and Sectoral Economic Studies AEEADE. 2004. Vol. 4-2. № 2. P. 53–72.

14.Todaro M. P. Economic development /– 6th ed. New York; London : Longman, 1997. 738 p.

15.Benabou R. Inequality and growth // NBER Macroeconomics Annual. 1996 / eds. B.S. Bernanke, J.J. Rotemberg. Cambridge, MA, 1996. № 11. P. 11–92.

16.Aghion P., Caroli E., García-Peñalosa. Inequality and economic growth: The perspective of the new growth theories // Journal of Economic Literature. 1999. Vol. 37. № 4. P. 1615–1660.

17.Kuznets S. Economic growth and income inequality // American Economic Review. 1955. Vol. 45. № 1. P. 1–28.

18.OECD Employment Outlook 2013 [Electronic resource] / by Organiza-tion for Economic Cooperation and Development OECD, OECD Staff. – Paris : Organization for Economic Cooperation & Development, 2013. 263 p. Mode of access: http://www.oecd-ilibrary.org/employment/oecd-employment-outlook-2013_empl_outlook-2013-en.

19.Mbabazi J., Morrissey O., Milner C. Are Inequality and trade liberalization influences on growth and poverty? // Wider Discussion Paper (WDP). 2001. № 132. P. 1–21.

20.Petrakos G., Kallioras D., Anag-nostou A. Regional convergence and growth in Europe: understanding patterns and determinants // European Urban and Regional Studies. 2011. Vol. 18. № 4. P. 375–391.

21. Jackson M., Petrakos G. Industrial performance under Transition: the impact of structure and geography // The Development of the Balkan Region / ed. by G. Petrakos, S. Totev. Aldershot, 2001. P. 141–174.

Информация об авторах

Усманов Далер Ирматович, кандидат экономических наук, старший преподаватель.
кафедры менеджмента и маркетинга.
E-mail: us.dali@mail.ru, usmanov@bsu.edu.ru
Белгородский государственный национальный исследовательский университет.
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

Усманов Ирмат Усманович, кандидат экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента.
E-mail: us.dali@mail.ru, us.dali@mail.ru
Таджикский государственный университет коммерции.
Республика Таджикистан, 375700, Согдийский область, г. Худжанд ул. Ленина 169.

Usmanov D.I., Usmanov I.U.

METHODOLOGY OF EVALUATION OF INFLUENCE OF GLOBALIZATION FACTORS ON THE SOCIO-ECONOMIC INEQUALITY OF REGIONS (PART 2)

The article presents the scheme of the influence of globalization factors on the social and economic inequality of regions with the justification of the processes of globalization, directions of impact, direct and indirect factors of globalization with the final phase of possible changes. The authors will pay special attention to explaining the role and significance of the factors being put forward as the main criteria for analyzing interregional differentiation in the context of globalization. A comparative comparison of methodological approaches to the study of the relationship between inequality and economic growth is also given.

Keywords: *inequality of regions, globalization processes, directions of influence, globalization factors, concentration of production and economic activity, regional specialization, economic growth, trade liberalization, convergence, etc.*

Information about the authors
Usmanov Daler Irmatovich, Ph.D., Senior lecturer.
E-mail: us.dali@mail.ru.
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University».
Russia, 308015, Belgorod, st. Pobeda, 85.

Usmanov Irmat Usmanovich, Ph.D., Professor.
E-mail: us.dali@mail.ru.
Tajik State University of Commerce.
Republic of Tajikistan, Sughd region, 375700, Khujand, st. Lenin, 169.

Received in September 2017
© Usmanov D.I., Usmanov I.U., 2017

DOI: 10.12737/article_5a0038a2cdf3a7.96620649

Леонова О.В., ведущий специалист
центра международного образования и сотрудничества.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПРИНЦИПЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ ИНОСТРАННОГО ЧАСТНОГО КАПИТАЛА

intecun@yahoo.com

В настоящее время инновационная деятельность российских предприятий часто приобретает четко выраженные международные характеристики. Важнейшие инновационные проекты, актуальные для динамичного социально-экономического развития страны, в ряде случаев, осуществляются с участием иностранного капитала. В ходе исследования уточнены принципы финансирования национальных инновационных проектов. Проанализированы существующие характеристики национальных инновационных проектов. Обоснована необходимость разработки и внедрения инновационных технологий финансирования отечественной экономики. Охарактеризованы перспективные подходы нетрадиционного инвестиционного финансирования инноваций на основе иностранного частного каптала.

Ключевые слова: *инновации, национальные инновационные проекты, инвестиционное финансирование, инновационные подходы финансирования национальных инновационных проектов, иностранный частный капитал.*

Введение. В последние годы со стороны наиболее развитых в экономическом отношении стран наблюдается радикальный пересмотр концепций взаимоотношений между хозяйствующими субъектами внутри этих стран, в рамках экономических объединений этих стран, таких как ЕС, а также в отношении иных стран, не входящих в эти объединения, но составляющих существенный сегмент мировой экономики с точки зрения вклада в производство наиболее важных видов продукции, создания ВВП и т. д. В этой связи следует отметить, что создание принципиально новой основы динамичного развития отечественного народного хозяйства требует определенного пересмотра подходов к принципам осуществления инвестиций в инновации, что вытекает из необходимости активизации инвестиционной деятельности как залога экономического роста [5]. Сказанное в полной мере относится к осуществлению совместных инвестиций в национальные инновационные проекты (ИП) с участием иностранного частного капитала, поскольку меняются концептуальные подходы к международным валютным, кредитным и финансовым отношениям [2].

В то же время, преодоление санкций и одновременное создание принципиально новой основы динамичного развития отечественного народного хозяйства требует определенного пересмотра подходов к принципам осуществления инвестиций в инновации. Будучи авторитетной европейско-азиатской державой Россия впитывает в себя и адаптирует к потребностям собственного экономического развития технологии, подходы и инструменты, наработанные и апробированные за века как европейской, так и азиатской цивилизациями. В условиях сохранения санкций со стороны потенциальных западных участников совместной инновационно-инвестиционной деятельности и недостатка прямых иностранных инвестиций в отечественную экономику [3] центр этой деятельности перемещается на Восток, имея ввиду перспективное и взаимовыгодное экономическое сотрудничество с соответствующими странами, в том числе странами арабского мира.

Методология. Новое качество развития экономических реформ в России показало необходимость исследования международных проблем функционирования отечественного народного хозяйства, что потребовало изучения особенностей финансирования национальных ИП на основе иностранного частного каптала. В соответствии с выводами, сделанными в различных трудах отечественных и зарубежных ученых, базирующихся на материалах мировой хозяйственной практики, народное хозяйство функционирует наилучшим образом в том случае, если обеспечивается обоснованное международное разделение труда, что укрепляет экономику всех стран участников. Анализ показывает, что международное финансирование способно реализовать ряд преимуществ по сравнению с финансированием лишь на национальном уровне, к числу которых относятся быстрое и динамичное перемещение капитала между участниками инвестиционной деятельности находящимися в разных

странах, диверсификация капитала национальных предприятий, учет национальных особенностей ведения бизнеса, создание благоприятных условий для привлечения национального и иностранного заемного капитала и т. д.

В целом развитие иностранного финансирования способствует усилению конкуренции, расширению потребительского сектора, насыщению рынков товарами и услугами и т. д. В этой связи необходимо формулировать и уточнять научно-теоретические положения развития как инновационного проектирования вообще, так и финансирования национальных ИП в различных формах в частности, в том числе с участием иностранного частного капитала, что позволит решить в стране комплекс экономических и социальных проблем.

Основная часть. Для формулирования принципов финансирования национальных ИП на основе изучения различных литературных источников [4, 5, 6, 7] и для уточнения понятия «капитал» предлагается ввести в состав классификационных критериев инвестиций критерии «источник финансирования инвестиций» и «степень инновационности инвестиций», а также разграничить критерий «форма собственности используемого инвесторами капитала» на критерии «форма собственности инвестора» и «форма собственности используемого инвесторами капитала». В тоже время с позиции выделяемых нами основных признаков инноваций (процесс, наличие типичных изменений в ходе этого процесса и материализованный инновационный результат) могут быть названы наиболее значимые критерии классификации инноваций, к которым, на наш взгляд, относятся степень радикальности, вид новизны, масштаб и место в системе предприятия, с помощью набора данных критериев можно описать любую инновацию в отраслевом, территориальном, иерархическом и других аспектах. Принимая во внимание отобранные критерии классификации инвестиций и инноваций и придерживаясь понимания капитала как «фондов», «ресурсов», «источников финансирования» и т. д., можно сразу же идентифицировать собственника капитала. Так, если уставный капитал акционерного общества сформирован путем вложения государственных ресурсов, речь идет о государственном капитале, если оплата уставного капитала произведена физическими лицами, их группой или принадлежащим им предприятием – это частный капитал. В случае, когда создается хозяйствующий субъект при участии нерезидента возможны варианты – иностранный капитал вообще, иностранный государственный капитал, иностранный частный капитал. В целом же могут существовать различные формы смешанного капитала – государственно-частный капитал, частно-государственный капитал, иностранный государственно-частный капитал, иностранный частно- государственный капитал и др. с разными долями всех участников при создании предприятия. По нашему мнению, в современных достаточно сложных условиях ведения национального и международного бизнеса оптимальной могла бы стать диверсифицированная структура собственности на капитал в том или ином варианте, где бы присутствовали различные категории участников. С учетом значительных международных политических рисков, а также в силу меньшей эффективности, при прочих равных условиях, государственного капитала [8], наиболее перспективной формой собственности на капитал при учреждении предприятия мы считаем национальный частный капитал с участием иностранного частного капитала, где объединялись бы, с одной стороны, ресурсы национальных физических лиц, их групп или принадлежащих им предприятий, с другой стороны - ресурсы иностранных физических лиц, их групп или принадлежащих им предприятий. Это позволило бы создать изначально благоприятные условия для совместных инвестиций в национальные ИП с использование иностранного частного капитала.

В целом необходимо подчеркнуть, что, несмотря на финансово-экономический кризис в стране и действующие экономические санкции западных стран инвестиционная деятельность национальных предприятий развивалась в анализируемый период. Структура инвестиций по видам основных фондов представлена в табл. 1 [9].

Таблица 1

Структура инвестиций в основной капитал по видам основных фондов, в процентах к итогу

	2011	2012	2013	2014	2015
Инвестиции в основной капитал – всего в том числе:	100	100	100	100	100
в жилища	12,7	12,2	12,5	14,5	15,0
в здания (кроме жилых) и сооружения	43,3	44,2	41,5	40,8	41,4
в машины, оборудование, транспортные средства	37,9	37,6	38,8	36,3	34,7
прочие	6,1	6,0	7,2	8,4	8,9

Хотя предпочтительными являются инвестиции в активную часть основного капитала в структуре инвестиций преобладают вложения в пассивную его часть в виде зданий и сооружений (41,4 % на конец анализируемого периода), в активную часть основного капитала направлено соответственно лишь 34,7 %. Отрицательным моментом здесь является то, что вложения в основные производственные фонды сократились, а в основные непроизводственные фонды в виде жилищ, наоборот, выросли в 1,18 раза. Также негативной оценки заслуживает увеличение инвестиций в прочие основные фонды, поскольку за вывеской «прочих» обычно скрываются непрофильные активы. Важным в анализе инвестиционных процессов в экономике представляется анализ инвестиций в основной капитал по формам собственности (табл. 2) [9].

Таблица 2

Инвестиции в основной капитал по формам собственности, в процентах к итогу

	2011	2012	2013	2014	2015
Инвестиции в основной капитал, всего	100	100	100	100	100
в том числе по формам собственности					
российская	87,8	84,5	85,8	86,1	86,3
из нее					
государственная	16,9	16,8	17,2	14,9	13,7
муниципальная	3,1	3,2	3,4	3,4	2,6
частная	54,2	50,7	53,9	56,3	59,5
смешанная российская (без иностранного участия)	11,9	12,1	9,5	9,7	9,1
иностранная	6,0	9,1	7,7	7,0	7,3
совместная российская и иностранная	6,2	6,4	6,5	6,9	6,4

Анализ показывает, что за изучаемый период удельный вес российской собственности в инвестициях в основной капитал снижался (на 1,7 %), а доля иностранной и совместной российской и иностранной собственности росла (соответственно на 21,7 % и на 3,2 %). В соответствии со сделанными нами выводами, данное изменение оценивается как положительное, более того участие в инвестициях совместной российской и иностранной собственности недостаточно.

Таблица 3

Инвестиции в основной капитал по источникам финансирования, в процентах к итогу

	2011	2012	2013	2014	2015
Инвестиции в основной капитал – всего	100	100	100	100	100
в том числе по источникам финансирования:					
собственные средства	41,9	44,5	45,2	45,7	50,2
привлеченные средства	58,1	55,5	54,8	54,3	49,8
из них:					
кредиты банков	8,6	8,4	10,0	10,6	8,1
в том числе иностранных банков	1,8	1,2	1,1	2,6	1,7
заемные средства других организаций	5,8	6,1	6,2	6,4	6,6
инвестиции из-за рубежа	-	-	0,8	0,9	1,2
бюджетные средства (средства консолидированного бюджета)	19,2	17,0	19,0	17,0	18,3
средства внебюджетных фондов	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
прочие	24,3	23,6	18,5	19,2	15,3

В свою очередь, доли государственной и муниципальной собственности за 2011–2015 годы при некоторых колебаниях снижались, удельный вес частной собственности существенно вырос (на 9,8 %). Следует отметить, что недостаточный рост инвестиций со стороны иностранной и совместной российской и иностранной собственности в определенной степени связан с санкциями о стороны западных стран, примененными к нашей стране. Представляется, что потенциал частной формы собственности пока еще не реализован в полной мере, роль иностранного частного капитала в инвестиционной поддержке ИП предприятий должна расти.

Значение частного капитала, в том числе иностранного частного капитала в обеспечении инвестиций в инновации уточняется в процессе изучения структуры инвестиций по источникам финансирования (табл. 3) [9]. Данные табл. 3 иллюстрируют рост финансирования инвестиций в

основной капитал за счет собственных средств с 41,9 % в 2011 году до 50,2 % в 2015 году, что означает наращивание собственной ресурсной базы предприятий с точки зрения источников финансирования инвестиций. Наоборот, снижение доли привлеченных средств с 58,1 % до 49,8 % за тот же период при сохраняющейся примерно на одном уровне составляющей бюджетных средств (18,3 % – 19,2 %) свидетельствует об укреплении надежности (финансовой устойчивости) хозяйствующих субъектов ведущих инвестиционную деятельность. Значение кредитных организаций в поддержке инвестиций остается незначительным (8,1 % – 10,6 %), то же можно сказать и о роли иностранных банков (1,1 % – 2,6 %). Займы со стороны других организаций пребывают на одном уровне (5,8 % – 6,6 %), прямые инвестиции из-за рубежа минимальны (0,8 % – 1,2 %), хотя и немного растут в последние годы.

Говоря о реализации ИП вообще подчеркнем, что для хозяйственных комплексов существуют очевидные преимущества при финансировании проектов путем использования заемных инвестиционных ресурсов, в том числе банковских кредитов [10]. Помимо обеспечения прозрачности и легитимности финансирования предприятие наращивает финансовый рычаг и повышает рентабельность собственных средств (капитала), денежные потоки от реализации ИП поступают на счета предприятия, предоставляя ему возможность финансирования дополнительных ИП [11]. В то же время, банковское инвестиционное кредитование может не состояться из-за отказа кредитной организации предоставить финансирование независимо от объекта кредитования, поскольку при рассмотрении кредитной заявки предприятия банк руководствуется критериями его финансового положения, качеством обслуживания долга и наличием ликвидного обеспечения кредита. При этом финансовое положение представляет собой главный критерий оценки качества будущего инвестиционного кредита и, следовательно, существуют ограничения объективного характера в кредитовании нефинансового сектора российской экономики [12].

Роль организаций с участием иностранного капитала в реализации национальных ИП имеет большое значение в связи с тем, что наблюдается недостаток прямых иностранных инвестиций в отечественную экономику. При этом в составе стран – инвесторов в отечественное народное хозяйство полностью отсутствуют арабские страны, которые выступают на мировом рынке капитала как крупнейшие его экспортеры, поскольку стоимость зарубежных активов этой группы стран, по некоторым оценкам, уже превысила 1,8 трлн. долларов США, что примерно в два раза превышает их суммарный ВВП, однако основная часть инвестиций приходится на США (более 300 млрд. долл.) и на страны Европы [13]. При этом во многих странах Востока разрабатываются и реализуются механизмы активизации инновационной деятельности на соответствующих предприятиях [14]. Важно отметить, что принципы арабского финансирования предполагают беспроцентный характер отношений возникающих, с одной стороны между банком и вкладчиком, с другой стороны – между банком и заемщиком. Одной из первых задач, стоящих перед арабским банком, выступает изучение потенциального рынка беспроцентных вкладов и создание привлекательных условий для клиента с точки зрения привлечения его средств через использование специфического арабского беспроцентного депозита «Вакал». Известно, что Российская Федерация – это многонациональная и многоконфессиональная страна, в составе населения которой находятся представители различных национальностей, многие из которых разделяют подходы арабского финансирования во взаимоотношениях с кредитными организациями.

Представляется, что мотивация вкладчиков к участию совместно с кредитными организациями в ИП по принципам «Вакал» с более высокой эффективностью вложений на беспроцентной основе создаст предпосылки для развития финансирования национальных проектов по арабским принципам с применением технологии прочих размещенных средств на беспроцентной основе, так называемой «Мудараба». В качестве получателей финансирования по арабским принципам выступят организации с участием иностранного капитала, конкретно арабского капитала. По нашему мнению, реализация технологии инновационного финансирования на основе иностранного частного арабского капитала включат в себя ряд этапов, хотя разработка и внедрение такой технологии – это сам по себе инновационный процесс. Первый этап – учреждение нового предприятия для осуществления ИП с заданными инновационными параметрами. На втором этапе разработки и реализации технологии инновационного финансирования с использованием частного иностранного арабского капитала необходимо решить одну из двух основных задач – учредить новый арабский банк или реструктурировать действующую кредитную организацию путем выделения в ней внутреннего структурного подразделения в виде «арабского окна». Третий этап освоения технологии инновационного финансирования ИП – привлечение кредитной организацией ресурсов с использованием «Вакал». На четвертом этапе предприятие привлекает заемный капитал от арабского банка, а

арабский банк предоставляет этот капитал по принципам «Мударараба». Пятый этап состоит в том, что после приобретения соответствующих инновационных активов, предусмотренных проектом, запускается инновационный производственный процесс, генерирующий положительные денежные потоки. На шестом этапе, который соответствует завершению срока существования ИП происходит сопоставление результатов ИП в виде произведенной инновационной продукции в стоимостном виде и инновационно-инвестиционных затрат на проект и распределение чистой прибыли, одновременно ранее предоставленные предприятию по «Мударараба» средства возвращаются в арабский банк, который в свою очередь передает их клиенту, предоставившему ресурсы по «Вакал».

Выводы. Представляется, что в настоящее время финансирование инновационно-инвестиционной деятельности предприятий с помощью инструментов, соответствующих принципам арабского финансирования, становится все более актуальным с позиции международной банковской практики, поскольку при принятии решения о финансировании с использованием арабских принципов является надежность и доходность проекта, а не кредитоспособность заемщика. При этом необходимо решить следующие проблемы организации финансирования ИП.

Во-первых, осуществить переквалификацию персонала действующих банков за счет организации дополнительного профессионального образования, а отсутствие стандартных схем осуществления сделок преодолеть путем «арабского финансового инжиниринга».

Во-вторых, по-новому подойти к оценке эффективности ИП как сумме эффективностей всех составляющих ИП, каждая из которых отличается собственной эффективностью, при этом составляющими выступают «формирование акционерного капитала», «формирование заемного капитала», «приобретение инновационных основных и оборотных средств», «инновационно-инвестиционный производственный процесс с выходом на инновационный продукт».

В-третьих, обеспечить распределение чистой прибыли по ИП при арабском финансировании в соответствии с предоставленными участниками частным капиталом и нематериальными активами, а также расходами банка на привлечение и размещение ресурсов.

Полученные результаты исследований позволяют выработать методические подходы к реализации совместных инвестиций в национальные инновационные проекты с использованием иностранного, в том числе арабского, частного капитала, что позволит наращивать инвестиции в инновации в отечественной экономке, как в целом, так и по видам экономической деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попов Г.П. Активизация инвестиционной деятельности – залог экономического роста // Деньги и кредит. 2015. № 4. С. 38–41.

2. Красавина Л.Н. Концептуальные подходы к проблеме модернизации международных валютных, кредитных, финансовых отношений России в аспекте современных мировых вызовов // Деньги и кредит. 2014. № 10. С. 45–48.

3. Могилат А. Прямые иностранные инвестиции в реальный сектор российской экономики: взгляд с микроуровня и прогноз до 2017 года // Вопросы экономики. 2015. № 6. С. 25–44.

4. Анализ инвестиционной привлекательности организации: научное издание. Под ред. Д.А. Ендовицкого. М.: КНОРУС, 2017. 374 с.

5. Балыбердин В.А., Белевцев А.М., Бендерский Г.П. Прикладные методы оценки и выбора решений в стратегических задачах инновационного менеджмента. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2015. 240 с.

6. Бухонова С.М., Селиверстов Ю.И. Инвестиционная стратегия предприятия. Изд-во БГТУ, 2014. 218 с.

7. Инвестиции: системный анализ и управление. Под ред. К.В. Балдина. 4-е изд. испр. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2013. 288 с.

8. Doroshenko Y.A., Shevelev A.A., Somina I.V. The Private Capital and Investment Financing // World Applied Sciences Journal. 2013. Vol. 25. №1. P. 124–132.

9. Российский статистический ежегодник. 2016: Стат. сб. Росстат. М., 2016. 725 с.

10. Мазурина Т.Ю. Банковское инвестиционное кредитование: современное состояние, проблемы и перспективы развития // Деньги и кредит. 2013. № 4. С. 28–31.

11. Doroshenko Y.A., Taburchak A.P., Gogua L.S. Financial Management of High-Technology Innovation Enterprises // Middle-East Journal of Scientific Research. 2013. Vol. 17. № 9. P. 1327–1336.

12. Березинская О. Кредитование нефинансового сектора российской экономки: возможности и ограничения // Вопросы экономики. 2016. № 3. С. 63–74.

13. Дорошенко Ю.А., Леонова О.В. Экономическое развитие и инвестиционная привлекательность стран Ближнего Востока // Белгородский экономический вестник. 2014. № 4. С. 14–18.

14. Дорошенко Ю.А., Леонова О.В. Механизмы активизации инновационной деятельности на предприятиях ОАЭ // Белгородский экономический вестник. 2015. № 4. С. 10–14.

Информация об авторах
Леонова Ольга Викторовна, ведущий специалист центра международного образования и сотрудничества.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: intecun@yahoo.com

Поступила в сентябре 2017 г.
© Леонова О.В., 2017

Leonova O.V.

THE PRINCIPLES OF FINANCING OF NATIONAL INNNOVATIVE PROJECTS ON FOREIGN PRIVATE CAPITAL BASE

Currently, the innovative activities of Russian enterprises often have taken expressive international features. The mains innovative projects of actual social and economical development of country have been realize with foreign capital participation. The principles of financing of national innovative projects have been specifying. The current specific features of national innovative projects have been studied. The necessity for the development and introduction of innovative technology of financing for national economic has been substantiated. Some perspective approaches for non-tradition investment financing of innovations have been characterized.

Keywords: *innovations, national innovative projects, investment financing, innovative approaches of financing of national innovative projects, foreign private capital.*

Information about the authors
Leonova Olga Viktorovna, leading specialist of the Center for International Education and Cooperation.
E-mail: intecun@yahoo.com
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, Kostyukova str., 46.

Received in September 2017
© Leonova O.V., 2017

DOI: 10.12737/article_5a0038750aa4a7.94393594

Лычева И.М., канд. экон. наук, доц.,
Молчанова В.А., канд. экон. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЧЕТА ИНФЛЯЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ВИДУ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «СТРОИТЕЛЬСТВО»

Molchanova_VA@mail.ru

Исследование тенденций экономического развития является ключевым моментом экономического анализа и базой разработки прогнозов. В данном контексте корректные стоимостные индикаторы по видам экономической деятельности играют важную роль, предоставляя необходимую для анализа, сопоставлений и принятия решений информацию. Российскими статистическими службами за последние десятилетия накоплен большой практический опыт вычисления индексов физического объема по видам деятельности, появились более надежные и экономичные способы вычислений, усовершенствовались статистические стандарты и рекомендации, лежащие в основе вычисления индексов. В статье рассмотрена действующая система статистических показателей по виду деятельности «Строительство», основное внимание уделено методике расчета индекса физического объема. Понимание методологии крайне важно для пользователей статистических данных для исключения ошибок динамических сопоставлений, лучшего понимания природы индикаторов и корректной интерпретации результатов.

Ключевые слова: *строительство; индекс физического объема; дефлятирование; система показателей, характеризующих строительную деятельность.*

Введение. Традиционно строительство относят к числу ключевых, фондообразующих отраслей, во многом определяющих темпы развития экономики страны. По оценкам экспертов, одно рабочее место в строительстве позволяет организовать до девяти рабочих мест в других отраслях [10]. Сегодня мы наблюдаем долгожданное изменение тренда экономического развития, завершение рецессии, начало нового экономического цикла. Улучшили прогнозы на среднесрочную перспективу Минэкономразвития, Центральный банк и другие ведомства. Благоприятные тенденции отмечаются и в последнем докладе Всемирного Банка по экономике России "От рецессии к восстановлению", посвященного анализу экономического развития с прогнозом на 2017–2019 годы [7]. На фоне позитивных макроэкономических факторов поддержка строительной отрасли может послужить дополнительным импульсом развития экономики. Однако, несмотря на значимость отрасли, мы наблюдаем в последние годы снижение ее доли в ВВП. Если в 2013 году на строительство приходится 7,0 % ВВП, в 2014 – 6,5 %, то в 2016 году только 6,2 % [11]. Сложившаяся ситуация требует детального предметного анализа. При этом важно обеспечить объективность оценок данного вида деятельности.

Изучение объемов строительной продукции в динамике традиционная и важная задача статистики. Решая эту задачу, статистика строит динамические ряды и вычисляет индекс физического объема продукции по отрасли в целом и по видам ее деятельности. В настоящее время статистические органы при расчетах индекса физического объема продукции строительства используют метод прямого дефлятирования объемов работ, выполненных собственными силами по договорам строительного подряда. О преимуществах и недостатках такого подхода мы разбираемся в данной статье.

Методология. В ходе изучения проблем пересчета показателей строительства в сопоставимые цены были применены методы научного исследования: наблюдения, обобщения, индукции, дедукции, синергии, использованы методические и инструктивные материалы, разработанные в федеральных органах статистики.

Основная часть. В международной классификации видов экономической деятельности (ISIC – International Standard Industrial Classifi cation of All Economic Activities, Rev. 4, [5]), а также в национальных ее аналогах (NACE в Европе, ОКВЭД в России [4]) все виды деятельности, относящиеся к строительству, содержатся в разделе F.

Данные по объему строительных работ формируются в сводном виде, распределяются по детализированным группировкам, входящим в раздел «Строительство» национальных классификаторов видов экономической деятельности, а также в соответствии с технологической, финансовой, воспроизводственной, региональной

структурами. Ключевыми показателями являются объем выполненных строительных работ и индекс физического объема этого показателя.

В официальном статистическом учете показатель «Объем работ, выполненных собственными силами по виду деятельности «Строительство» отражает стоимость работ и услуг строительного характера, выполненных организациями собственными силами по виду деятельности «Строительство» на основании генеральных, прямых и субподрядных договоров и(или) контрактов, заключаемых с заказчиками и работ, выполненных хозяйственным способом организациями и населением. В стоимость этих работ включаются строительно-монтажные и прочие строительные работы, выполненные собственными силами за счет всех источников финансирования [4].

Таблица 1

Методика определения объема работ, выполненных собственными силами по виду деятельности «Строительство» в сопоставимых ценах

Исходная информация: индексы цен производителей в строительстве (на СМР) отчетного месяца к предыдущему месяцу за отчетный и предыдущий годы		
I этап		**II этап**
- индексы цен за месяцы отчетного года приводятся к единой базе – декабрю предыдущего года цепным методом ($I_{t/b}$) - рассчитывается среднегодовой индекс цен на СМР как среднее арифметическое индексов цен за месяцы отчетного года, исчисленных к декабрю предыдущего года ($\bar{I}$) - определяется отношение индекса цен на СМР за отчетный месяц к среднегодовому значению индекса цен отчетного года ($\tilde{I}$)	Полученные индексы-дефляторы ($\tilde{I}$) используются для пересчета месячных V в среднегодовые цены отчетного года. V за период с начала года и за год в целом формируется как сумма помесяч-ных данных.	-индексы цен за период с начала отчетного года (как среднее арифметическое индексов цен за месяцы, истекшие с начала отчетного года, исчисленные к декабрю года, принятого за базу) ($\breve{I}_v$) -индексы цен в среднем за период с начала отчетного года к декабрю года, предшествовавшего предыдущему ($\breve{I}_w$) -отношение индексов цен за отчетный месяц к среднему значению с начала отчетного года $I_{t/v}=I_{t/b} / \breve{I}_v$
-осуществляется пересчет индексов цен за отчетный и предыдущий годы к декабрю года, предшествовавшего предыдущему (цепным методом) - рассчитываются *среднегодовые индексы* цен за отчетный ($\bar{I}n$) и предыдущий годы ($\bar{I}n-1$) к декабрю года, предшествовавшего предыдущему - отношение среднегодового индекса-дефлятора отчетного года к среднегодовому значению индекса предыдущего года($\bar{I}n/n-1$)	Полученное отношение индексов ($\bar{I}n/n-1$) используется для пересчета месячных V за отчетный год, исчисленных в среднегодовых ценах отчетного года, в среднегодовые цены предыдущего года.	-расчет отношения индексов-дефляторов в среднем за период с начала отчетного года к среднегодовому значению индекса-дефлятора за предыдущий год $\breve{I}_{w/n-1} = \breve{I}_w / \bar{I}_{n-1}$
-пересчет V за месяцы отчетного года в среднегодовые цены с начала отчетного года (делением показателя в т.ц. на $\tilde{I}$) - показатель за год формируется как сумма помесячных данных, рассчитанных в среднегодовых ценах соответствующего года. Для устранения проблемы неаддитивности месячных и годовых показателей осуществляется корректировка значений помесячных данных. -пересчет V за отчетный год в среднегодовые цены предыдущего года (делением показателя в т.ц. на $\bar{I}n/n-1$)		-пересчет V в среднегодовые цены в течение отчетного года - аналогично расчетам данного показателя по итогам года (делением показателя в т.ц. на $I_{t/v}$) -V за период с начала отчетного года в средних ценах формируются как сумма месячных данных. -пересчет V в среднегодовые цены предыдущего года (делением показателя в текущих ценах на $\breve{I}_{w/n-1}$)
-рассчитываются индексы физического объема V делением Vtp_0 в среднегодовых ценах предыдущего года, выполненных в отчетном периоде, на V за сравниваемый период (предыдущий период либо соответствующий период предыдущего года), приведенный в среднегодовых ценах предыдущего года $V(t-1)p_0$		-расчет индексов физического объема Vза периоды с начала отчетного года осуществляется аналогично
III этап Данные о годовой и месячной динамике V за относительно длинный период исчисляются с помощью построения цепных индексов. Годовые цепные индексы получаются путем исчисления годовых индексов для двух смежных лет с обновленными весами для каждого года. Эти звенья объединяются в динамические ряды последовательным перемножением.		

Составлено авторами по [3, 5]

Индекс физического объема работ, выполненных собственными силами по виду деятельности «Строительство» (в процентах к соответствующему периоду предыдущего года) – относительный показатель, характеризующий изменение объема строительных работ в текущем периоде по сравнению с базовым периодом. Показатель рассчитывается в сопоставимых ценах [5].

В качестве сопоставимых цен принимаются среднегодовые цены предыдущего года. Переоценка объемов работ, выполненных собственными силами по виду деятельности «Строительство» (V), в среднегодовые цены предыдущего года осуществляется *методом дефлятирования.*

Расчет показателей осуществляется в три этапа:

1. на первом этапе осуществляется расчет **среднегодовых индексов-дефляторов** объема работ, выполненных собственными силами по виду деятельности «Строительство»;

2. на втором этапе рассчитываются индексы-дефляторы объема работ, выполненных по виду деятельности «Строительство», **в среднем** *за период с начала отчетного года*;

3. на третьем этапе выполняется пересчет объема работ, выполненных собственными силами по виду деятельности «Строительство» **в постоянные цены**.

Рассмотрим методические особенности расчетов на каждом этапе.

Таблица 2

Основные экономические показатели по виду деятельности «Строительство»

Показатель	2005	2010	2013	2014	2015	2016
Объем работ, выполненных по виду деятельности «Строительство»:						
млрд. руб. (в фактически действовавших ценах)	1754,4	4454,2	6019,5	6125,2	6148,4	6184,4
в процентах к предыдущему году (в постоянных ценах)	113,2	105,0	100,1	97,7	95,2	95,7
Доля валовой добавленной стоимости продукции строительства в общем объеме валового внутреннего продукта,%	5,3	6,5	7,0	6,8	6,4	6,2

Составлено по данным [11]

Реальная динамика объема строительных работ демонстрирует нисходящий тренд. Тенденция снижения объемов строительного производства, начавшаяся с 2014 г., наблюдалась в 2015 г. и продолжилась в 2016 г. Доля валовой добавленной стоимости продукции строительства в общем объеме валового внутреннего продукта Российской Федерации в 2016 г. составила 6,2 % (в 2015 г. – 6,4 %). Объем работ, выполненный организациями всех форм собственности по виду деятельности "Строительство", в 2016г. составил 6184,4 млрд. рублей, что ниже уровня 2015 г. на 4,3 % (в сопоставимых ценах). При этом динамика показателя по отдельным субъектам Российской Федерации существенно различалась (табл. 3).

Таблица 3

Группировка субъектов Российской Федерации по индексу физического объема работ, выполненных по виду деятельности «Строительство» [11]

	Число субъектов Российской Федерации, единиц	
	2015г.	2016г.
В % к предыдущему году		
60 и менее	3	1
61–75	3	5
76–85	14	12
86–95	24	20
96–99,9	10	7
100 и выше	31	40

В 2016г. только в 40 субъектах Российской Федерации объемы строительных работ увеличились по сравнению с предыдущим годом. Наибольший рост объемов строительных работ наблюдался в республиках Крым, Саха (Якутия), Ингушетия (в 1,8–1,1 раза), Вологодской, Иркутской, Псковской, Томской областях (в 1,5–1,1 раза), в городе Севастополь (в 1,6 раза), в Чукотском автономном округе (в 1,4 раза).

Выводы. Отслеживание тенденций экономического роста является ключевым моментом

экономического анализа и лежит в основе разработок экономической политики. В данном контексте корректные стоимостные индикаторы по видам экономической деятельности играют важную роль, предоставляя необходимую для анализа, сопоставлений и принятия решений информацию. Российскими статистическими службами за последние десятилетия накоплен большой практический опыт вычисления индексов физического объема по видам деятельности, появились более надежные и экономичные способы вычислений, усовершенствовались статистические стандарты и рекомендации, лежащие в основе вычисления индексов. Понимание методологии крайне важно для пользователей статистических данных для исключения ошибок динамических сопоставлений, лучшего понимания природы индикаторов и корректной интерпретации результатов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бухонова С.М., Дорошенко Ю.А., Селиверстов Ю.И. и др. Актуальные проблемы управления финансами в российской экономике. Под общ. ред. д-ра экон. наук, проф. С. М. Бухоновой. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 221 с.

2. Измерение ненаблюдаемой экономики: руководство. Межгосударственный статистический комитет Содружества Независимых Государств [Электронный ресурс]. URL: http://www.cisstat.com/

3. Методологические положения по системе статистических показателей, разрабатываемых в статистике строительства и инвестиций в основной капитал [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/bgd/free/meta_2010/Main.htm

4. Общероссийский классификатор видов экономической деятелности на 2017 год с расшифровкой по видам деятельности ((ОКВЭД2) ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2)), [Электронный ресурс]. URL: http://www.okvad.ru/index.html

5. Официальная статистическая методология по разработке показателей по виду деятельности «Строительство» на региональном и федеральном уровне, утвержденная приказом Росстата от 25.12.2015 № 654 [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/ connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/building/

6. Паспорт Белгородской области за 2016 год/Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области. Белгород, 2017. 112 с.

7. Российская Федерация. Экономика России: от рецессии к восстановлению. Доклад об экономике России. №37. Всемирный Банк. - 2017. [электронный ресурс]. URL: http://documents.vsemirnyjbank.org/curated/ru/884071497517672466/pdf/116237-WP-P161778-PUBLIC-RUSSIAN-RERrusforweb.pdf

8. Слабинская И.А., Ткаченко Ю.А. Процедуры внутреннего контроля в строительстве // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 9. С. 193–196.

9. Справочник по перечню статистических показателей; Евразийская экономическая комиссия. – Москва: 2016 г. – 380 с. [Электронный ресурс]. URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/ act/integr_i_makroec/dep_stat/metadata/Documents/spravochnik2016.pdf

10. Строительная отрасль дает импульс развитию смежных отраслей [Электронный ресурс]. URL: https://stroi.mos.ru/news/stroitelnaya-otrasl-daet-impuls-razvitiu-smezhnyh-otraslei-zammera?from=cl 26.02.15

11. Строительство в России. 2016: Стат. сб. / Росстат. М., 2016. 111 с. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/stroit_2016.pdf

Информация об авторах

Лычева Ирина Михайловна, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансового менеджмента.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: Licheva_irina@mail.ru

Молчанова Вера Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансового менеджмента.
Molchanova_VA@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Лычева И.М., Молчанова В.А., 2017

Licheva I.M., Molchanova V.A.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF ACCOUNTING OF INFLATION AT THE DEVELOPMENT OF INDICATORS UNDERTAKEN BY THE ACTIVITY "CONSTRUCTING"

The study of economic development trends is the key to economic analysis and the basis for forecasting. In this context, the correct cost indicators for economic activities play an important role, providing the information necessary for analysis, comparisons and decision making. Russian statistical services have accumulated a great deal of practical experience in calculating volume indices by types of activity over the past decades, more reliable and economical methods of calculation have appeared, statistical standards and recommendations underlying the computation of indices have been improved. The article deals with the current system of statistical indicators for the type of activity "Constructing", the main attention is paid to the method of calculating the index of physical volume. Understanding the methodology is extremely important for users of statistical data to avoid errors of dynamic comparisons, better understanding of the nature of the indicators and the correct interpretation of the results.

***Keywords**: construction; index of physical volume; deflation; a system of indicators characterizing the construction activity.*

Information about the authors
Lycheva Irina Mikhaylovna, Ph.D., Professor.
E-mail: Licheva_irina@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Molchanova Vera Alekseevna, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: Molchanova_VA@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Licheva I.M., Molchanova V.A., 2017

DOI: 10.12737/article_5a0038bf1dc556.80354200

Дорошенко Ю.А., д-р экон. наук, проф.,
Ковтун Ю.А., канд. юр. наук, доц.,
Баранов В.М., канд. пед. наук, доц.,
Шевцов Р.М., канд. юр. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОБОРУДОВАНИИ ВЫДЕЛЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ (В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ)

vladimirbaranov84@gmail.com

В статье анализируются актуальные проблемы защиты конфиденциальной информации предприятия как комплекса мер правового, организационного и технического характера, направленных на обеспечение его экономической безопасности. Рассматривается деятельность предприятия по предотвращению утечки конфиденциальных сведений путем оборудования выделенных, защищенных помещений для работы с конфиденциальной информацией, в том числе размещение в этих помещениях вычислительной техники, предназначенной для обработки и хранения конфиденциальной информации, средств связи предназначенных для ведения конфиденциальных разговоров и хранение в данных помещениях носителей конфиденциальной информации. Так же авторы отмечают, что важным элементом оборудования выделенного помещения выступают звукоизоляционные свойства, изолированность в плане возможности дистанционного перехвата информации по акустическим каналам (с помощью лазерных и направленных микрофонов и т.п.). Даются рекомендации по использованию при оборудовании выделенного помещения звукоизоляционных свойств материалов, которые усиливают звукоизоляцию выделенного защищенного помещения, для эффективного противодействия несанкционированному доступу к речевой информации, обеспечения безопасности переговоров, а также предотвращения утечки конфиденциальной информации.

Ключевые слова*: защита информации, безопасность информации, обеспечение экономической безопасности, выделенное помещение, звукоизоляция, звукопоглощение.*

В настоящее время проблема обеспечения экономической безопасности является приоритетом деятельности руководителей организаций, интегрированных в единое экономическое пространство. Должностные лица организаций в своей деятельности вынуждены иметь дело со сведениями, отнесенными не только к коммерческой, но и государственной тайне. Важнейшим направлением деятельности служб безопасности организаций является предотвращение утечки конфиденциальной информации. С помощью специальных технических средств, в настоящее время получил развитие так называемый «коммерческий шпионаж», зачастую наносящий непоправимый урон экономической безопасности организаций [1]. Появилось большое количество литературы и электронных ресурсов в сети Интернет, в которых содержатся конкретные рекомендации по тактике конспиративного прослушивания, видеозаписи и других форм негласного получения информации. Информация – один из главных ресурсов мирового сообщества, защита информации о деятельности организации, является неотъемлемой частью деятельности служб безопасности организаций. Их действия включают в себя комплекс мер, направленных, прежде всего, на защиту конфиденциальности информации [2].

Под защитой информации понимают комплекс мер – правового, организационного и технического характера; направленных на недопущение либо существенное затруднение хищения, разрушения, искажения или блокирования в процессе ее обработки (создания, сбора, хранению и т.д.).

Под мерами правового характера следует понимать использование принятых, разработку и принятие новых нормативных актов, направленных на противодействие угрозам и их нейтрализацию в информационной сфере.

Под мерами организационного характера понимают:

1. организацию мероприятий, направленных на минимизацию утечки информации через персонал, то есть подбор и расстановка кадров;

2. организацию специального порядка подготовки, использования, хранения, уничтожения и учета документированной информации на всех видах носителей;

3. выделение специальных защищенных помещений для работы с конфиденциальной информацией, в том числе размещение в этих помещениях вычислительной техники, предназначенной

для обработки и хранения конфиденциальной информации, средств связи предназначенных для ведения конфиденциальных разговоров и хранение в данных помещениях носителей конфиденциальной информации;

4. использование лицензированной (категорированной) техники и программного обеспечения отвечающих современным требованиям защиты информации;

5. проведение технического обслуживания и ремонт средств вычислительной техники, предназначенных для обработки информации ограниченного доступа, должен проводиться организациями, имеющими соответствующие лицензии;

6. запрет на передачу узлов и блоков с элементами накопления, и хранения информации при техническом обслуживании и ремонте средств вычислительной техники, на которых обрабатывается информация ограниченного распространения, а также замена вышедших из строя элементов и блоков только на элементы и блоки, прошедшие специальную проверку.

7. организация контролируемого посещения помещений, где ведется работа с конфиденциальной информацией;

8. разграничение прав на доступ к информации ограниченного пользования;

9. запрет ведения конфиденциальных разговоров по открытым каналам связи и использование открытых каналов связи для передачи конфиденциальной информации;

10. назначение сотрудников, ответственных за обеспечение защиты информации;

11. обучение, переподготовка и повышение квалификации специалистов в области защиты информации;

12. контроль за соблюдением установленных требований по защите конфиденциальной информации.

Заключительный элемент рассматриваемого нами понятия «защита информации» – меры технического характера. Под мерами технического характера понимают выявление технических каналов утечки информации и их блокирование при помощи специальных технических средств. Сюда же можно отнести оборудование защищенных помещений, установку различных запорных устройств и средств контроля, позволяющих ограничить доступ посторонних лиц на объекты где производится работа с конфиденциальной информацией [3].

Существует два направления утечки информации. Первое – через персонал, имеющий доступ к информации (например, сотрудники, обслуживающие вычислительную технику; сотрудники, работающие с закрытой информацией). Причем эти утечки могут возникнуть как в результате преднамеренных противоправных действий, так и в результате халатных действий и эксплутационных ошибок отдельных сотрудников. Перекрытие данного канала утечки информации организуется административными мерами.

Второе – путем съема информации с технических каналов связи. Съем информации с данных каналов связи может осуществляться следующими основными способами:

Контактное подключение к электронным устройствам – данный способ съема информации является простейшим, обычно реализуется непосредственным подключением к линии связи.

Бесконтактное подключение (т.е. дистанционное) может осуществляться за счет побочных электромагнитных излучений, производимых техническими средствами обработки информации, а также за счет использования различных приборов наблюдения, в том числе и использования приборов виброакустического контроля. Установка встроенных электронных устройств (различные видео- и аудиозакладки) [4].

Тщательно продуманная организация и тактика проведения мероприятий, направленных на защиту информации, обеспечивает эффективное достижение реальных результатов от посягательств иногда путем, не требующих больших финансовых затрат. В первую очередь это относиться к оборудованию выделенных, защищенных помещений для работы с конфиденциальной информацией, в том числе размещение в этих помещениях вычислительной техники, предназначенной для обработки и хранения конфиденциальной информации, средств связи предназначенных для ведения конфиденциальных разговоров и хранение в данных помещениях носителей конфиденциальной информации. [5] Его расположение целесообразно в пределах контролируемой зоны, в которой, как правило, используются специальные средства защиты. При организации выделенного помещения все технические средства, от которых можно отказаться (системы телевидения и времени, телефонная связь, бытовая техника и т.д.), должны демонтироваться, а несертифицированные технические средства должны отключаться от соединительных линий и источников электропитания при проведении конфиденциальных переговоров. Если же требуется наличие телефонной линии, в сеть электропитания устанавливаются сертифицированные защитные устройства.

Особенностью выбора такого помещения, как правило, обуславливается оптимальными с точки зрения соображениями безопасности и вы-

бирается так, чтобы оно, по возможности, не примыкало к границам контролируемой зоны, не находилось на первом и последнем этажах здания. При организации учитывается его звукоизоляционные свойства, изолированность в плане возможности дистанционного перехвата информации по акустическим каналам (с помощью лазерных и направленных микрофонов и т.п.).

С позиции пассивной безопасности в выделенном помещение должны отсутствовать окна, при необходимости окон они располагаются со стороны двора предприятия или организации. В процессе ведения переговоров окна должны быть закрыты, шторы или жалюзи. Дверь в выделенное помещение целесообразно оборудовать звукоизоляционным тамбуром, а также персоналу отвечающему за обеспечение безопасности организации следует принять меры по защите вентиляционных отверстий – как угрозе доступа к информации, содержащей государственную или коммерческую тайны по виброакустическому каналу.

Мы полагаем, что важным элементом обеспечения такой безопасности выступают так же звукопоглощающие материалы и конструкции. Они усиливают звукоизоляцию выделенного защищенного помещения. Добиться повышенной звукоизоляции можно, закрыв все поверхности звукопоглощающим материалом (поролон, пенопласт и т.п.). Естественно, что от толщины этого слоя будет зависеть степень поглощения звуковых колебаний.

Известно, что выделение акустического сигнала на фоне естественных шумов происходит при определенных соотношениях сигнал/шум. Поэтому, применением звукоизолирующих материалов достигается значительного снижения сигнала\шума до предела, затрудняющего процесс выделения речевых сигналов, проникающих за пределы контролируемой зоны по акустическому или виброакустическому каналам [6].

Средний уровень громкости разговора, происходящего в помещении, составляет 50...60 дБ, соответственно звукоизоляция и звукопоглощение выделенных помещений должно поглощать эти звуки [7].

В практическом плане сложность представляют окна, вентиляция, кабельные каналы и двери. Идеальный вариант – если окон нет вообще. Но по разным причинам руководители предприятий и организаций не могут этого допустить. Поэтому мы считаем, что на проблеме окон следует остановиться отдельно. Решая проблему безопасности информации, по нашему мнению, наиболее экономически обоснованным способом усиления звукоизоляции является возможность установки не двух, а трех стекол. Причем, между стеклом и рамой по периметру нужно проложить тонкую резину либо поролон. Физические принципы отражения и поглощения радиоволн в таком варианте защиты подразумевают установку среднего стекла не параллельно двум другим, а под небольшим углом. Имеющиеся и возможные щели окна в данном случае следует перекрыть звукопоглощающим уплотнителем.

Решить проблему усиления звукоизоляции дверей гораздо сложнее. Мы считаем, что для начала следует поставить дополнительную полую дверь (организовать тамбур), а свободное пространство заполнить звукопоглощающим материалом. Также необходимо обеспечить плотное закрытие дверей, например, установив на косяк все тот же уплотнитель, так щель в доли миллиметра снижает звукоизоляцию на порядок.

Не менее доступным и действенным способом, по нашему мнению, является решение – «комната в комнате», т.е. создание помещения (пол, стены, потолок, дверь) внутри уже существующего с зазором между перекрытиями первого и второго не менее полуметра. Перекрытия внутренней и внешней комнат снаружи и изнутри также необходимо покрыть звукопоглощающим материалом.

В помещениях с большой площадью поверхностей, хорошо отражающих звук и линейными размерами от 3–4 м, эхо-эффект проявляется весьма заметно. В связи с чем, мебель и аппаратуру внутри как первого, так и второго варианта помещений нужно сократить до минимума [8]. Использование штор из плотной ткани, ковров с длинным ворсом, предметов мягкой мебели, цветов и картин оптимальным образом снизят вероятность использования средств перехвата акустической информации. Рассматривая проблему обеспечения безопасности объекта переговоров, мы полагаем уделить дополнительное внимание системам вентиляции и технологических полостей и пустот, как в стенах, так и перекрытиях. Лучшим вариантом является заполнение их строительной пеной, однако, для вентиляции такой способ неприемлем. Вариантом решения в данной ситуации, по нашему мнению, является установка звукопоглощающего материала на прямом участке воздуховода (протяженностью не менее 3 м), либо организация «звукового лабиринта» с целью затухания звуковой волны.

Подводя итог, отметим, что абсолютно надежную, непреодолимую защиту создать невозможно. Поэтому при планировании мероприятий по организации информационной безопасности необходимо представлять, кого и какая именно информация может интересовать, какова

ее ценность и на какие финансовые затраты ради нее готов пойти злоумышленник. То есть система защиты информации должна быть адекватна и эффективна потенциальным угрозам. И использование звукоизоляционных материалов с учетом звукоизоляционных свойств, при оборудовании выделенного помещения, предлагает наилучшую эффективность предотвращения утечки конфиденциальной информации, защиты несанкционированного доступа к речевой информации, обеспечения безопасности переговоров при минимальных финансовых затратах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савельев И.А., Антипенко А.О Совершенствование процесса оценки защищённости выделенного помещения от технических каналов утечки информации // Вопросы кибербезопасности. 2017. № 3 (21). С. 35–42.

2. Лаврова А.А., Сабынин В.Н. Методика оценки безопасности переговоров в выделенном помещении организации // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ". 2017. № 4. С. 20–25.

3. Хорев А.А. Способы защиты выделенных помещений от утечки речевой (акустической) информации по техническим каналам: звуко-и виброизоляция помещений // Специальная техника. 2013. № 2. С. 48–63.

4. Алексеев А.П., Макаров М.И. Принципы многоуровневой защиты информации. Инфокоммуникационные технологии. 2012. Т. 10. № 2. С. 88–93.

5. Сабынин В.Н. Защита информации в выделенных помещениях // «ИНФОРМОСТ» «Радиоэлектроника и Телекоммуникации». 2002. №1. С. 25–29.

6. Смирнов В.И. Оценки защищенности речевой информации в выделенном помещении с помощью инструментально-расчетного метода // Кибернетика и программирование. 2012. № 2. С. 18–24.

7. Шевцов В.В., Куприянов А.И. Оптимизация мер по защите с учетом ценности информации // Известия Института инженерной физики. 2012. Т. 3. № 25. С. 2–6.

8. Бандурина О.С. Способы защиты коммерческой информации // Патентное дело. 2012. № 6. С. 16–21.

Информация об авторах

Дорошенко Юрий Анатольевич, доктор экономических наук, профессор.
E-mail: 549709@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.
Адрес: 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46

Ковтун Юрий Анатольевич, кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры стратегического управления.
E-mail: belad@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.
Адрес: 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46

Баранов Владимир Михайлович, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры стратегического управления.
E-mail: vladimirbaranov84@gmail.com
Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.
Адрес: 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46

Шевцов Роман Михайлович, кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры стратегического управления.
E-mail: roman377@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.
Адрес: 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46

Поступила в сентябре 2017 г.
© Дорошенко Ю.А., Ковтун Ю.А., Баранов В.М., Шевцов Р.М., 2017

Doroshenko Y.A., Kovtun Y.A., Baranov V.M., Shevtsov R.M.

THE USE OF SOUND INSULATING MATERIALS IN EQUIPMENT DEDICATED SPACE (IN THE CONTEXT OF ENSURING ECONOMIC SECURITY OF ENTERPRISES)

The article analyzes the topical problems of protection of confidential information of the enterprise as a complex of measures of legal, organizational and technical nature aimed at ensuring its economic security. Discusses the activities of the company to prevent the leakage of confidential information by a dedicated hard-

ware-protected areas for confidential information, including the location of these premises computing technology for processing and storage of confidential information, communications intended to be confidential conversations and storage in these areas of the media of confidential information. The same authors note that an important piece of equipment dedicated spaces are sound-proof properties, isolation in terms of the possibility of remote interception of information over acoustic channels (using a laser and directional microphones, etc.). Recommendations for use of the equipment allocated space acoustic properties of materials, which increase the sound insulation of a dedicated protected space, to effectively deal with unauthorized access to speech information, security negotiation, as well as preventing the leakage of confidential information.

Keywords: *information security, information security, economic security, a dedicated room, soundproofing, sound absorption.*

Information about the authors
Doroshenko Yuri Anatolyevich, Ph.D., Professor.
E-mail: 549709@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Kovtun Yuriy Anatolyevich, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: belad@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Baranov Vladimir Mikhaylovich, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: vladimirbaranov84@gmail.com
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Shevtsov Roman Mikhaylovich, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: roman377@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Doroshenko Y.A., Kovtun Y.A., Baranov V.M., Shevtsov R.M., 2017

DOI: 10.12737/article_5a00396d31d688.65157744

Бекренев И.В., ст. преподаватель,
Новиков А.С., магистрант
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ ПРИ АДАПТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ

ibekrenev@inbox.ru

В условиях конкурентной среды эффективность работы предприятия, возможности его устойчивого развития требуют тщательного ее изучения с целью выявления доминирующих факторов и условий, в которых предприятию приходится работать. Однако в научной литературе на сегодняшний день не существует как единого подхода к разграничению среды функционирования предприятия, так и к классификации факторов конкурентной среды. В статье уточнена классификация факторов конкурентной среды с выделением такого классификационного признака как «стабильность деятельности» и предложен перечень факторов, который в условиях быстроизменяющейся конкурентной среды может быть изменен, что развивает методологию структурного анализа конкурентной среды, позволяет сосредоточить внимание на доминирующих факторах, сдерживающих устойчивое развитие предприятия, и своевременно использовать инструменты адаптивного управления.

Ключевые слова: *эффективность работы предприятия, среда функционирования предприятия, устойчивое развитие предприятия, факторы конкурентной среды, адаптивное управление.*

Введение. Для устойчивого развития предприятию необходимо четко определить цели своего существования, алгоритм последовательных действий, способы и методы их достижения, т.е. разработать механизм (механизм устойчивого развития), который позволит не только адаптироваться к условиям среды, но и эффективно развиваться. Для разработки механизма устойчивого развития предприятия требуется определить единый методический подход к вопросу разграничения среды функционирования предприятия и классификации факторов конкурентной среды, кроме того, необходимо определить доминирующие факторы и условия, в которых предприятию приходится работать.

Основная часть. При изучении деятельности предприятия его существование и функционирование рассматриваются в рамках некоторой среды, порождающей условия и факторы, влияющие на его деятельность.

На основе анализа ряда публикаций, трудов отечественных и зарубежных ученых: Дж. Р. Эванса, Б. Бергмана, Г. Амстронга, Ф. Котлера, В.И. Сергеева, М.А. Ладной, В.Н. Стаханова и др. по данному вопросу выявлено, что на сегодняшний день не выработан единый подход к определению четкого разграничения среды функционирования предприятия (табл. 1).

Таблица 1

Подходы к разграничению среды функционирования предприятия

Авторы	Трактовка
Дж. Р. Эванс, Б. Бергман, В.П. Грузинов, Д.Д. Костоглодов, В.Н. Стаханов	Рассматривают окружающую среду как единое целое
Л.В. Осипова, И.М. Синяева	Разграничивают экономическое пространство на общую среду, рабочую среду, и внутреннюю среду
Ф. Котлер, Г. Амстронг, К. Келлер, В.И. Сергеев [1]	Авторы рассматривают окружающую среду с позиции логистического менеджмента, основываясь на разграничении ее на внешнюю (макросреду) и внутреннюю (микросреду)
О.С. Виханский	Подразделяет среду функционирования предприятия на три составляющие: макроокружение, непосредственное окружение, а также внутреннюю среду, которая не представляет интереса

Источник: составлено авторами

Тем не менее, при неоднозначности определений среды функционирования в зависимости от подходов, речь идет об одной и той же совокупности воздействующих на предприятие условий и факторов, имеющих лишь некоторые различия в содержательном аспекте.

Следовательно, эффективность работы предприятия, особенности функционирования, его устойчивое развитие предопределяют необходимость исследования и целесообразность конкретизации доминирующих факторов и условий, в которых ему приходится работать, с целью принятия эффективных управленческих решений, направленных на устранение возможных угроз либо на приспособление к ним, т.е. проявлению адаптационных свойств системы управления предприятием.

В результате изучения ряда публикаций по рассматриваемой тематике, а также проведенного ретроспективного анализа факторов установлено, что на сегодняшний день нет единого методического подхода по вопросу классификации факторов, большинством ученых все факторы среды функционирования предприятия, тем или иным образом влияющие на его деятельность, рассматриваются относительно маркетинговой ориентации: факторы внешней среды и факторы внутренней среды (табл. 2 и 3). При этом, согласно результатам проведенного консультационной фирмой McKinsey исследования установлено, что 85 % факторов, влияющих на эффективность функционирования предприятия, являются внутренними и только 15 % – приходится на внешние факторы.

Таблица 2

Классификации факторов, влияющих на эффективность работы предприятия

Авторы	Факторы
Классификация по признаку сферы действия (по источникам происхождения)	
С.П. Бурланков, Л.Г. Наумова, Е.И. Копачева, Г.В. Савицкая	Внешние, внутренние
О.Н. Беленов, И.Б. Береговая	Макроэкономические, микроэкономические
Классификация по признаку продолжительности действия (характеру проявления)	
С.П. Бурланков, Л.Г. Наумова	Временные, постоянные
Е.И. Копачева, Г.В. Савицкая, Т.В. Крамин	Постоянные; временные; эпизодические
Е.И. Копачева, Г.В. Савицкая, Т.В. Крамин, Ван Хорн, К. Джеймс	Циклические; нециклические
Классификация по признаку специализации	
С.П. Бурланков	Общие, специфические
О.Н. Беленов, И.Б. Береговая	Общие, специализированные
Классификация по признаку состава (по внутренней структуре)	
С.П. Бурланков	Сложные, простые
Л.Г. Наумова, Е.И. Копачева, Г.В. Савицкая, Т.В. Крамин	Элементарные, комплексные
Классификация по признаку возможности измерить	
Л.Г. Наумова	Количественные, качественные
Классификация по признаку назначения	
И.Б. Береговая	Факторы влияния, обеспечения, развития
Классификация по признаку характера действий	
Л.Г. Наумова	Позитивные, негативные, нейтральные
О.Н. Беленов	Благоприятные, неблагоприятные
Классификация по признаку типа конкурентного преимущества	
О.Н. Беленов	Ресурсные, операционные, стратегические

Источник: составлено авторами

Таблица 3

Ретроспективный анализ факторов, влияющих на деятельность предприятий

Период	Событие
1840-е года	Направление марксизм основывается на экономическом детерминизме. Все изменения, возникающие в государстве, обществе, побуждаются только двумя факторами: экономическим и социальным.
1901 год	В США опубликован первый отчет, который можно назвать маркетинговым исследованием, «Отчет промышленной комиссии по продажам сельскохозяйственной продукции», в котором был проведен первый анализ рынка. Согласно его положениям, именно два фактора влияют на успешную деятельность предприятия: объем, какой оно выпускает; цена, устанавливаемая на продукцию.
1920-е года	Уэсли Клэр Митчелл: «Хозяйственная деятельность предприятия находится под влиянием факторов, связанных с бесчисленными изменениями в природе, политике, науке, так и в сфере самого народного хозяйства. Каждый фактор явления в любой момент находится под влиянием других факторов и сам влияет на них».
1984 год	Филип Котлер опубликовал книгу «Основы маркетинга», в которой дал фундаментальную классификацию факторам, используемая как основная классификация до настоящего времени. Согласно классификации все факторы разделяются на факторы микросреды (внутренние) и макросреды (внешние).

Источник: Составлено авторами

Рис. 1. Классификация факторов конкурентной среды

Выводы. Комплексная оценка влияния внешних и внутренних факторов конкурентной среды с выявлением доминирующих, на которых необходимо сосредоточить внимание, служит методологической и информационной базой для формирования механизма устойчивого развития предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ладная М.А. Взгляды учёных на внешнее окружение организации сферы услуг // Проблемы современной экономики: материалы II Международной научной конференции (г. Челябинск, октябрь 2012 г.). Челябинск: Два комсомольца, 2012. С. 1–5.

2. Бабушкина Е.А. Управление эффективностью компании [Электронный ресурс]. Режим доступа – http: //www.cfin.ru/management/strategy/competit/efficiency_factors.shtml (дата обращения: 05.09.2017).

3. Филип Котлер. Перевод с английского В.Б. Боброва Основы маркетинга. М.: Изд. "Прогресс", 1991. 657 С.

4. Бекренев И.В., Лозовская Я.Н. Методические аспекты формирования адаптивного механизма устойчивого развития предприятия на основе целевого комплексного подхода // Вестник Российского университета дружбы народов. Секция: Экономика. 2017. Т. 25. № 2. С. 233–241.

Информация об авторах

Бекренев Игорь Владимирович, старший преподаватель кафедры государственное и муниципальное управление в промышленных регионах.
E-mail: ibekrenev@inbox.ru.
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».
Россия, 119049, Москва, Ленинский пр., д. 4.

Новиков Александр Сергеевич, магистрант кафедры техносферная безопасность.
E-mail: anovikov95@mail.ru.
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».
Россия, 119049, Москва, Ленинский пр., д. 4.

Поступила в октябре 2017 г.
© Бекренев И.В., Новиков А.С., 2017

Bekrenev I.V., Novikov A.S.

THE RETROSPECTIVE ANALYSIS AND CLASSIFICATION OF FACTORS OF THE COMPETITIVE ENVIRONMENT AT ADAPTIVE BUSINESS MANAGEMENT

In the conditions of the competitive environment the overall performance of the enterprise, a possibility of his sustainable development demand her careful studying for the purpose of identification of the dominating factors and conditions in which the enterprise should work. However in scientific literature doesn't exist as uniform approach to differentiation of the environment of functioning of the enterprise, and to classification of factors of the competitive environment today. In article classification of factors of the competitive environment with allocation of such classification sign as "stability of activity" is specified and the list of factors which in the conditions of the fast-changing competitive environment can be changed that develops methodology of the structural analysis of the competitive environment is offered, allows to concentrate attention on the dominating factors constraining sustainable development of the enterprise and in due time to use instruments of adaptive management.

Keywords: *the efficiency of the enterprise, the environment of the enterprise, sustainable enterprise development, factors of the competitive environment, adaptive management.*

Information about the authors

Bekrenev Igor Vladimirovich, Senior lecturer.
E-mail: ibekrenev@inbox.ru.
National University of Science and Technology «MISiS».
Russia, 308012, Moscow, Leninskij Avenue, 4.

Novikov Aleksandr Sergeevich, Master student.
E-mail: anovikov95@mail.ru.
National University of Science and Technology «MISiS».
Russia, 308012, Moscow, Leninskij Avenue, 4.

Received in October 2017
© Bekrenev I.V., Novikov A.S., 2017

DOI: 10.12737/article_5a003901915193.35243580

Хорошун Н.А., канд. социол. наук., доц.,
Шамаева О.П., канд. социол. наук, доц.,
Избирян Л.В., студент
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОЦЕНКА ДЕЛОВОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ: ЗОЛОТОЕ ПРАВИЛО ЭКОНОМИКИ

nara-rita@yandex.ru

В настоящее время деловая активность предприятия отражает то, насколько динамично и успешно оно действует и развивается. Эта деятельность может выражаться как в качественных, так и в количественных показателях, которые используются для сравнительного анализа как в долгосрочной, так и в краткосрочной перспективе. То, насколько эффективно работает компания, можно оценить, используя определенные критерии. Показателями оценки деловой активности являются финансовые параметры, характеризующие экономический рост, по своей сути являющиеся соотношением между динамикой продукции и динамикой ресурсов. Выявлено, что деловая активность предприятия в финансовом аспекте проявляется, прежде всего, в скорости оборота средств хозяйствующего субъекта. Главное достоинство этого понятия заключается в том, что в нем выделен основной фактор деловой активности предприятия. Анализ и оценка деловой активности заключаются в исследовании уровней и динамики разнообразных финансовых коэффициентов оборачиваемости.

Ключевые слова: *деловая активность предприятия, качественные показатели, количественные показатели, показатели оборачиваемости, «золотое правило экономики».*

Введение. Деловая активность предприятия и его финансовая устойчивость проявляются в стабильном росте доходов, динамичности развития, устойчивых деловых связях, конкурентоспособности, достижении поставленных стратегических целей, эффективности использования ресурсов. Эти признаки деловой активности компании можно оценить, как по качественным, так и по количественным критериям [1, С. 85]. При этом качественные критерии, такие, как, например, широта рынков сбыта или деловая репутация компании не могут быть выражены в абсолютных величинах, для их оценки используется метод сравнения с подобными предприятиями, имеющими такую же ресурсную базу и работающими в той же отрасли. Для качественной оценки также можно воспользоваться динамикой изменения таких показателей на одном предприятии за определенный временной период [2].

Уже примерно понятны тенденции в экономическом положении страны. В целом отслеживается положительная динамика в экономике. Итоги прошлого года – сейчас уже подошли практически все основные показатели по прошлому году – оказались лучше, чем мы ожидали. Снижение ВВП, по последним данным, составило 0,2 %, хотя прогнозы были хуже, а промышленное производство увеличилось на 1,1 %. В 2016 году удалось добиться и рекордно низких темпов инфляции – 5,4 %. На данный момент устойчивое снижение инфляции продолжается. Восстанавливается и деловая активность, растёт так называемый индекс предпринимательской уверенности. Безусловно, нужно поддержать все эти позитивные тенденции и позитивный настрой бизнеса, создать предсказуемые экономические и финансовые условия для его работы [3, С.53]. Сейчас крайне важно найти сбалансированные решения, которые позволят обеспечить дальнейшее снижение инфляции, развитие отечественного производства, промышленности, сельского хозяйства, что в свою очередь должно способствовать восстановлению роста реальных доходов граждан России. Это один из ключевых приоритетов нашей политики – и экономической, и социальной.

Методика. В данной работе были использованы следующие методы теоретического исследования: анализ, синтез, индукция и дедукция.

Основная часть. Оценка деловой активности организации заключается, прежде всего, в анализе состояния уровней и динамики показателей оборачиваемости, так как проявление деловой активности происходит, в первую очередь, в скорости оборота средств:

- скорость оборота влияет на объемы продаж за определенный период;
- прослеживается прямая связь размеров оборота, а, значит, и оборачиваемости, с относительной величиной условно-постоянных расходов: с повышением оборачиваемости,

− уменьшаются такие расходы на каждый оборот;

− рост скорости оборота активов на том или ином этапе их превращения влечет за собой ускорение оборота и на других этапах [4, С. 38].

Скорость оборота операционных ресурсов предприятия (запасов производства, произведенных товаров, дебиторской задолженности), то есть скорость превращения их в исходную – денежную – форму, оказывает непосредственное влияние на платежеспособность организации. Кроме того, с ускорением оборачиваемости этих ресурсов, снижаются условно-постоянные расходы, а это оказывает влияние на повышение рентабельности деятельности предприятия [5, С. 69]. При ускорении оборачиваемости также происходит повышение абсолютного значения показателя прибыли, причем независимо от того, произошло повышение рентабельности (относительного показателя прибыльности) или же ее уровень не изменился.

Анализ и оценка деловой активности осуществляется на качественном и количественном уровнях. Анализ на качественном уровне предполагает оценку деятельности предприятия по неформальным критериям: широта рынков сбыта (внутренних и внешних), деловая репутация предприятия, уровень его конкурентоспособности, наличие постоянных поставщиков и покупателей, долгосрочных договоров купли-продажи, имидж, торговая марка и прочее.

Оценка деловой активности может быть получена в результате расчета системы показателей, характеризующих деловую активность предприятия. Для оценки деловой активности организации могут быть рассчитаны различные показатели, характеризующие эффективность использования, материальных, трудовых и финансовых ресурсов [6, С. 138]. Основными из них являются: выработка, фондоотдача, оборачиваемость производственных запасов, продолжительность операционного цикла, оборачиваемость авансированного капитала.

Целесообразно сопоставлять данные критерии с аналогичными параметрами других хозяйствующих субъектов, функционирующих в таких же отраслях и сферах бизнеса. Количественные критерии деловой активности характеризуются системой абсолютных и относительных показателей. Среди абсолютных показателей необходимо особо выделить объемы реализованной продукции, товаров, работ, услуг, прибыль, величину авансируемого капитала, оборотных средств, денежных потоков и другое. Также имеет место целесообразность сравнения этих параметров в динамике за ряд периодов (по годам, месяцам).

Такую оценку можно получить, если сравнить результаты деятельности данного предприятия с родственными ему по сфере приложения капиталов организациями. Качественными критериями для этого являются:

− широкий спектр рынков для сбыта произведенной продукции;

− наличие продукции, которая поставляется на экспорт;

− репутация коммерческого предприятия, выражающаяся, в частности, в известности клиентуры, которая пользуется услугами данной компании, в прочности связей с клиентурой [7, С. 64].

Проводить количественную оценку деловой активности и ее анализ можно в двух направлениях:

− путем оценивания степени выполнения плана по основным показателям и обеспечения заданных темпов роста этих показателей;

− оценивая эффективность уровней использования ресурсов коммерческого предприятия.

Количественные показатели деловой оценки, в свою очередь, подразделяются на абсолютные и относительные. Относительные показатели рассчитываются на основании абсолютных, к которым относится выручка от реализации, прибыль, объем вложенного капитала (активов). Абсолютные показатели оценки деловой активности характеризуют соотношение вложенных в активы затрат и полученной прибыли, которая определяется как разница между выручкой от реализации и вложенными затратами. Но взятые сами по себе абсолютные показатели мало что скажут о том, насколько эффективна деятельность компании, их целесообразно сравнивать в динамике за ряд лет либо принимая за базу показатели деятельности аналогичных компаний той же отрасли.

Относительные показатели характеризуют эффективность использования вложенных средств (активов) – материальных, трудовых и финансовых ресурсов предприятия [8, С.30]. Она напрямую зависит от того, с какой скоростью они оборачиваются. Поэтому такие относительные показатели, как коэффициенты деловой активности, еще называют коэффициентами оборачиваемости. Эти коэффициенты подразделяются на две группы:

− коэффициенты, характеризующие скорость оборота, рассчитываемую как количество оборотов активов или пассивов за анализируемый период;

− коэффициенты, характеризующие продолжительность одного оборота – срок, в течение которого полностью возвращаются

средства, вложенные в материальные и нематериальные активы.

Разница между первой и второй группой заключается в том, что для первой группы чем показатели выше, тем выше деловая активность, а для коэффициентов второй группы наоборот – чем они выше, тем ниже деловая активность компании.

Начнем с того, что такое финансовая грамотность и с какими проблемами сталкивается сам человек.

Проблема номер один. В России нет культуры финансовой грамотности. Уже завершилось то время, когда финансовая грамотность была не нужна, и все было решено за людей. Сейчас настал момент, когда мы вышли в большую экономику и многие люди просто не знают, что делать. В конечном итоге нас поглотили долги. Многих из нас соблазняют рекламой, автомобилями в кредит и прочими вещами. Порой нам сложно вырваться из этого замкнутого круга. Это первая причина, почему необходимо любому человеку быть финансово образованным.

Вторая причина – этому не учат в образовательных учреждениях. Родители сами не часто говорят о финансовой грамотности с детьми. Самая большая проблема – это всё что было до сегодняшнего момента. Помимо образования, помимо наших специфических времен, у вас есть убеждения – «В том, что деньги — это плохо», «Нежели богато, нечего начинать», «Все наши родители, деды, прадеды жили скромно и нам нечего соваться», «Богатство – зло», «Посмотрите в фильмах. Бедные люди всегда герои. Герой каждого фильма – бедный человек. И естественно такое кино снимается для бедных. Кто на него ходит? Конечно! Самые небогатые люди России, а таких большинство». От этого мы будем избавляться и осознавать это в нашей жизни. У нас будет возможность продвинуться вперед

Первый шаг к финансовой грамотности – это психологический аспект. Самое первое, что должен осознавать человек – это как его психологически умудрились запрограммировать, что он думает о неспособности заработать большое количество денег и подняться по карьерной лестнице. Открыть бизнес несложно. Многие думают, что это тяжело. На самом деле проще, просто нам мешают психологические факторы. Первое – нам нужно это осознать, свои непродуктивные убеждения [9, С.134].

Второй фактор – это долги. Нужно уметь оптимизировать свои затраты. Если у человека возникли долги, значит он неправильно распределяли свои средства. Где-то идет очень сильный перекос. Для того чтобы начать контролировать свои долги, нужно запоминать и фиксировать свои затраты. Это основа финансовой грамотности. Человек или предприниматель, который не знает своих расходов и затрат может оказаться банкротом.

Третий фактор – оптимизация затрат. Важно понять, какие затраты человеку нужны, а какие нет.

Следующий шаг на пути к финансовой грамотности и освобождению от всех финансовых проблем – это собственный финансовый план.

Первая стратегия увеличения дохода состоит в увеличении своей производительности.

Вторая стратегия заключается в поиске источников своего дохода. Это можно сделать при помощи фриланса, дополнительных услуг, расширения ассортимента своих услуг, развития новых эффективных навыков, расширения производства и открытии новых филиалов своей компании. В этом заключается поэтапный путь к финансовой грамотности и независимости. Все гениальное просто.

Главная цель – это как правильно инвестировать в долгосрочном горизонте, сохранить свои деньги от инфляции, обеспечить стабильное будущее своей компании.

«Золотое правило экономики», применяемое для оценки деловой активности заключается в том, что динамика роста показателей является положительной тенденцией в развитии предприятия, а соотношение темповых показателей является наиболее оптимальным:

$$100\ \% < Та < Тр < Тп,$$

где $Та$ – темп изменения активов предприятия; $Тр$ – темп изменения объемов реализации; $Тп$ – темп изменения прибыли [11, С.317].

Показанные неравенства, имеют следующую экономическую интерпретацию:

– неравенство первое $100\ \% < Та$ означает, что экономический потенциал предприятия возрастает, т.е. происходит увеличение масштабов его деятельности. Наращивание активов предприятия, сказать иначе – увеличение его размеров, нередко является одной из основных целевых установок, которая открыто или завуалировано формулируется владельцами предприятия и его управленцами.

– следующее неравенство $Та < Тр$ указывает на то, что в сравнении с увеличением экономического потенциала объем реализации возрастает более высокими темпами, то есть предприятие использует свои ресурсы с большей эффективностью, и каждый рубль, вложенный в коммерческое предприятие, приносит повышенную отдачу.

– из неравенства $Тр < Тп$ очевидно, что возрастание прибыли происходит стремительными

темпами, данный факт красноречиво свидетельствует, об имевшемся в отчетном периоде относительном снижении издержек производства и обращения как результате действий, задачей которых является оптимизировать технологический процесс и взаимоотношения с контрагентами.

Рассмотренные соотношения (неравенства) на практике именуют «золотым правилом экономики предприятия». Но в случае, если деятельность предприятия требует значительных капиталовложений, которые окупиться и принести выгоду могут лишь в более или менее длительной перспективе, то вполне вероятны отклонения от этого «золотого правила». В таком ракурсе эти отклонения не должны рассматриваться как негативные. К причинам возникновения подобных отклонений относят: приложение капитала в сферу освоения новых технологий производства, переработки, хранения продукции, модернизации и реконструкции действующих предприятий [12, С.137].

Показатели оборачиваемости – относительные и характеризуют эффективность использования ресурсов (имущества) предприятия.

Алгоритм расчета показателей оборачиваемости состоит в том, что выручка от реализации делится на величину показателя, оборачиваемость которого анализируется.

Оборачиваемость актива, единицей измерения которой служит количество оборотов, рассчитывается по формуле:

$$\text{Оборачиваемость актива} = \text{В/Аср},$$

где *В* – выручка от реализации за анализируемый период; *Аср* – средняя стоимость актива за анализируемый период.

Показатели оборачиваемости в оборотах показывают, сколько раз обернулся в отчетном периоде тот или иной оборотный актив [13, С.240].

Среднюю величину актива определяют исходя из бухгалтерского баланса по формуле среднего арифметического:

$$Аср = (Он.п + Ок.п)/2,$$

где *Аср* – средняя величина активов за расчетный период; *Он.п* – остаток активов на начало расчетного периода; *Ок.п* – остаток активов на конец расчетного периода.

Показатель оборачиваемости в днях, то есть продолжительность оборота, рассчитывается по формуле:

$$\text{Показатель оборачиваемости в днях} = \text{D/Показатель оборачиваемости в оборотах},$$

где *D* – количество дней в исследуемом периоде (за квартал – 90 дней, за полугодие – 180 дней, за год – 365 дней).

Показатель оборачиваемости в днях показывает, на сколько дней обездвижены денежные средства в оборотных активах. Считается благоприятной тенденцией, если происходит снижение показателя [14, С.180].

Подобным образом можно рассчитать коэффициент оборачиваемости оборотных средств, коэффициент оборачиваемости запасов, коэффициент оборачиваемости готовой продукции и другое.

Существует также методика оценки деловой активности предприятия по коэффициентам рентабельности, так как это один из самых популярных методов анализа того, насколько успешно развивается компания. Коэффициенты рентабельности – это отношение прибыли к капиталу, инвестированному для того, чтобы получить эту прибыль. Методика оценки деловой активности предприятия в этом случае заключается в том, чтобы сравнить полученные коэффициенты с другими, альтернативными вариантами применения этого капитала, например, с доходами, полученных в условиях, характеризующихся той же степенью финансовых рисков [15].

Коэффициенты рентабельности – действенный инструмент для принятия управленческих решений, они также могут использоваться для экономического анализа, поскольку характеризуют:

- эффективность управления;
- способность компании получить прибыль, достаточную для вложения в инвестиции;
- динамику изменения прибыли и могут использоваться для ее прогнозирования.

Анализ деловой активности может производиться путем сравнения рентабельности всех активов компании и рентабельностью собственного капитала. Разница между этими показателями будет в том случае, когда предприятием привлекались внешние источники финансирования. В случае, когда компания за счет привлечения заемных средств получила прибыли больше, чем сумма уплаченных процентов по кредиту, разницу она может использовать для увеличения отдачи собственного капитала. В обратном случае, когда прибыль меньше выплаченных процентов, привлечение заемного капитала будет считаться ошибочным решением, приведшим к снижению деловой активности.

Выводы. Выявили, что при оценке деловой активности предприятия проводится анализ отдельных статей оборотных активов с учетом отраслевой специфики предприятия, вида деятельности и особенностей выпуска продукции. Кроме

того, определяются и оцениваются основные показатели оборачиваемости оборотных средств – количественные и качественные, где разница между первой и второй группой заключается в том, что для первой группы чем показатели выше, тем выше деловая активность, а для коэффициентов второй группы наоборот – чем они выше, тем ниже деловая активность компании. На основании результата анализа определяют основные причины нерационального формирования оборотных активов и принимают меры для устранения этих причин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бороухин Д.С., Царева С.В., Гапоненкова Н.Б., Мотина Т.Н., Бреславец И.Н., Беспалова С.В., Дрождинина А.И., Скотаренко О.В., Смирнов А.В., Рапницкая Н.М., Кибиткин А.И. Финансовый анализ: риски, кредитоспособность, инвестиции. М.: Академия Естествознания, 2013. 365 с.

2. Факторный анализ прибыли и рентабельности предприятия (организации) [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.su/15_60279_faktorniy-analiz-pribili-i-rentabelnosti-predpriyatiya-organizatsii.html

3. Игнатьева А.Д. Рейтинговая оценка предприятий. М., 2008. 325 с.

4. Наконечная Т. В. Организационно-экономическая сущность управления деловой активностью // УЭкС. 2013. №9 (57). С.38.

5. Нацыпаева Е.А. Количественные показатели оценки деловой активности предприятия // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2012. №2 С. 68–72.

6. Нейф Наталья Михайловна, Дозорова Наталья Александровна Методологические подходы к оценке деловой активности предприятия // Вестник Ульяновской ГСХА. 2011. №3 (15) С. 135–140.

7. Пиндайк Р., Рубинфельд Д. Микроэкономика. М.: Экономика, Дело, 2012. 274 с.

8. Ромащенко Елена Сергеевна Теоретические аспекты и пути повышения деловой активности предприятия // Kant. 2012. №3 (6) С.30-32.

9. Румянцева З.П., Саломатин Н.А. и др. Менеджмент организации. М.: ИНФРА-М, 2013. 354 с.

10. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. Минск, 2012. 421 с.

11. Сафиулин Р. Э. Комплексный подход к оценке деловой активности промышленного предприятия // Бизнес в законе. 2014. №3. С. 317–320.

12. Семенов Г.А., Ярошевская О.В. Диагностика финансово-экономического состояния предприятия // Вестник экономической науки Украины. 2011. №1. С. 136–141.

13. Сидорчук Р. Р. Роль маркетинга в комплексном подходе к оценке деловой активности предприятий // Бизнес в законе. 2012. №.3 С. 239–242.

14. Хорошун Н.А., Шамаева О.П. Кадровая политика как часть стратегически ориентированной политики организации // Инновационная наука. 2016. № 1-3 (13). С. 178–183.

15. Оценка деловой активности предприятия [Электронный ресурс]. URL: http://www.hr-director.ru/article/65693-qqq-15-m9-metodika-otsenki-delovoy-aktivnosti-predpriyatiya (дата обращения: 26.03.2017).

Информация об авторах

Хорошун Нарине Агасиевна, кандидат социологических наук, доцент кафедры социологии и управления.
E-mail: nara-rita@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Шамаева Ольга Петровна, кандидат социологических наук, доцент кафедры социологии и управления.
E-mail: nara-rita@yandex.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Избирян Лилиана Варданова, студент кафедры социологии и управления.
E-mail: liliana.sarkisyan@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Хорошун Н. А., Шамаева О.П., Избирян Л.В., 2017

Khoroshun N.A., Shamaeva O.P., Izbiryan L.V.

ASSESSMENT OF BUSINESS ACTIVITY OF THE COMPANY: THE GOLDEN RULE OF ECONOMICS

Currently, the business activity of the enterprise reflects how rapidly and successfully it operates and develops. This activity can be expressed in both qualitative and quantitative indicators used for comparative analysis in both the long and short term. How effectively it operates, can be evaluated using certain criteria. The evaluation indicators of business activity are the financial parameters that characterize economic growth, which is essentially the ratio between the dynamics of production and dynamics of resources. It is revealed that the business activity of the enterprises of the construction industry in the financial aspect is manifested primarily in the rate of turnover of an economic entity. The main advantage of this concept is that it highlights the main factor of business activity. Analysis and evaluation of business activity are to study levels and dynamics of various financial ratios turnover.

***Keywords**: business activity of the enterprises of the construction industry, qualitative indicators, quantitative indicators, turnover indicators, the "Golden rule of economy".*

Information about the authors

Khoroshun Narine Agasievna, Assistant professor.
E-mail: nara-rita@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Shamaeva Olga Petrovna, Assistant professor.
E-mail: nara-rita@yandex.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Izbiryan Liliana Vardanovna, Bachelor student.
E-mail: liliana.sarkisyan@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017

© Khoroshun N.A., Shamaeva O.P., Izbiryan L.V., 2017

DOI: 10.12737/article_5a00392524a898.78048830

Абакумов Р.Г., канд. экон. наук, доц,
Наумов А.Е., канд. тех. наук, доц.,
Истомина Е.А., магистрант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ И РЫНКА ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА ГОРОДА БЕЛГОРОДА

AbakumovRG2000@mail.ru

В статье проведен анализ организации парковочного пространства города Белгорода и сделан аналитический обзор рынка купли-продажи парковочных мест на стоянках различных типах в городе Белгороде. Приведены данные по стоимости парковочных мест, их расположению, площади и форме собственности. Проведено зонирование территории города с целью выявления зависимости стоимости машино-места от расположения паркинга или стоянки иного типа. Проанализированы нормативные документы в области строительства парковочных мест и выявлены нарушения в организации парковочного пространства города Белгорода.

Ключевые слова*: парковочное место, машино-место, зонирование территории, стоимость парковочных мест, анализ рынка.*

В связи с увеличением количества жителей в городе Белгороде и достаточно высоким уровнем жизни количество автомобилей на душу населения увеличивается и, как следствие, наиболее остро стоит вопрос о размещении автотранспорта на парковочных местах. Проанализируем организацию и рынок парковочного пространства города Белгорода.

В Правилах землепользования и застройки города Белгорода, утвержденных Советом Депутатов 27.02.2007 г № 429, содержится информация о видах разрешенного использования земельных участков под размещение наземных и подземных стоянок, гаражей и паркингов. Данные представлены в табл.1.

В соответствии с СП «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.» в городе Белгороде, парковочные места в обязательном порядке располагаются при: многоэтажных и среднеэтажных жилых домах; объектах торговли, независимо от их размера и назначения: торгово-развлекательные центры, торговые центры, рынки, магазины; социальных объектах, которые подразделяются на: образовательные: школы, дошкольные учреждения, интернаты, высшие и средние учебные заведения и т.д.; медицинские: поликлиники, больницы, кабинеты; спортивные: стадионы, спортивные залы и т.д.; развлекательные: кинотеатры, клубы, театры и т.д. промышленные: заводы, предприятия, склады; объектах отдыха, таких как парки, лесные массивы, зоопарки и т.д.

Проанализируем каждый вид организации парковочного пространства в городе Белгороде.

Парковочное пространство при многоэтажных жилых домах обычно подразделяется на открытую автостоянку и подземный паркинг, в основном в городе преобладают парковочные места, расположенные на придомовой территории вдоль проезда в специальных карманах или организованные «за счет» спортивных и детских зон.

Подземные паркинги размещены только под жилыми комплексами современной постройки. Машино-место в таком паркинге является предметом купли-продажи и его стоимость составляет от 300 до 600 тысяч рублей, в зависимости от расположения дома и застройщика. Кроме этого, каждый месяц собственнику такого машино-места необходимо будет оплачивать также содержание помещения (освещение, отопление, уборку).

Из-за нехватки машино-мест в районах с домами советской постройки всё большую популярность набирают кооперативные парковки. Кооперативная парковка – это наземная открытая или крытая площадка для хранения автомобилей, ограниченная забором по периметру и шлагбаумом на въезде. Отличием кооперативной парковки от обычной является то, что жители домов, члены кооператива, строят такую парковку за свой счёт на придомовой территории или на землях муниципалитета. На сегодняшних день в городе Белгороде построены 44 кооперативных парковки на 786 машино-мест, из них 3 парковки на 130 мест на муниципальной земле и 41 парковка на 656 мест на земельных участках, находящихся в общей долевой собственности дома. За каждым членом парковочного кооператива закреплено машино-место, но оно находится не в собственности, а на праве доли в общей долевой собственности.

Таблица 1

Размещение наземных и подземных стоянок, гаражей и паркингов в градостроительных зонах города Белгород

Наименование вида разрешенного использования земельного участка	Описание вида разрешенного использования земельного участка	
	Основные виды разрешенного использования земельных участков и объектов капитального строительства, предназначенные для размещения автотранспорта	Вспомогательные виды разрешенного использования земельных участков и объектов капитального строительства, предназначенные для автотранспорта
Ж-1 зона многоэтажной жилой застройки	Размещение подземных гаражей и наземных автостоянок	Размещение постоянных или временных гаражей с несколькими стояночными местами, стоянок (парковок), гаражей
Ж-2 зона среднеэтажной жилой застройки	Размещение подземных гаражей и автостоянок.	
Ж-3 зона сблокированной коттеджной застройки	Размещение индивидуальных гаражей и иных вспомогательных сооружений; обустройство спортивных и детских площадок, площадок отдыха	-
Ж-4 зоны жилой застройки индивидуальными домами коттеджного типа	Размещение индивидуальных гаражей и подсобных сооружений	-
И зона инженерной инфраструктуры	-	Размещение постоянных или временных гаражей с несколькими стояночными местами, стоянок (парковок), гаражей
Ц-1 центральная общественно-деловая зона	-	
Ц-2 Районная общественно-деловая зона	-	
Ц-3 Зона обслуживания жилых и прочих комплексов	-	
Ц-4 зона обслуживания производственных объектов	-	
О-1 зона территорий объектов культурного наследия	-	
П-1, П-2, П-3 зона предприятий 1-2 и 3 - 4 и 5 классов	-	
П-4 зона инвестиционно-производственного развития	-	
Т-3 зона автомобильного транспорта и улично-дорожной сети	Размещение постоянных или временных гаражей с несколькими стояночными местами, стоянок (парковок), гаражей, оборудование земельных участков для стоянок автомобильного транспорта	-
С-3 зона озеленения санитарно-защитных зон	-	Размещение постоянных или временных гаражей с несколькими стояночными местами, стоянок (парковок), гаражей
ПЛ-1 зона оврагов и крутых склонов,	-	
ПЛ-2 зона лугов	-	
ПЛ-3 зона болот	-	
ПЛ-4 зона нарушенных территорий	-	

В микрорайонах города Белгорода, где невыгодно из-за значительных финансовых затрат проектировать подземную автостоянку под многоэтажным домом, строят многоуровневые паркинги. Также автопаркинги строят в местах наибольшей плотности населения, например, в центре города для работающих в центральной части города граждан. Первые отдельно стоящие паркинги были построены в 2006 году на ул. Есенина – 216 машино-мест, на улице Попова – 499 машино-мест и на Щорса 56-а – 97 машино-мест, а в настоящий момент такие паркинги находятся на Народном Бульваре – 93 машино-места, проспекте Богдана Хмельницкого – 1264 машино-места, улице Шаландина – 139 и 211 машино-мест, проспекте Славы – 156 машино-мест, улице Губкина – 180 машино-мест, улице Газовиков – 60 машино-мест и улице Почтовой – 124 машино-места [4].

Всего введено 7 143 машино-мест в разных типах автостоянок и в настоящий момент ведется строительство автостоянок в сумме на 3 069 машино-мест. Также планируется увеличение машино-мест за счет планирования строительства новых паркингов на 5946 машино-мест.

Карта автопарковок города Белгорода представлена на рис. 1. Зеленым цветом обозначены существующие паркинги, синим – находящиеся на стадии строительства и розовым – проектируемые.

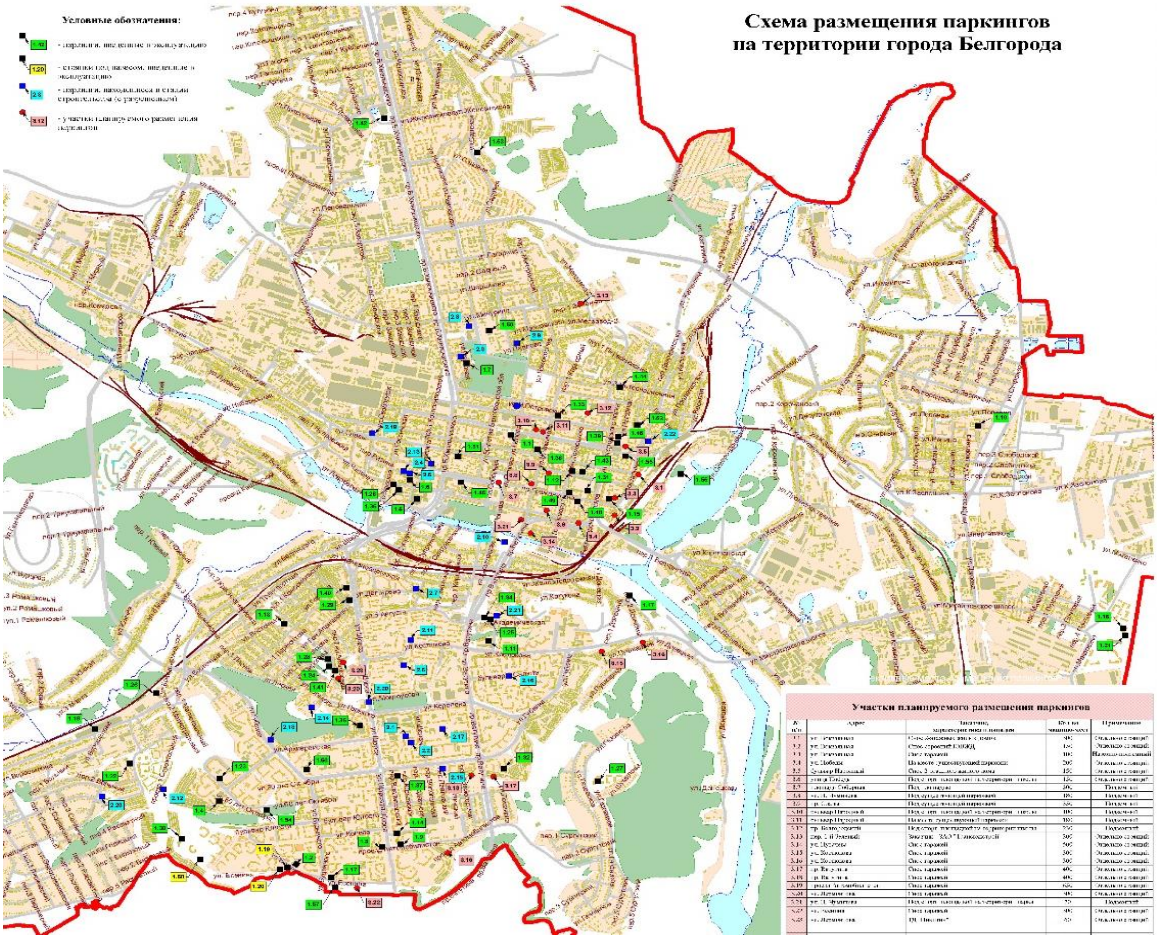


Рис. 1. Схема размещения паркингов на территории города Белгорода

Кроме этих парковочных мест в городе расположены открытые плоскостные автостоянки, принадлежащие индивидуальным предпринимателям или обществам с ограниченной ответственностью. Автостоянка представляет собой огороженный заасфальтированный или с твердым покрытием земельный участок. Оплата за стоянку автомобиля на таких объектах взимается почасовая и посуточная. Больше всего таких автостоянок расположено на улице Есенина, из чего можно сделать вывод, что в данном жилом районе на придомовых территориях недостаточно парковочных мест. Также такие автостоянки находятся на улице Белгородского Полка, Магистральной, Губкина, Спортивной, Железнодорожной, Свято-Троицком бульваре и бульваре Юности.

Если в парковочных местах около жилых домов заинтересованы сами жители, то в доступной парковке около объектов торговли заинтересованы, в первую очередь, владельцы этого объекта.

Опрос, проведенный нами, в городе Белгороде, показал, что почти 60 % всех покупателей добирается до торгового центра на личном транспорте. Из результатов опроса следует, что при невозможности припарковать машину в непосредственной близости к торговому центру часть потенциальных покупателей выберет другое место для совершения покупок. А это значит, что для любого торгового центра необходимо наличие вместительного автопаркинга.

Рассмотрим парковки при крупных торговых центрах города Белгород. Гипермаркет «Линия» имеет открытую наземную парковку на 500 машино-мест, торгово-развлекательный центр «Сити Молл Белгородский» – 1450 машино-мест, Центральный рынок и универмаг «Белгород» – около 100 машино-мест. Каждое машино-место обозначено специальной белой разметкой. У супермаркета «Океан» и у универмага «Маяк» имеется 20 и 50 машино-мест соответственно. Гипермаркет «Лента» помимо небольшой наземной автостоянки располагает подземной парковкой с 2-х часовым бесплатным временем остановки. Торгово-развлекательный центр «МегаГринн» и торговые центры «Семейный» и «Спутник» имеют паркинги, являющиеся частью зданий, на 1600, 156 и 1000 (200*5 сооружений) машино-мест соответственно. Кроме того, в ТЦ «Спутник» можно взять машино-место в аренду за 3000 руб/месяц. Около супермаркетов города, таких как «Магнит», «Пятёрочка» и других чаще всего расположены открытые бесплатные машино-места, а возле маленьких частных магазинов парковки может и не быть. Например, пользующие популярностью закусочные, расположенные на остановках, не имеют своего парковочного пространства и посетителям приходится останавливаться на остановках маршрутного транспорта, чем затрудняется движение последних. Но Местные нормативы градостроительного проектирования разрешают не предусматривать открытые временные парковочные места для малых объектов торговли до 3 рабочих мест.

С 24 ноября 2014 года в Белгороде введены платные муниципальные парковки в центре города. Такие парковки располагаются на муниципальных землях общего пользования. Фрагмент карты с расположением муниципальных парковочных мест приведен на рис. 2

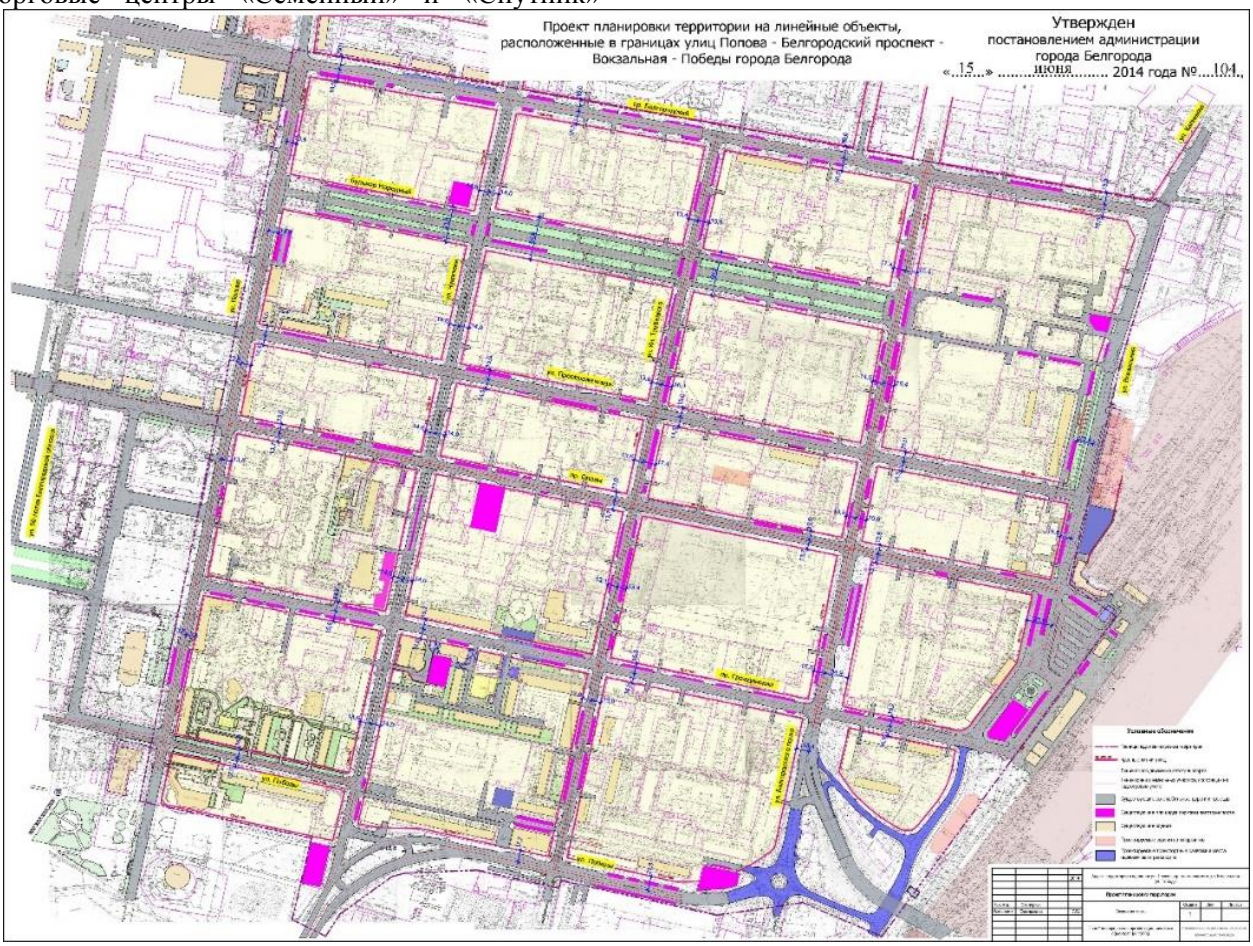


Рис. 2. Фрагмент карты города с расположением муниципальных парковок

Основная цель – это уменьшение транспортной нагрузки в центре и наиболее эффективное использование существующих парковочных мест. На сегодняшний день в Белгороде 190 платных парковок на 2258 парковочные места. В ос-

новном машино-места располагаются в парковочных карманах вдоль дорог, но есть и плоскостные закрытые стоянки. Таких на сегодняшний день 5, и они располагаются на следующих территориях: улице Белгородского полка (возле магазина «1000 мелочей»); улице Николая Чумичова (возле отделения Сбербанка, расположенного по адресу: Гражданский проспект, д. 52); улице Губкина (возле городской больницы №2); улице Вокзальная (возле железнодорожного вокзала); улице Победы (возле дома №69).

В Белгороде количество машино-мест на одну построенную квартиру принимается равным 1, а гостевых стоянок на придомовой территории должно быть 1 машино-место на 2 квартиры. На каждые 30 м^2 пристроенных сооружений должно быть предусмотрено 1 машино-место.

Уровень автомобилизации города на 2017 год равен 320 машин на 1000 человек [8].

Согласно Нормативам, в жилой зоне места для постоянного хранения транспорта должны размещаться в границах микрорайона из расчета не менее 80 % от общего количества транспортных средств, а остальные 20 % – на расстоянии не более 800 м от границ микрорайона для осваиваемых территорий и не более 1500 м принимаются для реконструируемых территорий.

По проведенному исследованию было выявлено несоответствие количества машино-мест при торговых центрах нормативным показателям. Результаты представлены в табл. 2

Таблица 2

Количество машино-мест в торговых центрах г. Белгорода

Название объекта торговли	Арендопригодная площадь, кв. метров	Количество машино-мест (действительное)	Нормативное количество машино-мест	Недостаток/ излишек парковочных мест (-/+)
Гипермаркет «Лента»	4 100	200	574	-374
Гипермаркет «Линия»	5 000	500	700	-200
Торгово-развлекательные центр «Сити Молл Белгородский»	71 000	1 450	9940	-8490
Торгово-развлекательные центр «МегаГРИНН»	70 000	1 750	9800	-8050
Торгово-развлекательные центр «Модный Бульвар»	8 164	107	1142	-1035
универмаг «Белгород»	12 000	100	1680	-1580
Центральный рынок	39 150	663	5475	-4812
супермаркет «Океан»	900	20	126	-106
универмаг «Маяк»	7 000	50	980	-930

По результатам таблицы можно сделать вывод, что Белгородские торговые центры плохо обеспечены парковочными местами. Самыми проблемными являются торговые центры, которые расположены в центральной части города, такие как универмаг «Белгород», «Маяк», Центральный рынок. Данная проблема обусловлена тем, что объекты торговли в центральной части города строились в советские годы, когда лишь незначительная часть населения имела личные автомобили, и большое количество парковочных мест было излишним. Вся прилегающая территория к этим объектам торговли уже застроена, поэтому нет возможности разместить достаточно удобную парковку. Эффективное решение – создание подземных паркингов. Одним из решений проблем парковки вблизи универмага «Белгород» и Центрального рынка явилась постройка многоярусного паркинга на ул. Попова. Однако данные виды парковок менее привлекательны для населения, чем парковка на земле.

В связи с ростом автомобильного парка в городе и появлением платных придорожных парковок повысился спрос на машино-места в паркингах. Нами был проведен анализ рынка купли-продажи машино-мест в различных видах паркингов с целью выяснения стоимости таких машино-мест, адреса, типа и формы собственности. Результаты анализа представлены в табл. 3.

В ходе проведения анализа было выявлено, что большей популярностью пользуются подземные паркинги. Это связано с тем, что при строительстве многоэтажного дома проектировщики обязаны заложить расчетное количество машино-мест, поэтому рынок машино-мест в подземных паркингах наиболее полон. Машино-мест в отдельных паркингах и крытых стоянках не много, к тому же они расположены в местах, где парковка автомобиля не является проблемой.

Таблица 3

Анализ предложений машино-мест на рынке

№	Вид машино-места	Адрес	S машино-места, м^2	Форма собствен-ности	Стоимость, руб.	Наличие сведений в ЕГРН	Тип собственности
1	Подземный паркинг	Садовая,3-а	20	Юридическое лицо	1 100 000	Земельный участок и здание поставлены на государственный кадастровый учет	Общая долевая
2			18		850 000		
3		Свято-Троицкий б-р, 7	18		800 000		
4			18		500 000		
5		Гостенская, 16	24		690 000		
6			19	Физ. лицо	500 000		
7			15	Юр. лицо	500 000		
8		Харьковская, 3	18		600 000		
9		Костюкова, 36-г	15		600 000		
10			20	Физ. лицо	500 000		
11			18		470 000		
12		Академическая, 23-а	30		550 000		
13			33		550 000		
14		Гражданский пр-т, 36	30	Юр. лицо	500 000		
15		Народный б-р, 3-а	30		450 000		
16		Белгородского полка, 62	18	Физ. лицо	450 000		
17		Гражданский пр-т, 18	14	Юр. лицо	450 000		
18			14		400 000		
19		Садовая 118-ж	18		400 000		
20		Садовая, 6	18		400 000		
21		Щорса, 45-к	20	Физ. лицо	380 000		
22		Машковцева, 26	30	Юр. лицо	260 000		
23		Льва Толстого, 55	19		240 000		
24		Лермонтова, 47-а	25	Физ. лицо	125 000		
25			20	Юр. лицо	95 000		
26		Лермонтова, 49	26		100 000		
27			13	Физ. лицо	70 000		
28		Лермонтова, 49-а	14	Юр. лицо	99 000		
29	Подземный паркинг, но разделено на боксы	Победы, 165	18	Физ. лицо	500 000	Земельный участок и здание поставлены на государственный кадастровый учет	Общая долевая
30	Многоуровневый паркинг	Шаландина, 4	18	Юр. лицо	280 000		
31			18	Физ. лицо	275 000		

32			18	Юр. лицо	220 000		
33		Щорса, 8Д	19		100 000		
34	Крытая стоянка	Щорса, 56-а	22	Физ. лицо	400 000		
35		Котлозаводская, 1	28	Юр. лицо	30 000		
36	Гараж	Северо-Донецкая, 8	24	Физ. лицо	300 000		

В соответствии с Приказом Минэкономразвития РФ от 07.12.2016 № 792 «Об установлении минимально и максимально допустимых размеров машино-места», минимальные и максимальные размеры, в пределах которого осуществляется формирование обособленного места для размещения автомобиля, следующие: максимальный размер – 6.2 х 3.6 м., то есть площадь = 22.32 м^2; минимальный размер – 5.3 х 2.5 м. площадь = 13,25 м^2 [3]. С учетом этих размеров можно выявить несоответствие площадей, предлагаемых к продаже машино-мест, с нормативными показателями. Так, площадь меньше нормативной имеет машино-место по адресу улица Лермонтова, 49, а площадь больше максимального показателя имеют стояночные места в элитных домах города, а именно дома, находящиеся по улице Академической, 23а, на Гражданском проспекте, 18а и Народном бульваре, 3а. Кроме этого в подземном паркинге на улице Машковцева, 26 и на крытой стоянке на Котлозаводской улице.

Кроме этого, обнаружен подземный паркинг, не соответствующий требованиям Свода Правил 154.13130.2013 «Встроенные подземные автостоянки. Требования пожарной безопасности». В соответствии с пунктом 5.2.6 в подземных автостоянках не допускается разделение машино-мест перегородками на отдельные боксы. В помещениях хранения легковых автомобилей, принадлежащих гражданам, для выделения постоянно закрепленных мест допускается применение сетчатого ограждения из негорючих материалов. Несмотря на требования, паркинг многоэтажного многоквартирного дома, расположенного по адресу ул. Победы 165, разделен на отдельные помещения (рис. 3). Перегородки представляют собой кирпичную кладку толщиной 0,4 м.

Рис. 3. Подземный паркинг по адресу ул. Победы, 165

Стоимость машино-мест в городе Белгород в большей степени зависит от месторасположения паркинга. В связи с решением Совета Депутатов города Белгорода № 80 от 25 марта 2014 г. «Об утверждении Порядка создания и использования, в том числе на платной основе, парковок (парковочных мест), расположенных на автомобильных дорогах общего пользования местного значения городского округа «Город Белгород» и введением с 2014 года платных парковочных пространств в центральной части города многие автомобилисты задумались о приобретении машино-места недалеко от работы. Так как многие белгородцы работают именно в центральной части города, то и заинтересованность возросла в паркингах, находящихся в центре города. Такие паркинги находятся на Свято-Троицком и Народном бульварах и Гражданском проспекте. Также стоимость машино-места в подземном паркинге зависит и от класса жилья. В центральном районе города строится жилье «бизнес» – и «комфорт» – класса, что изначально задает определенную планку цены парковочного места. К вышеперечисленному добавляется высокая себестоимость строительства подземного паркинга, поэтому застройщик не может продать машино-места по цене, которая не окупит затраты на возведение парковочного пространства.

К тому же, застройщик определяет среднюю

цену машино-мест по своему усмотрению. Например, машино-места в домах, построенных ООО «Трансюжстрой» имеют цену 600000 рублей, а в домах по улице Садовой – 400000 рублей. Это официальная цена при покупке машино-места в данной компании.

Зонирование города Белгорода по стоимости машино-мест приведено на рис. 4.

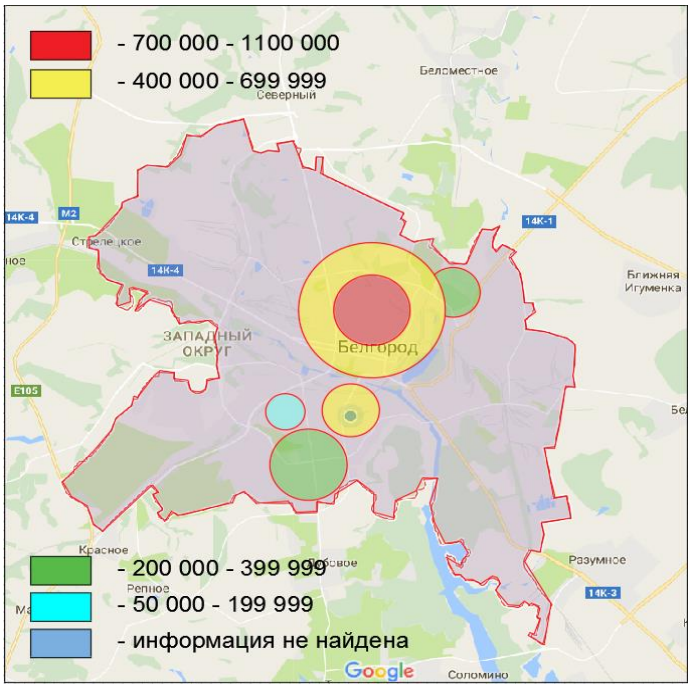


Рис. 4. Зонирование города по стоимости машино-мест

Все представленные в табл. 3 машино-места находятся в общедолевой собственности. Постановка на кадастровый учет каждого машино-места планируется только в автопаркинге ООО «Автоград», расположенном возле Центрального рынка. На данный момент собираются списки желающих купить машино-место с оформлением его в собственность.

В связи с вступлением в силу с 01.01.2017 г. Федерального закона от 13.05.2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» порядок кадастрового учета многоквартирных домов изменился. Согласно ст. 40 (ч. 4) указанного Федерального закона при осуществлении государственного кадастрового учета многоквартирного дома одновременно осуществляется государственный кадастровый учет всех расположенных в нем жилых и нежилых помещений, в том числе составляющих общее имущество в таком многоквартирном доме, а также расположенных в таком многоквартирном доме машино-мест.

В соответствии с этим законом застройщик должен поставить на кадастровый учет каждое машино-место, а это значит, что за каждое машино-место будет уплачено 22 000 рублей, согласно статьи 333.33 НК. В конечном итоге эта сумма повлияет на стоимость самого машино-места. Согласно ст. 15 (ч. 2, п. 1) этого же Федерального закона с заявлением об осуществлении государственного кадастрового учета созданного объекта недвижимости вправе обратиться только уполномоченный орган местного самоуправления, которым было выдано разрешение на ввод объекта капитального строительства в эксплуатацию. При этом, право обращения с заявлением об осуществлении кадастрового учета иным лицам, в том числе застройщику, кадастровому инженеру, участнику долевого строительства, указанным Федеральным законом не предусмотрено. Плата за составление технического плана на многоквартирный дом, в котором находится паркинг, плата кадастровому инженеру или компании, содержащей в штате кадастрового инженера, будет взиматься на основании составленной сметы, сумма будет не менее 100 тысяч рублей.

Обозначим дополнительные проблемы, возникающие при формировании и государственной регистрации машино-места как объекта недвижимости.

Проблема, которая не регулируется действующей редакцией Гражданского кодекса РФ: известно, что застройщик предусматривает определенное количество машино-мест для каждого жилого дома. При этом, согласно ГК РФ, машино-место, являясь самостоятельным объектом недвижимости, может находится в собственности у

человека, который не является владельцем квартиры в этом доме. Например, он приобрел машино-место рядом с работой. Следовательно, такой человек занял машино-место, спроектированное и оставленное для квартиры в этом доме. Допустим, не всем необходимо иметь машино-место в собственности, но если в доме сменились владельцы у некоторых квартир и теперь нынешним собственникам машино-место необходимо, но все места оказались заняты? К счастью, данная проблема не представляет угрозы в городе Белгороде, так как у застройщиков раскуплена, в лучшем случае, половина машино-мест в подземных паркингах.

В Постановлении Правительства РФ от 26.12.2016 № 1498 «О вопросах предоставления коммунальных услуг и содержания общего имущества в многоквартирном доме» прописано, что расходы, которые идут на содержание машино-мест: охрана, уборка помещения, не должны оплачивать собственники машино-мест, а не собственники остальных жилых помещений в этом доме. С другой стороны, законодательно не утверждены правила о делении общедомовых расходов, в случаях, когда собственник машино-места не является собственником квартиры в этом доме, но пользуется общим имуществом всего здания. Эксперты считают, что данная проблема разрешится только через серию дел, которые пройдут через суды и сформируется судебная практика.

Если в общедолевой собственности не определен порядок пользования машино-местами, то могут появиться проблемы при постановке машино-мест на кадастровый учет в вопросе, кому какое место будет принадлежать. Машино-место может располагаться возле выезда, лифта, окна или быть за колонной, или в другом неудобном месте. В данном случае судом могут быть найдены следующие решения ситуации:

- закрепления за собственником того машино-места, которая за ним «исторически» закрепилась;

- выплата компенсации от собственника более удобного места собственнику с наименее удобным машино-местом.

До настоящего времени Росреестр не имеет утвержденного порядка и программного обеспечения для проведения регистрационных действий по машино-местам. Несмотря на то, что в федеральном законодательстве рамочно прописана необходимость регистрации прав на машино-места как объекта недвижимости, однако методически вопросы формирования и учёта машино-мест не разъяснены.

Новый статус машино-мест имеет положительные и отрицательные стороны. Положительные стороны: машино-места можно продавать, сдавать в аренду без согласия остальных собственников парковочных мест в этом помещении, при условии, что машино-место выделено в натуре; возможно отдельное оформление ипотеки на машино-место; на машино-место, которое зарегистрировано как объект недвижимости в ЕГРН, применяется ставка налога, равная 0.1 % от кадастровой стоимости, также возможно получение льгот указанным в НК РФ категориям граждан. Недостатки: дополнительные затраты застройщиков на оформление права собственности на машино-место; неотработанная система составления технических планов кадастровыми инженерами и система постановки на кадастровый учет органами Росреестра.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об установлении минимально и максимально допустимых размеров машино-места: Приказ Министерства экономического развития РФ от 7.12.2016 №792. [Электронный ресурс] // Информационно-справочная система «Консультант Плюс».

2. По вопросу государственного кадастрового учета машино-мест: Письмо Минэкономразвития № ОГ-Д23-7475 от 26.05.2015. [Электронный ресурс] // Информационно-справочная система «Консультант Плюс».

3. О внесении изменений в постановление администрации города Белгорода от 10 октября 2014 г. №202 «Об организации платных парковок»: Постановление Администрации города Белгорода от 24.01.2017 №16. [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/432818071.

4. Об утверждении Порядка создания и использования, в том числе на платной основе, парковок (парковочных мест), расположенных на автомобильных дорогах общего пользования местного значения городского округа «Город Белгород: Решение совета депутатов города Белгорода от 25.03.2014 №80 (ред. от 28.07.2016). [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/432806856.

5. О внесении изменений в Правила землепользования и застройки в городе Белгороде, утвержденные решением Совета депутатов города Белгорода от 27.02.2007г. № 429: Решение совета депутатов города Белгорода от 25.02.2016 № 336. [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.beladm.ru/media/publication_backbone_media/2016/3/18/pzz-belgorod-2016.pdf

6. Об утверждении местных нормативов градостроительного проектирования городского

округа «Город Белгород»: Решение совета депутатов города Белгорода от 26.02.2015 № 201. [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/424041696

7. Об утверждении стратегии развития города Белгорода до 2025 года и плана мероприятий органов местного самоуправления по реализации стратегии развития города Белгорода до 2025 года на 2017 - 2020 годы: Решение совета депутатов города Белгорода от 26.02.2015 № 201. [Электронный ресурс] // Информационно-справочная система «Консультант Плюс».

8. АВТОСТАТ | Аналитическое агентство [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://www.autostat.ru/.

9. Дорошенко Ю.А., Голубоцких М. Конкурентный потенциал как ресурсная составляющая конкурентной устойчивости предприятия // Белгородский экономический вестник. 2017. № 1 (85). С. 21–26.

10. Дорошенко Ю.А., Голубоцких М. Факторы конкурентной устойчивости и оценка их влияния на предприятия промышленности строительных материалов// Белгородский экономический вестник. 2017. № 1 (85). С. 26–31.

11. Дорошенко Ю.А., Климашевская А.А. Анализ научно-технического потенциала предприятий промышленности строительных материалов в контексте оценки необходимости проведения технологической модернизации в отрасли// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 214–218.

12. Дорошенко Ю.А., Малыхина И.О., Брежнев А.Н. Модель инициирования инвестиционных проектов как инструмент активизации инвестиционно-инновационной деятельности региона // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 6. С. 178–181.

13. Дорошенко Ю.А., Климашевская А.А. Технологическая модернизация предприятий как условие инновационно-инвестиционного развития регионов // Актуальные проблемы экономического развития сборник докладов VII Международной научно-практической конференции. 2016. С. 75–79.

14. Дорошенко Ю.А., Малыхина И.О. Теоретико-методологические подходы к определению основ развития инвестиционно-инновационной деятельности региона // Актуальные проблемы экономического развития сборник докладов VII Международной научно-практической конференции. 2016. С. 85–89.

15. Дорошенко Ю.А., Малыхина И.О. Важнейшие технологии развития инвестиционно-инновационной деятельности регионов России // Белгородский экономический вестник. 2016. № 2 (82). С. 21–26.

16. Дорошенко Ю.А., Климашевская А.А. Технологическая модернизация предприятий как условие инновационного развития Белгородской области // Белгородский экономический вестник. 2016. № 2 (82). С. 3–7.

17. Нейман К.И., Абакумов Р.Г., Наумов А.Е. Теоретические и практические аспекты строительного мониторинга при постреконструкционной эксплуатации // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 4 (22). С. 167–170.

18. Назина К.С., Абакумов Р.Г. Исследовательские основы анализа рынка недвижимости // Молодежь и XXI век – 2015. 2015. С. 171–174.

Информация об авторах

Абакумов Роман Григорьевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экспертизы и управления недвижимостью.
E-mail: AbakumovRG2000@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Наумов Андрей Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент экспертизы и управления недвижимостью.
E-mail: andrena@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Истомина Екатерина Александровна, магистрант кафедры экспертизы и управления недвижимостью.
E-mail: Kat_isto@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.

© Абакумов Р.Г., Наумов А.Е., Истомина Е.А., 2017

Abakumov R.G., Naumov A.E., Istomina E.A.

ANALYSIS OF THE ORGANIZATION AND MARKET OF THE PARKING SPACE OF THE CITY OF BELGOROD

The article analyzes the organization of the parking space in the city of Belgorod and provides an analytical overview of the market for the purchase and sale of parking spaces in parking lots of various types in the city of Belgorod. Data are given on the cost of parking spaces, their location, area and form of ownership. Zoning of the territory of the city was carried out with the purpose of revealing the dependence of the cost of a parking place on the location of a parking lot or a parking of a different type. The regulatory documents in the field of parking spaces are analyzed and violations in the organization of the parking space of the city of Belgorod are revealed.

Keywords: *parking space, car place, zoning area, parking costs, market analysis.*

Information about the authors

Abakumov Roman Grigorievich, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: AbakumovRG2000@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Naumov Andrey Evgenievich, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: andrena@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Istomina Ekaterina Alexandrovna, Master student.
E-mail: Kat_isto@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Abakumov R.G., Naumov A.E., Istomina E.A., 2017

DOI: 10.12737/article_5a00395cc9c817.40436636

Селиверстов Ю.И., д-р экон. наук, проф.,
Самоварова Е.С., магистрант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГИЙ В УНИВЕРСИТЕТАХ: ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ*

urisel@mail.ru

Одним из источников экономической эффективности является трансфер технологий. Мировая практика продемонстрировала высокую результативность трансфера технологий через специализированные центры на базе высших учебных заведений. В статье рассмотрена практика организации инновационной деятельности и трансфера технологий в вузах некоторых европейских стран. Подтвержден тезис о том, что создание и внедрение механизмов коммерциализации интеллектуальной собственности и трансфера технологий в университетах требует значительного финансирования, которое, ориентируясь на конечный продукт, должны осуществлять бизнес и государство.

Ключевые слова: *инновационная деятельность, трансфер технологий, университеты, центр трансфера технологий, финансирование, государство, бизнес-сообщество.*

Введение. На сегодняшний день уже ни у кого не вызывает сомнения, что экономику XXI века будут определять новейшие наукоемкие технологии и информатизация общества, как результат глобальной информационной революции. Поэтому актуальной стратегической задачей становится разработка и освоение новых наукоемких и информационных технологий и ускоренное формирование рыночных отношений в промышленности для получения отечественной конкурентоспособной продукции и обеспечения интересов национальной экономической безопасности [7].

Одним из эффективных источников экономической независимости в настоящее время является трансфер технологий, который представляет собой последовательную передачу знаний и опыта для реализации научно-технических процессов, направленных на создание новых технологий, продуктов и материалов, усовершенствованных форм организации управления и доведение их до практического использования. Процесс трансфера может осуществляться в следующих условиях: в университетах, от университетов в бизнес, от крупных компаний в малые и средние предприятия и филиалы, от правительства в бизнес.

Мировая практика показывает высокую эффективность трансфера технологий через специализированные центры. Наиболее распространены подобные центры на базе научно-исследовательских учреждений и высших учебных заведений. Эффективность работы любого центра трансфера технологий (далее – ЦТТ) подразумевает наличие доступа к источникам научных разработок, кадровый потенциал и выход на потенциальных пользователей научных разработок. Анализ зарубежных и отечественных исследований и публикаций показывает важность формирования в высшем учебном заведении управленческой структуры, ориентированной на решение полного комплекса задач по коммерциализации интеллектуальной собственности вуза [2, 3, 5, 18, 20, 21]. ЦТТ, в какой бы форме они не учреждались, призваны способствовать решению главной задачи: обеспечить связь между инвесторами (государственными и частными), владельцами технологий (исследователями, исследовательскими подразделениями вуза, малыми инновационными предприятиями) и потребителями технологий (крупным бизнесом, государством) [10].

Методология. При подготовке статьи в качестве объекта исследования была выбрана предпринимательская деятельность современных университетов. Предметом исследования выступает организация инновационной деятельности и трансфера технологий в вузах некоторых европейских стран. При проведении исследования были использованы статистические и аналитические материалы, а также научные разработки российских и зарубежных вузов.

Основная часть. В Европе и США первые ЦТТ в составе государственных образовательных и научных учреждений появились в сороковых-пятидесятых годах прошлого века с целью обеспечить коммерциализацию военных технологий и технологий двойного назначения путем создания на их основе широкого спектра гражданской продукции. Организация и спектр решаемых задач зависит от особенностей националь-

ного законодательства, уровня развития самоуправления вузов и местных традиций. Это могут быть подразделения вузов на правах отделов, равно как и самостоятельные хозяйствующие субъекты с частичным или полным участием университета. Сравнительный анализ различных организационных структур, в частности, приведен в исследовании Anne S. York, Mark J. Ahn [19].

В отличие от многих зарубежных стран, доля вузовской науки в общей системе генерации научных знаний в современной России невелика (см. табл. 1), но в последние годы доля вузов, участвующих в выполнении НИОКР, увеличивается.

Таблица 1

Количество и удельный вес образовательных организаций высшего образования, выполнявшие исследования и разработки*

Показатель	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Число организаций, выполнявших исследования и разработки, всего,	3492	3682	3566	3605	3604	4175
в т.ч. образовательные организации высшего образования;	617	696	662	762	777	1124
в % от общего числа организаций	17,7	18,9	18,6	21,1	21,6	26,9
Численность персонала, всего,	736540	735273	726318	727029	732274	738857
в т.ч. образовательные организации высшего образования;	53240	59454	59469	59116	62400	63870
в % от общей численности персонала	7,2	8,1	8,2	8,1	8,5	8,6

*Составлено авторами на основании данных Росстата [17]

Тем важнее для нас представляется изучение опыта организации трансфера технологий за рубежом (в первую очередь в европейских стран).

Так, например, научно-исследовательская система **Германии** включает в себя множество разнообразных учреждений, организаций, обладающих большой степенью автономности, с различными формами кооперации. При этом отсутствует центральный механизм организации и регулирования научной деятельности. Законодательством ограничено влияние органов власти на выбор целей и направлений исследования, что дает возможность развития различных подходов и расширенное сотрудничество науки, промышленности и бизнеса.

Государство применяет различные инструменты для содействия в развитии НИР и НИОКР. Финансирование производится целенаправленно и рассчитано на кратко-, средне-, и долгосрочные исследования. Перспективные исследования зачастую получают более индустриальное направление на основе государственного и других видов финансирования. Однако долевое участие государства в исследовательских организациях и институтах запрещено (в отличие, например, от США) [11].

Трансфер технологий в Германии успешно осуществляется не только благодаря эффективной работе «тройной спирали», но и множеству промежуточных звеньев: научных обществ, совместных исследовательских консорциумов промышленных компаний. Благодаря этому также поддерживается высокий научный и технический потенциал страны. Система исследований и разработок объединяет следующих участников: высшие учебные заведения, промышленные предприятия и общественные объединения научно-исследовательских институтов.

Поскольку основным объектом нашего исследования является организация трансфера технологий в вузах, рассмотрим первую группу.

Система высшего образования в Германии отличается многообразием типов вузов. Всего в Германии около 400 вузов, причем частных среди них сравнительно немного – около 15 %. Большая же часть вузов – государственные и субсидируются правительством [4]. Высшие учебные заведения в ФРГ финансируются из бюджетов Федеральных земель, а также из различных программ Министерства образования и исследований. В то же время они не могут получать дополнительное финансирование из госбюджета Германии.

Старейшее техническое высшее учебное заведение в Германии (четвертое место среди европейских заведений) – Технологический институт Карлсруэ (KIT) – является одним из создателей и активных участников Объединенных исследовательских центров. Данные центры созданы с целью проведения долгосрочных исследований, выходящих за рамки дисциплин и структурных подразделений [8].

Самыми крупными организационными единицами KIT являются пять Центров, созданных к

настоящему времени: Энергия (Energy); НаноМикро (NanoMikro); Физика элементарных частиц и астрочастиц (Elementary Particle and Astroparticle Physics); Климат и окружающая среда (Climate and Environment); Системы мобильности (Mobility Systems). KIT является активным создателем и участником Объединенных исследовательских центров (Collaborative Research Centers – Sonderforschungsbereiche – SFB). Центры SFB могут создаваться одним университетом или несколькими (SFB/Transregio). Финансирование осуществляется Немецкой Исследовательской Ассоциацией Deutsche Forschungsgemeinschaft на период до 12 лет.

Большинство высших учебных заведений имеют структурные подразделения, занимающиеся трансфером результатов исследований в промышленность, и содействуют образованию малых и средних предприятий. Такое развитие предпринимательства, исходящего из стен высших учебных заведений, поддерживается программой Федерального министерства образования и исследований «EXIST». В поддержке участвуют и другие организации, например, Фонд содействия созданию малых предприятий в сфере высоких технологий.

С целью дальнейшего развития государственно-частного партнерства в области науки и экономики (в том числе для проведения высокорискованных исследований и создания инноваций) по инициативе Федерального министерства образования и исследований был создан «Исследовательский кампус» (Forschungscampus). Он имеет целью дальнейшее развитие государственно-частного партнерства в сфере науки и экономики, особенно при проведении комплексных исследований с высоким исследовательским риском и/или при создании открывающих инноваций. В такое партнерство вовлекаются предприятия, высшие учебные заведения и исследовательские организации, причем стратегию каждого исследовательского кампуса его участники вырабатывают самостоятельно.

Инновационная деятельность в **Великобритании** финансируется государством двумя способами. Во-первых, посредством единовременных субсидий университетам и научным лабораториям на НИОКР в соответствии с приоритетными направлениями их деятельности. Научные исследования и разработки поддерживает Министерство по вопросам бизнеса, инноваций и профессионального образования. При этом распределение средств должно осуществляться на основе конкурса и является прозрачным.

Во-вторых, финансирования инновационных проектов осуществляет Департамент инноваций, университетов и компетенций. Деятельность Департамента направлена на увеличение темпов экономического роста государства. Департамент инвестирует в науку и образование, способствует повышению инновационной активности предприятий, оказывает поддержку малому и среднему бизнесу [8].

Стоит, однако, отметить, что уровень расходов на НИОКР в Великобритании (2,3 %) является средним для стран Европейского союза (2 %). К 2016 году на НИОКР было затрачено в совокупности 4 575 906 фунтов стерлингов [12, 13].

Развитие инновационной деятельности, включая передачу знаний и технологий и коммерциализацию результатов НИОКР, осуществляется через институты двух видов: одни создаются по требованию бизнеса при разработке и реализации технологий, другие обеспечивают кооперацию участников инновационного процесса для осуществления трансфера в определенном сегменте рынка или экономической сфере.

Поддержку предприятий страны обеспечивает National Enterprise Network (Национальная сеть предприятий), которая является посредником между членами сети и государством, оказывает поддержку при создании новых малых и средних компаний. NEN может представлять интересы своих участников, оказывать помощь в продвижении результатов деятельности и устанавливать необходимые связи с целью обеспечения коммерческих успехов [4].

Государственная политика на национальном и региональном уровнях направлена на создание условий для кооперации академического сектора и бизнеса. С этой целью система трансфера технологий в Великобритании включает следующие элементы [14]:

- Европейская сеть предприятий — The Enterprise Europe Network (система, действующая на территории Европейского союза, призванная оказывать помощь бизнесам в области законодательства, доступа к национальным сетям, логистики и др.);

- инновационные центры (осуществляют всестороннюю поддержку инновационных предприятий);

- научные парки (являются частью инфраструктуры для поддержания взаимодействия бизнеса, промышленности, науки). В настоящее время в стране действуют более 100 научных парков, объединяющих в общей сложности почти 4000 компаний и организаций;

- кластеры (изначально были созданы как консорциумы из научных институтов, учебных

заведений, лабораторий и промышленных компаний для проведения исследований и укрепления связей);

- технологические брокеры (выступают посредниками между разработчиками и компаниями, заинтересованными в инновациях);

- ЦТТ при университетах (имеются во многих университетах страны и обеспечивают коммерциализацию разработок своих учебных заведений);

- партнерства в области передачи знаний (их деятельность направлена на извлечение выгоды одним бизнесом от знаний другого бизнеса; часто образуются за счет государственных грантов, реже – малым и средним бизнесом);

- интернет-порталы (в большинстве своем они ориентированы на определенный сектор экономики для обмена идеями).

В настоящее время завершается пилотный проект Британского правительства, направленный на создание специальных зон, объединяющих бизнес и высшие учебные заведения, - University Enterprise Zones. Проект реализуется с 2014 года, финансируется государством (15 млн. фунтов стерлингов до 2017 года) и университетами (2 фунта на каждый фунт, предоставленный государством). Четыре пилотных проекта находятся в Брэдфорде, Бристоле, Ливерпуле и Ноттингеме. По окончании 4 лет будет произведена оценка деятельности четырех пилотных зон и решена дальнейшая их судьба, а также принято решение о создании дополнительных зон.

Активную работу для объединения знаний, навыков и ресурсов проводит организация Innovate UK (рабочее название Совета по технологическому развитию действует с 2014 года). Они применяют такой подход к инновациям, когда происходит перенаправление деятельности государственных ведомств для решения социальных проблем в стимулировании инновационной деятельности бизнеса [9].

Инструменты и программы, предлагаемые организацией, включают Совместные исследования и разработки, Инициативу по исследованию малого бизнеса, Партнерства по трансферу технологий, программы «Smart», «Launchpad», «Catapult», Сеть трансфера знаний. В настоящее время Innovate UK финансирует проекты по разработке беспилотных авиасистем «InView», программного обеспечения автономных транспортных средств «Oxbotica», «PushPull» и другие [14].

С целью повышения конкурентоспособности страны в технологической области правительство Швеции используют различные методы и инструменты, а инновационная среда характеризуется следующими факторами [1]:

-во-первых, научно-исследовательская деятельность обладает независимостью от государственных структур (при необходимости оказывается поддержка наиболее перспективным НИОКР);

- во-вторых, научно-техническая база страны поддерживается на высоком уровне для обеспечения научной и производственной деятельности;

- в-третьих, инновационное развитие обеспечивается за счет тесного взаимодействия заинтересованных сторон.

Значительная доля финансирования науки в Швеции осуществляется за счет частных фондов и иных некоммерческих организаций, доля промышленности в финансировании науки составляет сегодня 67,7 %. Что касается исследований непосредственно в рамках университетов, то здесь доля финансирования со стороны частных компаний и некоммерческих организаций составляет 15 %. Государственная поддержка осуществляется преимущественно в оборонной сфере, на которую выделяется примерно 13 % совокупных госрасходов на НИОКР [15].

Государственная политика направлена на стимулирование развития приоритетных направлений науки, формирование эффективной системы обучения и подготовки кадров, а также на кооперацию науки и промышленности. Приоритетными направлениями исследований в высших учебных заведениях являются медицина и здравоохранение, биология и биотехнологии, информационные системы, экология, климат, устойчивое развитие и социальное обеспечение.

С 2001 года в Швеции функционируют три научных совета и Шведское государственное агентство инновационных систем. Основная цель этих организаций – координация развития инноваций. Особое внимание также уделяется вопросам финансирования науки, благодаря чему происходит постоянное наращение соответствующих фондов. В последние годы Швеция держится в пятерке лидеров по доле расходов на НИОКР в ВВП. В 2016 г. Швеция занимает 3-е место по этому показателю (4,3 %) [12, 13].

В стране развито и венчурное финансирование. Для поддержания процесса трансфера технологий путем коммерциализации результатов инновационной деятельности оказывают помощь различные организации. Венчурное финансирование на государственном уровне проводит Промышленный фонд, Агентство по инвестициям отвечает за поступление в страну иностранного финансирования. Помощь в коммерциализации и финансировании НИОКР на предпосевной стадии проектов оказывает компания The

Innovation Bridge – Инновационный мост [16].

Основными участниками трансфера технологий являются бизнес-сообщество, государство и высшие учебные заведения. В Швеции сложилась достаточно четкая система научных обществ, ассоциаций и иных некоммерческих организаций с государственным и частным участием, направленная на поддержку и стимулирование научно-исследовательского сектора экономики. Это советы, фонды, агентства, выступающие в качестве экспертных организаций для выработки перспективных научных направлений, осуществляющих долевое финансирование НИОКР. Координирует работу указанных организаций Министерство образования и науки [11].

Слабым местом в инновационной модели Швеции является низкая наукоемкость производства в целом по отраслям, за исключением небольшого числа транснациональных компаний. Однако следует отметить, что высочайший уровень университетского образования, эффективная инновационная политика, уникальные достижения в ряде областей науки и техники характеризуют страну как одного из мировых лидеров [6].

Выводы. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. В настоящее время в европейских странах преобладают тенденция к инновационному развитию всех сфер деятельности.

2. Широкое распространение получила модель «тройной спирали» (взаимодействие университетов, бизнеса и власти), в рамках которой высшие учебные заведения обязаны, кроме академической деятельности, вести также предпринимательскую (включая создание офисов трансфера технологий).

3. Создание и внедрение механизмов коммерциализации интеллектуальной собственности и трансфера технологий в университетах требует значительного финансирования, которое, ориентируясь на конечный продукт, должны осуществлять бизнес и государство.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдурахимова Э.Н., Колесникова К.С., Иващенко Н.П. Современные подходы трансфера технологий и коммерциализации инноваций // Экономические науки. 2015. № 6. С. 49–56.

2. Балыхин М.Г. Развитие предпринимательства в высшем учебном заведении на основе коммерциализации результатов интеллектуальной собственности. Автор. дис. док. экон. наук. С-Пб., 2016. 41 с.

3. Владыка М.В Развитие и реализация инновационного потенциала вуза // Автор. дис. док. экон. наук. Белгород, 2010. 50 с.

4. Дмитриенко В.В., Сайбель Н.Ю. Трансфер технологий в России и за рубежом // Экономика и управление. 2016. № 2. С. 104–105.

5. Дорошенко Ю.А., Малыхина И.О., Оспищев П.И. Интеллектуальный капитал как фактор успешного формирования инновационной структуры вуза // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 2. С. 192–195.

6. Ильин П.В. Зарубежный опыт трансфера технологий – в российскую практику // Молодые исследователи. 2015. № 1. С. 2016–2012.

7. Селиверстов Ю.И. Экономическая природа интеллектуальной собственности и ее роль в инновационном развитии. Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 123 с.

8. Шадиева Д. Анализ мировых тенденций финансирования инновационной деятельности // Мировое и национальное хозяйство. 2016. № 2. С. 120–127.

9. Александров Ю.Д. Трансфер технологий – национальные особенности //Молодежный научно-технический вестник [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://snt-bul.bmstu.ru/doc/793707.html

10. Балыхин М.Г. Центр трансфера технологий как основа механизма коммерциализации интеллектуальной собственности вуза // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2014. № 6 [Электронный ресурс]. URL: http://ekonomika.snauka.ru/2014/06/5315 (дата обращения: 26.05.2017)

11. Батырева Р.Д. Национальная инновационная система Германии: основные черты и тенденции развития [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://ekonomika.snauka.ru/2016/04/11248

12. Глобальный инновационный индекс 2016 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.wipo.int/pressroom/ru/articles/2016/article_0008.html

13. Глобальный инновационный индекс 2017 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.wipo.int/pressroom/ru/articles/2017/article_0006.html

14. Инновации в мире: США, Япония, Великобритания, Германия, Швеция. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://innovation.gov.ru/ru/page/2328

15. Итоги Петербургского экономического форума «ПМЭФ 2017» [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL:

https://promdevelop.ru/news/itogi-peterburgskogo-ekonomicheskogo-foruma-pmef-2017/

16. Российская сеть трансфера технологий Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.rttn.ru/index.php

17. Россия в цифрах, 2017 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135075100641

18. Alexandre Ardichvili, Richard Cardozo, Anthony Strauss. Effectiveness of university technology transfer: An organizational population ecology view of a maturing supplier industry // Journal of Technology Transfer. 2011. Vol. 36. № 2. Pp. 173–202

19. Anne S. York, Mark J. Ahn. University technology transfer office success factors: a comparative case study // Int. J. of Technology Transfer and Commercialisation 2012. Vol. 11. №.1/2. Pp. 26–50.

20. Claudia Curi, Cinzia Daraio, Patrick Llerena.University technology transfer: how (in)efficient are French universities? // Cambridge Journal of Economics Camb. J. Econ. 2012. Vol. 36 №3. Pp. 629–654

21. Jos L. Gonzlez-Perna, Graciela Kuechle, Icaki Peca-Legazkue. An Assessment of the Determinants of University Technology Transfer // Economic Development Quarterly January. 2013. №9.

Информация об авторах
Селеверсов Юрий Иванович, доктор экономических наук, профессор.
E-mail: urisel@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.
Адрес: 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46.

Самоварова Елизавета Сергеевна, магистрант.
Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.
Адрес: 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.
© Селиверстов Ю.И., Самоварова Е.С., 2017

Seliverstov Y.I., Samovarova E.S.
INNOVATIVE ACTIVITY AND TRANSFER OF TECHNOLOGIES AT THE UNIVERSITIES: EUROPEAN EXPERIENCE

One of sources of economic efficiency is the transfer of technologies. World practice has demonstrated the high effectiveness of technology transfer through the specialized centers based on higher educational institutions. In the article the practice of organization of innovative activity and technology transfer in universities of some European countries is considered. The thesis is confirmed: that the creation and implementation of mechanisms of intellectual property commercialization and technology transfer at the universities requires considerable financing which, focusing on the final product, should be carried out by business and the state.

Keywords: *innovative activity, transfer of technologies, universities, technology transfer center, financing, state, business community*

Information about the authors
Seleversov Yuriy Ivanovich, Ph.D., Assistant professor.
E-mail: urisel@mail.ru
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Samovarova Elizaveta Sergeevna, Master student.
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017
© Seliverstov Y.I., Samovarova E.S., 2017

Научное издание

«Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова»
№ 11, 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 10.10.17. Подписано в печать 13.11.17. Формат 60×84/8
Усл. печ. л. 32,78. Уч.-изд. л. 35,25.
Тираж 1000 экз. Заказ 323. 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