

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

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЕСТНИК

БГТУ им. В.Г. ШУХОВА

№ 6, 2017 год

Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова

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

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

Редакционная коллегия по основным направлениям работы журнала:

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

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

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

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

д-р экон. наук, проф. Дорошенко Ю.А.;

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

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

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

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

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

д-р техн. наук, проф. Шаповалов Н.А.

Научно-теоретический журнал «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова» включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Танг Ван Лам, Булгаков Б.И., Александрова О.В., Ларсен О.А. ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАТЕРИАЛОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ВО ВЬЕТНАМЕ	6
Самошин А.П., Королев Е.В., Самошина Е.Н. ВНУТРЕННИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОБЕТОНОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ РАДИАЦИИ	13
Аниканова Т.В., Рахимбаев Ш.М. ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ЦЕМЕНТНОЙ ОБОЛОЧКИ В БЕТОНЕ И ЦЕМЕНТНОЙ ПЕРЕГОРОДКИ В ПЕНОБЕТОНЕ НА УСАДОЧНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ	18
Ковальченко О.В., Алфимова Н.И. К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ПРОДУКТОВ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ	24
Косухин М.М., Косухин А.М. ВОДООТВОДЯЩИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ В ПРОШЛОМ, НАСТОЯЩЕМ И БУДУЩЕМ	29
Кашуркин А.Ю. О ПРИМЕНИМОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ХОЛОДА ЛЬДА И СНЕГА В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	35
Авдяков Д.В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ ПРИ КОНТРОЛЕ ПАРАМЕТРОВ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ВТОРОЙ ФОРМЫ РАЗРУШЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ	40
Ганджунцев М.И., Кондратенко В.Е. МЕТОДИКА ПОВЕРОЧНОГО РАСЧЕТА МОНОЛИТНЫХ БАЛОЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ МПА	43
Никулин А.И., Аль-Хаваф А.Ф.К. О ПОСТРОЕНИИ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫХ С МАЛЫМИ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТАМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	48
Татаренков А.И. АНАЛИЗ И ОБОБЩЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УСИЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	54
Гинзбург А.В., Кожевников М.М. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И КОНТРОЛЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ	58
Алексанин А.В., Маркевич А.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ	62
Дребезгова М.Ю. СОВРЕМЕННЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	66
Коврижкина О.В., Рыбалкина Н.А. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМОВ	70
Шапиро Г.Е. ДЕВЯТИПОЛЬНЫЙ ТИП СИНАГОГ: ГЕНЕЗИС, ОСОБЕННОСТИ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО И КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ	76
Силин Р.В., Корбут Е.Е., Косицына Э.С., Чернышева Н.В. К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ ОЗЕЛЕНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ И ИХ ВЛИЯНИИ НА КАЧЕСТВО ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ г. МОГИЛЕВА	81
Трибунцева К.М. ВОЗНИКНОВЕНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО БЕЛГОРОДСКОЙ ЗАСЕЧНОЙ ЧЕРТЫ	86
Горожанкин В.К. СИСТЕМНАЯ ПАРАДИГМА И АРХИТЕКТУРНАЯ МОРФОЛОГИЯ	91
Коврижкина О.В., Вовженяк П.Ю. КОМПОЗИЦИЯ. ТВОРЧЕСТВО. КЕРАМИКА	96

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Мамаев В.В., Новиков С.А., Петров С.И., Зайцев С.В., Прохоренков Д.С.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ НИТРИДОВ
III-ЕЙ ГРУППЫ НА СТРУКТУРНОЕ СОВЕРШЕНСТВО ПРИБОРНЫХ СТРУКТУР
ДЛЯ СВЧ ТРАНЗИСТОРОВ И ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО
ДИАПАЗОНА

102

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Земан Д.А., Шишкин С.Ф., Шишкин А.С., Бараковских Д.С.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ ЧАСТИЦ
В УСЛОВИЯХ ПНЕВМОТРАНСПОРТА

110

Уральский В.И., Синица Е.В., Уральская Л.С., Фарафонов А.А.

ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ АГРЕГАТ КОМБИНИРОВАННОГО СПОСОБА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

115

Тетерина И.А., Любимый Н.С.

ОБРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ МЕТАЛЛ-МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНОЙ ПЛОСКОЙ
ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ ПРЕСС-ФОРМЫ

119

Бойко А.Ф., Переверзев С.С., Лойко А.М., Шинкарев И.Ю.

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КООРДИНАТНОГО СТОЛА
ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО СТАНКА 04ЭП-10М

124

Пчёлкин В. М., Дуюн Т.А.

СТОЙКОСТЬ УПРОЧНЯЮЩИХ ПОКРЫТИЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО
ИНСТРУМЕНТА В УСЛОВИЯХ УДАРНЫХ НАГРУЗОК

128

Маслова И.В., Четвериков Б.С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСКАЖЕНИЙ ФОРМЫ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПО АНАЛИЗУ
ПРОЕКЦИИ ПРАВИЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФИГУРЫ НА КРИВОЛИНЕЙНУЮ
ПОВЕРХНОСТЬ

135

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Еременко В.Т., Шпичак С.А.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ К РЕСУРСАМ АСУ ТП ПРЕДПРИЯТИЙ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ И ЖКХ

141

Щербинина О.А., Щербинин И.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ DIALux ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО
РАСЧЕТА АРЕНА ДС «КОСМОС» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ
ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

147

Рязанов Ю.Д.

СОКРАЩЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА МАГАЗИННЫХ СИМВОЛОВ В РАСПОЗНАВАТЕЛЯХ
С МАГАЗИННОЙ ПАМЯТЬЮ И ОДНИМ СОСТОЯНИЕМ

152

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Карамышев А.Н.

АНАЛИЗ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МЕТОДОЛОГИЙ ПРОЦЕССНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

158

Гукова Е.А.

ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ
В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

162

Адгамова Л.Р.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСХОДОВ НА ОПЛАТУ ТРУДА: КОМПЛЕКСНЫЙ
ПОДХОД (НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИЙ РЫНКА АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
СТЕКЛА)

166

Чижова Е.Н., Балабанова Г.Г. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА КАК КРИТЕРИЙ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	172
Дорошенко Ю.А., Малыхина И.О., Брежнев А.Н. МОДЕЛЬ ИНИЦИИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ АКТИВИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА	178
Глаголев С.Н., Бухонова С.М., Сидорин Ю.М. ПРИНЦИПЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С УЧАСТИЕМ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ	182
Герасименко О.А., Авилова Ж.Н., Семибратский М.В. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ ИНТЕРЕСЫ КОНЦЕПЦИИ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА ПРОЕКТОВ В АВТОДОРОЖНОЙ СФЕРЕ	189
Моисеев В.В. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ	196
Винник А.Е., Прядко С.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ОЦЕНКИ РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ БИЗНЕСА	203
Юракова Т.Г., Черноситова Е.С., Левицкая К.М. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА СТАЛИ КАК ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ	207
Парфенюкова Е.А., Ширина Н.В. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	213

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.12737/article_5926a059214ca0.89600468

Танг Ван Лам, аспирант,
Булгаков Б.И., канд. техн. наук, доц.,
Александрова О.В., канд. техн. наук, доц.,
Ларсен О.А., канд. техн. наук, доц.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАТЕРИАЛОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ВО ВЬЕТНАМЕ

lamvantang@gmail.com

Промышленные отходы, в том числе топливные, являются причиной возникновения основных проблем загрязнений почвы, воды и воздуха окружающей среды. Зольные остатки, как побочный продукт сжигания каменноугольной и бурогоугольной пыли благодаря индексу активности, малому размеру частиц и химическому, а также фазовому составу широко используются как добавки в производстве цемента, бетонов и строительных растворов. Грамотное использование зольных остатков способствует решению экологических проблем, улучшению эксплуатационных свойств строительных материалов и повышению экономической эффективности их производства.

Добавление зольных остатков в бетоны и строительные растворы приводит к сокращению расхода цемента и повышению их коррозионной стойкости за счет связывания свободного гидроксида кальция в менее растворимые соединения, а также к экономии природных невозобновляемых сырьевых ресурсов.

Ключевые слова: промышленные отходы, загрязнение окружающей среды, золы-уноса, зольные остатки, цементно-песчаный камень, прочность на сжатие, индекс активности.

Введение. В технологии современных бетонов Вьетнама широкое применение получили активные минеральные добавки в зависимости от своего минерального состава, обладающие пуццолановой или гидравлической активностью, в том числе микрокремнезем (МК), золы-уноса (ЗУ) и зола рисовой шелухи. Они широко используются как добавки в бетонные смеси для уменьшения расхода вяжущего и связывания свободного гидроксида кальция в менее растворимые соединения [1–6].

МК является дорогой импортной добавкой (его стоимость составляет до 0,6 доллара США за 1 кг) [7]. Поэтому актуальной является задача его замены на более дешёвые. К числу таких добавок относится зола-уноса тепловых электростанций (ТЭС), которую используют в качестве дополнительного цементирующего материала как при производстве цемента с минеральными добавками, так и для получения самих бетонов.

Одновременно с индустриальным развитием во многих странах увеличиваются и объёмы промышленных отходов. Согласно данным, приведенным в исследованиях [8, 9], ежегодное мировое количество золошлаковых отходов и металлургических шлаков, генерируемых промышленностью, составляет свыше 800–900 млн. тонн.

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

1. Организация переработки отходов является дорогостоящим процессом.
2. Свалки занимают земли сельскохозяйственного назначения.
3. Складирование отходов на свалках и полигонах вызывает загрязнение почвы, воды и воздуха окружающей среды.

Отходы промышленности являются источниками нарушения экологического равновесия на значительной территории Вьетнама. Их значительную часть составляют отходы тепловых электростанций в виде золы-уноса с годовым объемом более 880 тыс. т. [10]. В Российской Федерации ежегодное количество образующих топливных золошлаковых отходов составляет примерно 40 млн. т., а их запасы, накопленные в отвалах, достигают 1,2–1,5 млрд. т. [11–13].

В 2016 году скопление техногенных отходов, в том числе отходов тепловых электростанций в индустриальном парке Вунг Анг (Вьетнам) привело к возникновению очень серьёзной ситуации, близкой к экологической катастрофе (рис. 1 и 2).

Одна только ТЭС Вунг Анг каждый день образует примерно 3000 тонн золошлаковых отходов.

Согласно последнему докладу Министерства промышленности и торговли Вьетнама [14] в настоящее время в стране работают более 20 угольных электростанций, дающих более 15,7 млн. т./год топливных отходов. При этом, в



а) загрязнение морского побережья

зависимости от типа используемого угля и технологии его сжигания при получении 1 МВт электрической энергии образуется от 1200 до 1800 т. золы и шлака.



б) загрязнение воздуха

Рис. 1. Загрязнение окружающей среды производственными отходами в промышленном парке Вунг Анг (Вьетнам)



Рис. 2. «Шторм», вызванный складированием топливных отходов ТЭС Вунг Анг на открытых площадях

Согласно результатам исследования [15] организация и проведение мероприятий по утилизации промышленных отходов позволяют решить следующие актуальные вопросы:

1. Снизить капитальные затраты на организацию хранения отходов.
2. Снизить уровень загрязнения окружающей среды.
3. Улучшить условия жизни человека и животных.
4. Создать новые рабочие места.
5. Произвести диверсификацию товарной строительной продукции.
6. Расширить сырьевую базу для производства строительных материалов.
7. Уменьшить потребность в первичных сырьевых ресурсах.

В данной работе было проведено исследование свойств золошлаковых отходов ТЭС Вунг Анг и возможности их использования для производства материалов строительного назначения.

Методология. Изучение формы и морфологии частиц топливных отходов проводили с помощью метода лазерной гранулометрии.

Для оценки естественного уровня радиации зольных остатков использовали стандарт TCVN 10302: 2014 (СРВ).

Индекс активности зольных остатков в растворных смесях с портландцементом и песком определяли в соответствии с требованиями стандартов ASTM C618:15 и TCVN 30744: 2001 (СРВ).

Основная часть. В исследованиях были использованы золошлаковые отходы ТЭС Вунг Анг (Вьетнам), которые образуются и накапливаются в результате сжигания твёрдого топлива в псевдоожиженном слое и именуются зольными остатками (ЗО) (рис. 3).

Результаты анализа золошлаковых отходов ТЭС Вунг Анг в сравнении с золой-уноса ТЭС Фалай, широко используемой в настоящее время во Вьетнаме в качестве активной тонкодисперс-

ной добавки в бетонные и растворные смеси, приведены в табл. 1 и 2.



Рис. 3. Зольные остатки ТЭС Вунг Анг (Вьетнам)

Таблица 1

Химический состав ЗО ТЭС Вунг Анг и ЗУ ТЭС Фалай

Вид топливных отходов	Средний химический состав, % масс.										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	TiO ₂	P ₂ O ₅	п.п.п.*
ЗО Вунг Анг	54,62	25,17	7,11	0,25	1,28	0,2	1,57	1,45	1,83	1,63	2,04
ЗУ Фалай	58,5	25,48	7,12	0,14	1,45	1,26	1,53	2,06	-	-	2,46

Примечание: * п.п.п. - потери при прокаливании.

Таблица 2

Физические характеристики ЗО ТЭС Вунг Анг и ЗУ ТЭС Фалай

Свойства	Единицы измерения	ЗО Вунг Анг	ЗУ Фалай
Истинная плотность	г/см ³	2,22	2,05
Удельная поверхность	м ² /г	11,252	15,461
Влажность	%	11	2
Количество зерен, остающееся после просеивания на сите с размером отверстий 45 мкм	%	31	23,2
Водопоглощаемость	%	104,1	105

Важным показателем свойств промышленных отходов, который необходимо учитывать при решении вопроса о возможности их использования для производства строительных материалов, является естественный уровень их радиации, который оказывает прямое влияние на здоровье людей и домашних животных.

Естественная радиоактивность золы измеряется с помощью гамма-спектрометра. Принцип измерения основан на сравнении суммарной интенсивности уровней энергии гамма-

излучения радионуклидов ²³⁸U, ²³²Th и ⁴⁰K стандартных и испытуемых образцов.

Естественную радиоактивность зольных остатков рассчитывали по формуле (1), приведённой в стандарте TCVN 10302: 2014 [16]:

$$A_{\text{рад}} = A_{238\text{U}} + 1,31 \times A_{232\text{Th}} + 0,085 \times A_{40\text{K}}, \quad (1)$$

где $A_{\text{рад}}$ – естественная радиоактивность ЗО, Бк/кг.; $A_{238\text{U}}$, $A_{232\text{Th}}$, $A_{40\text{K}}$ – частичные радиоактивности радионуклидов, соответственно, ²³⁸U, ²³²Th и ⁴⁰K в образцах зольных остатков, Бк/кг.

Результаты испытаний ЗО ТЭС Вунг Анг представлены в табл. 3.

Таблица 3

Величина естественной радиоактивности ЗО ТЭС Вунг Анг

Уровни	Частичные радиоактивности радионуклидов, Бк/кг.			$A_{\text{рад}}$, Бк/кг.	Требования TCVN 10302: 2014, Бк/кг.
	²³⁸ U	²³² Th	⁴⁰ K		
Макс.	118,9	34,6	314,2	190,587	≤ 740
Мин.	112,1	28,4	280,6	172,871	≤ 370

Из приведённых в табл. 1- 3 экспериментальных результатов следует, что:

1. Химический состав ЗО ТЭС Вунг Анг близок к составу ЗУ Фалай. Количество аморфного диоксида SiO_2 , содержащееся в зольных остатках, достаточно большое (54,62 %). Поэтому, можно предположить, что ЗО ТЭС Вунг Анг обладают высокой пуццолановой активностью.

2. Низкие потери массы при прокаливании у ЗО ТЭС Вунг Анг (2,04%) свидетельствуют о том, что они содержат незначительное количество углерода и несгоревших органических примесей, что окажет положительное влияние на сохранение стабильности объема и повышение стойкости к усадочным деформациям у содержащих их бетонов и строительных растворов.

3. Индекс радиоактивности ЗО ТЭС Вунг Анг удовлетворяет требованиям стандарта TCVN 10302: 2014. Это позволит использовать их для производства цемента с минеральными добавками, а также бетонов и растворов, пригодных для строительства жилых домов, общественных и промышленных зданий и в дорожном строительстве.

4. Влажность образцов зольных остатков составляла 11 %, что объясняется хранением на складе, расположенном в прибрежном районе. Поэтому, во избежание комкования перед использованием их необходимо высушить и потом измельчить в тонкий порошок.

Были проведены экспериментальные исследования влияния добавления ЗО ТЭС Вунг Анг на прочность цементно-песчаного камня различного возраста, результаты которых оценивали с помо-

щью индекса активности. При этом, в качестве сырьевых компонентов были использованы портландцемент класса ЦЕМ II 42,5Н производства завода «Бут Сон» (CPB) и стандартный песок Института строительной науки и технологии (CPB) с модулем крупности 3,0.

Перед введением в цементно-песчаный раствор зольные остатки ТЭС Вунг Анг высушивали и измельчали в тонкий порошок с помощью лабораторного смесителя.

Индекс активности минеральных добавок (I_R , %) представляет собой отношение прочности на сжатие образцов из цементно-песчаных растворов, содержащих эти добавки взамен части портландцемента ($R_{\text{доб}}$), к прочности на сжатие контрольных бездобавочных цементно-песчаных образцов ($R_{\text{кон}}$) [17]. Индекс активности рассчитывали по формуле (2):

$$I_R = \frac{R_{\text{доб}}}{R_{\text{кон}}} \times 100\% \quad (2)$$

Экспериментальные образцы изготавливали из цементно-песчано-зольных растворов при соотношениях Ц : П = 1 : 3, В/Ц = 0,5 и ЗО/Ц = 0 ÷ 0,5 в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 30744 - 2001 [18]. Из каждого растворного состава формовали по 3 балочки размером 40×40×160 мм (рис. 4), которые после твердения в нормальных условиях испытывали на изгиб, а затем их половинки – на сжатие (рис. 5). Полученные результаты испытаний использовали для расчёта индексов активности по прочности на сжатие (табл. 4 и рис. 6).



Рис. 4. Экспериментальные образцы из цементно-песчаных растворов



Рис. 5. Определение прочности образцов на сжатие

Таблица 4

Прочность образцов на сжатие в зависимости от количества ЗО ТЭС Вунг Анг, введённого взамен части вяжущего

Возраст твердения образцов	Прочность на сжатие, МПа					Индекс активности по прочности на сжатие, %			
	0 %	20 %	30 %	40 %	50 %	20 %	30 %	40 %	50 %
1 сут.	18,4	13,0	10,0	8,4	5,4	70,7	54,3	45,7	29,3
3 сут.	32,9	26,0	22,6	17,0	15,3	79,0	68,7	51,7	46,5
7 сут.	42,7	35,3	29,2	24,5	21,6	82,6	68,4	57,4	50,6
14 сут.	45,5	38,4	32,7	27,8	22,1	84,4	70,8	61,1	48,6
28 сут.	52,0	45,1	39,4	33,0	23,5	86,7	75,6	63,5	53,5

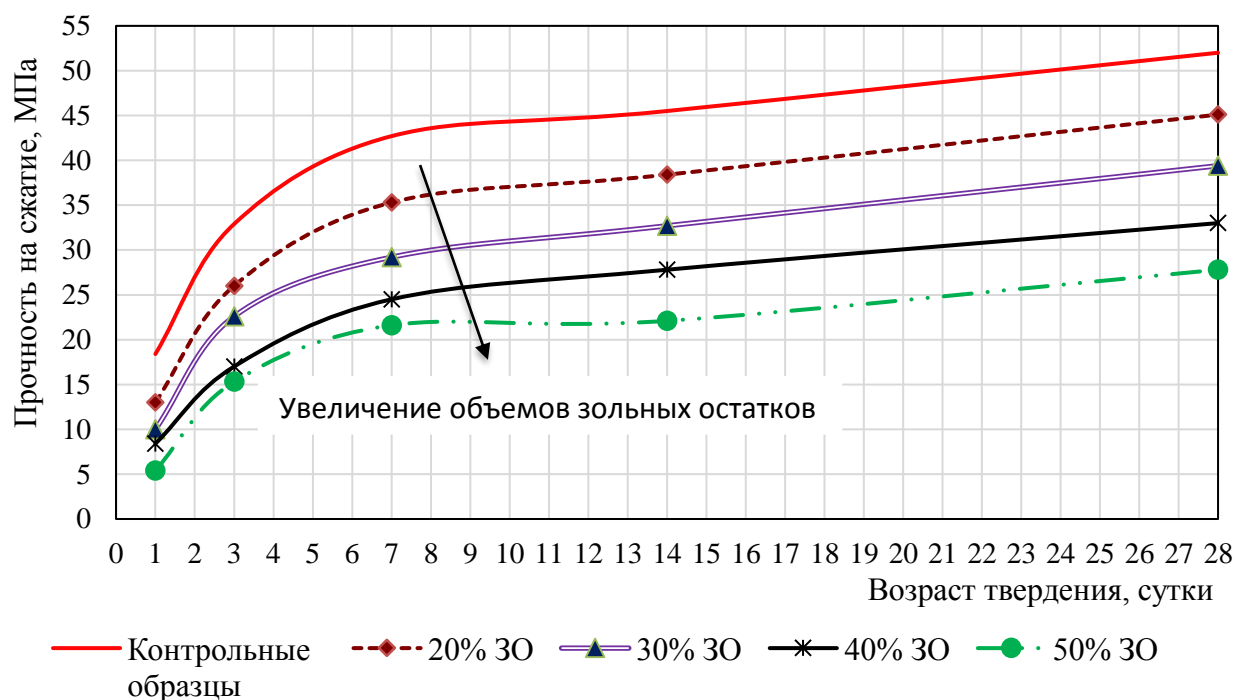


Рис. 6. Влияние замены части вяжущего золовыми остатками ТЭС Вунг Анг на прочность цементно-песчаного камня на сжатие

Из приведённых в табл. 4 индексов активности, рассчитанных на основе экспериментально полученных результатов испытаний, следует, что повышение содержания зольных остатков взамен части вяжущего приводит к закономерному снижению прочностных показателей цементно-песчаных образцов вне зависимости от срока их твердения и тем сильнее, чем в большем количестве произведена такая замена. Эта закономерность объясняется тем, что зёрна золошлаковых остатков в отличие от зёрен цементного клинкера в обычных условиях не проявляют гидравлической активности и не вступают в реакцию гидратации с увеличением объёма. Поэтому, при замене части вяжущего золовыми остатками растёт пористость образующегося цементно-песчаного камня, приводящая к снижению его прочности. По этой причине, в стандарте ASTM C618:15 количество тонкодисперсных активных минеральных добавок, вводимых в бетонные смеси взамен части клинкера, в основном, для снижения стоимости бетона, ограничено 25 % [19].

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

1. Золовые остатки ТЭС Вунг Анг обладают высокой активностью и характеризуются низким содержанием веществ, вредных для цементов, бетонов и строительных растворов (несгоревшего углерода, SO_3 , серы, оксидов щелочных металлов).

2. Данные золовые остатки могут иметь следующее применение в производстве строительных материалов:

- в качестве добавок, заменяющих часть вяжущего (до 20÷30 %) при производстве цементов с минеральными добавками;

- в качестве тонкодисперсных активных минеральных добавок, заменяющих часть цемента (до 30 %) в технологии бетонов и строительных растворов. Причём, в больших количествах золовые остатки могут быть использованы в комбинации с другими добавками, такими как микрокремнезем и суперпластификаторы с це-

лью создания комплексных органо-минеральных модифицирующих систем для современных бетонов;

- с целью замены зольными остатками дорогих импортируемых добавок для строительных растворов (микрокремнезема, титанового порошка и др.).

3. В процессе хранения зольных остатков ТЭС Вунг Анг на складах следует стремиться к обеспечению их минимального влагосодержания, чтобы избежать образования комков, а также рекомендовать потребителям контролировать их влажность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Збигнев Гергичны. Зола уноса в составе цемента и бетона. V Международная конференция «Золшлаки ТЭС – удаление, транспорт, переработка, складирование». 24–25.04.2014. М., 41 с.
2. Ватин Н.И., Петросов Д.В., Калачев А.И., Лахтинен П. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве // Инженерно-строительный журнал. 2011. №4. С. 16–21.
3. Bùi Danh Đại. Phụ gia khoáng hoạt tính cao cho bê tông chất lượng cao. Trường Đại học Xây Dựng - Hà Nội. 2010, tr.70. (Буй Дань Дай. Высокоактивные минеральные добавки для высококачественного бетона. Сборник лекций для аспирантов специальности «Строительные материалы» Ханойского строительного университета. Ханой. 2010, 70 с.).
4. Michael Thomas. Optimizing the Use of Fly Ash in Concrete. Portland cement Association. Washington. 2007, 24 p.
5. Malhotra V.M., Mehta P.K. High-Performance, Fligh-Volume Fly Ash Concrete. Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development Inc., Ottawa, Canada, 2005, 124 p.
6. Phạm Chí Cường. Xử lý chất thải trong ngành công nghiệp Thép Việt Nam, Tạp chí Khoa học Việt Nam số 10, 06/2012. Tr. 52–54. (Фам Чи Куонг. Использование отходов металлургической промышленности во Вьетнаме // Журнал науки Вьетнама. 2012. №6(10). С. 52–54).
7. Фам Тоан Дык. Повышение эксплуатационных свойств гидротехнических бетонов путём модификации их структуры комплексной добавкой // Дис... к.т.н., М., 2007, 144 с.
8. Цыганков А.П., Балацкий О.Ф., Сенин В.Н. Технический прогресс - химия - окружающая среда. М.: Химия, 1979. 296 с.
9. Trịnh Hồng Tùng. Sử dụng phế thải phế liệu để sản xuất Vật liệu Xây dựng, Bài giảng dành cho Cao học ngành Vật liệu Xây dựng, Trường Đại học Xây Dựng, Hà Nội. 2010, 25 tr. (Тхин Гон Тунг. Использование промышленных отходов для производства строительных материалов. Сборник лекций для аспирантов специальности «Строительные материалы» Ханойского строительного университета. Ханой. 2010, 25 с.).
10. Чан Тхи Тху Ха. Цементный бетон на карбонатном заполнителе и кремнезесодержащих наполнителях (для условий Вьетнама) // Автореф. Дис... к.т.н., М., 2006, 20 с.
11. Энтин Э.Б., Нефедова Л.С., Стржалковская Н.В. Зола ТЭС – сырье для цемента и бетона. Цемент и его применение. 2012. №2. С. 40–46.
12. Уфимцев В.М., Капустин Ф.Л., Пьячев В.А. Проблемы использования техногенного сырья в производстве цемента // Цемент и его применение. 2009. № 6. С. 86–90.
13. Энтин Э.Б., Стржалковская Н.В. Еще раз о золах-уноса ТЭС для производства цемента // Цемент и его применение. 2009. № 2. С. 106–111.
14. Văn Phòng chính Phủ. Ý kiến kết luận của phó thủ tướng hoàng trung hải về tình hình thực hiện chương trình vật liệu xây không nung và giải pháp xử lý, sử dụng tro, xỉ, thạch cao của nhà máy nhiệt điện, hóa chất, Thông báo số: 218/TB-VPCTP; Hà Nội, 17/06/2013, 3 tr. (Правительственное бюро. Выводы премьер-министра по реализации производственной программы утилизации негоревших материалов и использования золы, шлака и гипса - отходов работы тепловых электростанций и химических заводов. Объявление № 218/TB-VPCTP, Ханой, 17/06/2013, 3 с.).
15. Tăng Văn Lâm. Nghiên cứu sử dụng phế thải xỉ luyện kim của nhà máy Gang thép-TN dùng làm phụ gia chế tạo bê tông trong công trình xây dựng tại Thái Nguyên. Đề tài cấp trường, mã số T2010/04. 2010. ĐН Kỹ thuật Công nghiệp-TN, tr. 95. (Танг Ван Лам. Исследование возможности использования активных шлаков металлургического завода провинции Тхайнгуена для производства бетона. Шифр Т.2010/04. Тхайнгуенский технико-промышленный университет. 2010, 95 с.).
16. TCVN 10302:2014. Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng. Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam, NXB Xây dựng, Hà Nội, 2014, 9 tr. (ГОСТ 10302: 2014. Активные добавки золы - уноса для производства бетона, строительного раствора и цемента. Строительные стандарты Вьетнама. Изд. Строительство. Ханой, 2014, 9 с.).
17. TCVN 6882:2001. Phụ gia khoáng cho xi măng. Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam, NXB Xây dựng, Hà Nội, 2001, 9 tr. (ГОСТ 6882:2001. Активные добавки для цемента. Строительные стандарты Вьетнама. Изд. Строительство. Ханой, 2001, 9 с.).

18. ГОСТ 30744-2001. «Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка». М.: Изд. Стандарты. 2001, 35 с.

19. ASTM C 618:15. Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete, 5 p.

Tang Van Lam, Bulgakov B.I., Alexandrova O.V., Larsen O.A.

POSSIBILITY OF USING BOTTOM ASH FOR MANUFACTURING BUILDING MATERIALS IN VIETNAM

Industrial waste, including fuel, is the cause of the main problems of soil, water and air pollution of the environment. The ash residues, as a by-product of burning coal and brown coal dust due to the activity index, small particle size and chemical and phase composition are widely used as additives in the production of cements, concretes and mortars. Competent use of ash residues contributes to solving environmental problems, improving the operational properties of building materials and increasing the economic efficiency of their production.

Adding ash residues to concrete and mortar reduces the consumption of cement and increases their corrosion resistance by binding free calcium hydroxide to less soluble compounds, as well as saving natural non-renewable raw materials.

Key words: industrial wastes, environmental pollution, fly ash, ash residues, cement-sand stone, compressive strength, activity index.

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

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

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

E-mail: lamvantang@gmail.com

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

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

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

E-mail: fakultetst@mail.ru

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

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

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

E-mail: aleks_olvl@mail.ru

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

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

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

E-mail: larsen.oksana@mail.ru

¹Самошин А.П., канд. техн. наук, доц.,²Королев Е.В., д-р техн. наук, проф.,¹Самошина Е.Н., канд. техн. наук, доц.¹Пензенский государственный университет архитектуры и строительства²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

ВНУТРЕННИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОБЕТОНОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ РАДИАЦИИ

Samoschin_ap@mail.ru

Для обеспечения радиационной защиты на объектах атомной энергетики одним из перспективных материалов является металлобетон, сочетающий свойства пластичных металлических матриц и каменного заполнителя. В процессе его изготовления возникает необходимость нагрева металлической матрицы до температуры плавления. При охлаждении металлобетонного изделия каркасного типа из-за различных коэффициентов температурного расширения, модулей упругости металлической матрицы и зёрен заполнителей, а также теплофизических свойств компонентов возникают внутренние напряжения. Эти напряжения, суммируясь с напряжениями от эксплуатационных воздействий и нагрузок, могут быть причиной снижения физико-механических свойств материала. В данной работе проведена оценка влияния соотношения модулей упругости заполнителя E_z и матрицы E_m , а также степени наполнения материала (определяющей толщину прослойки вяжущего h) на величину и характер изменения внутренних напряжений в радиальном и тангенциальном направлениях.

Ключевые слова: металлобетон, внутренние напряжения, модуль упругости.

В настоящее время разрабатываются все больше новых видов радиационно-защитных материалов, изделий и конструкций специального назначения на их основе, которые состоят из двух и более компонентов, отличающихся по своей природе. Одним из таких материалов является металлобетон. В работах [1–14] разработаны научные основы создания конструктивных и специальных металлобетонов. Однако в процессе их изготовления на основе существующих литейных технологий возникает задача однородного распределения заполнителя по объёму изделия и, следовательно, высокой однородности металлобетона. Решить эту задачу можно путём создания металлобетона каркасной структуры.

При охлаждении металлобетонного изделия каркасного типа из-за различных коэффициентов температурного расширения, модулей упругости свинцовой матрицы и зёрен заполнителей, а также теплофизических свойств компонентов возникают внутренние напряжения. Получаемые напряжения, складываясь с напряжениями, возникающими в процессе эксплуатации от внешних воздействий и нагрузок, могут быть причиной снижения физико-механических свойств материала [15]. Поэтому учёт напряжений, возникающих в структуре материала особенно важен при проектировании композитов специального назначения, так как к таким материалам предъявляются повышенные требования по непроницаемости, трещиностойкости, массопо-

глощению и др. Оценка напряжённого состояния материала и определение влияния на него различных рецептурных и технологических факторов является важной научной задачей, имеющей большое практическое значение.

В данной статье проведена оценка влияния соотношения модулей упругости матрицы E_m и заполнителя E_z , а также степени наполнения материала (определяющей толщину прослойки вяжущего h) на величину и характер изменения внутренних напряжений в радиальном и тангенциальном направлениях. В качестве модели принята структурная ячейка композиционного материала в виде сферического зерна, заключённого в твердеющую матрицу [16, 17]. Внутренние напряжения в металлобетоне возникают вследствие различных модулей упругости компонентов и коэффициентов линейного температурного расширения при снижении температуры или при возникновении усадки:

$$\Delta\varepsilon \pm \left[\frac{\sigma_i}{E_m} \cdot (1 - \mu_m) + \frac{\mu_m \cdot \sigma_r}{E_m} + \frac{P}{E_z} \cdot (1 - \mu_z) \right] = 0, \quad (1)$$

где σ_r , σ_i – внутренние напряжения в радиальном и тангенциальном направлении; μ_z , μ_m – коэффициенты Пуассона зерна и матрицы; E_z , E_m – модули упругости заполнителя и матрицы; $\Delta\varepsilon$ – разность деформаций; P – давление, возникающее на границе раздела фаз.

Значения σ_r и σ_i равны:

$$\sigma_r = \frac{\Delta \varepsilon \cdot \left(1 - \frac{v_f}{\eta}\right)}{\frac{1}{2E_m} \cdot \left[\left(2 \frac{v_f}{\eta} + 1\right) - \mu_m \left(4 \frac{v_f}{\eta} - 1\right) \right] + \frac{1}{E_3} \cdot \left(1 - \frac{v_f}{\eta}\right) \cdot (1 - 2\mu_3)}; \quad (2)$$

$$\sigma_t = \frac{-\Delta \varepsilon \cdot \left(2 \frac{v_f}{\eta} + 1\right)}{\frac{1}{E_m} \cdot \left[\left(2 \frac{v_f}{\eta} + 1\right) - \mu_m \left(4 \frac{v_f}{\eta} - 1\right) \right] + \frac{2}{E_3} \cdot \left(1 - \frac{v_f}{\eta}\right) \cdot (1 - 2\mu_3)}, \quad (3)$$

где v_f – объёмная степень наполнения материала; η – максимальная плотность упаковки частиц наполнителя в объёме композита.

Результаты расчётов представлены в табл. 1, на рис. 1. Из представленных данных видно, что матрица испытывает как растягивающие, так и сжимающие напряжения. На величину этих

напряжений значительное влияние оказывают модули упругости матрицы и заполнителя, их соотношение, а также степень наполнения материала. Увеличение модуля упругости заполнителя (уменьшение соотношения E_m/E_3) приводит к росту внутренних напряжений в композите.

Таблица 1

Величина напряжений σ , возникающих в свинцовой оболочке

σ	v_f	Соотношение модулей упругости заполнителя									
		0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура расплава 350 °C											
σ_r	0,38	-0,0323	-0,0336	-0,0350	-0,0365	-0,0382	-0,0400	-0,0420	-0,0442	-0,0466	-0,0494
σ_t		0,0338	0,0352	0,0366	0,0382	0,0399	0,0418	0,0439	0,0462	0,0488	0,0516
σ_r	0,50	-0,0260	-0,0269	-0,0278	-0,0288	-0,0299	-0,0310	-0,0323	-0,0336	-0,0350	-0,0366
σ_t		0,0418	0,0432	0,0446	0,0462	0,0479	0,0497	0,0517	0,0538	0,0562	0,0587
σ_r	0,59	-0,0291	-0,0299	-0,0308	-0,0317	-0,0327	-0,0337	-0,0348	-0,0360	-0,0373	-0,0386
σ_t		0,0636	0,0634	0,0637	0,0693	0,0714	0,0737	0,0761	0,0787	0,0815	0,0844
σ_r	0,64	-0,0280	-0,0286	-0,0294	-0,0301	-0,0309	-0,0317	-0,0326	-0,0336	-0,0345	-0,0356
σ_t		0,0776	0,0795	0,0815	0,0836	0,0858	0,0881	0,0905	0,0932	0,0959	0,0988
Температура расплава 400 °C											
σ_r	0,38	-0,1702	-0,1770	-0,1844	-0,1924	-0,2011	-0,2106	-0,2211	-0,2327	-0,2456	-0,2600
σ_t		0,1777	0,1848	0,1925	0,2009	0,2100	0,2199	0,2309	0,2430	0,2564	0,2714
σ_r	0,50	-0,1285	-0,1328	-0,1373	-0,1422	-0,1474	-0,1530	-0,1591	-0,1657	-0,1728	-0,1806
σ_t		0,2057	0,2125	0,2198	0,2276	0,2360	0,2450	0,2547	0,2653	0,2767	0,2892
σ_r	0,59	-0,0998	-0,1026	-0,1056	-0,1087	-0,1121	-0,1156	-0,1194	-0,1235	-0,1278	-0,1324
σ_t		0,2178	0,2239	0,2304	0,2373	0,2446	0,2524	0,2606	0,2695	0,2789	0,2891
σ_r	0,64	-0,0908	-0,0931	-0,0954	-0,0978	-0,1004	-0,1031	-0,1060	-0,1090	-0,1123	-0,1156
σ_t		0,2521	0,2582	0,2647	0,2715	0,2786	0,2862	0,2941	0,3026	0,3115	0,3209
Температура расплава 450 °C											
σ_r	0,38	-0,1787	-0,1858	-0,1936	-0,2020	-0,2111	-0,2211	-0,2322	-0,2443	-0,2579	-0,2730
σ_t		0,1864	0,1938	0,2018	0,2106	0,2201	0,2306	0,2421	0,2548	0,2606	0,2846
σ_r	0,50	-0,1371	-0,1416	-0,1465	-0,1517	-0,1573	-0,1633	-0,1698	-0,1768	-0,1844	-0,1928
σ_t		0,2192	0,2265	0,2342	0,2426	0,2515	0,2611	0,2715	0,2827	0,2949	0,3082
σ_r	0,59	-0,0977	-0,1004	-0,1033	-0,1064	-0,1097	-0,1131	-0,1169	-0,1208	-0,1251	-0,1296
σ_t		0,2130	0,2190	0,2253	0,2321	0,2392	0,2468	0,2549	0,2635	0,2728	0,2827
σ_r	0,64	-0,0885	-0,0906	-0,0929	-0,0953	-0,0978	-0,1005	-0,1033	-0,1062	-0,1094	-0,1127
σ_t		0,2353	0,2513	0,2580	0,2642	0,2712	0,2785	0,2863	0,2945	0,3032	0,3124

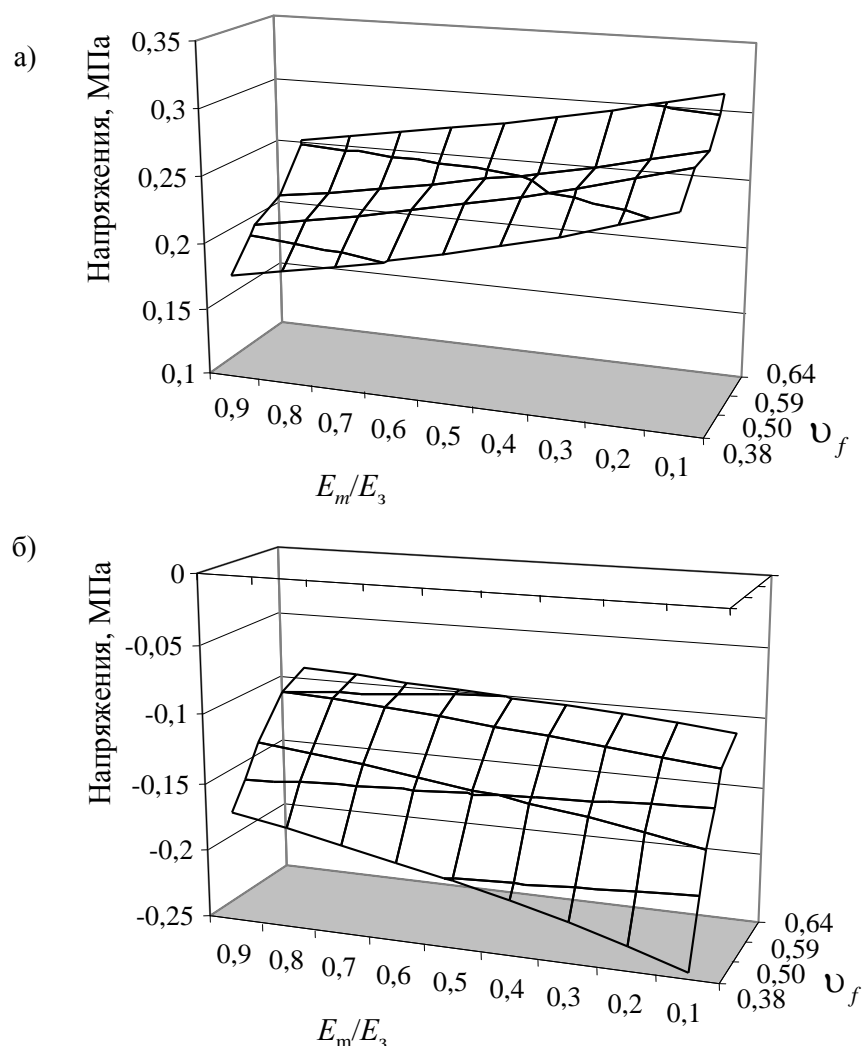


Рис. 1. Зависимость внутренних напряжений от объёмной степени наполнения U_f и соотношения модулей упругости матрицы и заполнителя E_m/E_3 :
а) в тангенциальном направлении; б) в радиальном направлении

Изменяя степени наполнения материала и проведя анализ полученных данных можно отметить, что зависимость напряжений в радиальном и тангенциальном направлениях имеет различный характер: внутренние напряжения в тангенциальном направлении увеличиваются, а в радиальном – уменьшаются (рис. 1). Анализ уровня внутренних напряжений показывает, что их величина значительно меньше прочности на разрыв свинца ($\sigma_{св} = 14...18$ МПа). Это позволяет прогнозировать формирование предлагаемого металлобетона без горячих трещин в структуре.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Павленко В.И., Матюхин П.В. Основные аспекты разработки современных радиационно-защитных конструкционных металлокомпозиционных материалов // Современные наукоемкие технологии. 2005. № 10. С. 85–86.
2. Матюхин П.В. Неорганический радиационно-защитный металлокомпозиционный материал строительного назначения // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 9. С. 35–39.
3. Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Самойлова Ю.М. Использование оксидов тяжелых металлов для синтеза радиационно-защитных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12-7. С. 1199–1202.
4. Матюхин П.В. Термостойкие полимерные композиты для нейтронной и гамма-защиты // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 9 (28). С. 39–40.
5. Matyukhin P.V. Theoretical preconditions of new kinds of nuclear protective metal composite materials development based on ferric and bismuth oxides capsulated into metallic aluminum matrix // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. № 2. С. 42.

6. Матюхин П.В., Бондаренко Ю.М., Павленко В.И. Синтез высокодисперсного наполнителя на основе гематитового концентрата из водных растворов ионов алюминия для радиационно-защитного металлокомпозиционного материала // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 3 (74). С. 80–85.
7. Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Карнаухов А.А. Модифицированные железоксидные наполнители для конструкционной радиационной защиты атомных реакторов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 209–213.
8. Матюхин П.В. Радиационно-защитный конструкционный композиционный материал // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 9 (28). С. 40–41.
9. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Куприева О.В., Самойлова Ю.М. Радиационно-защитные транспортные контейнеры отработавшего ядерного топлива на основе высоконаполненной полимерной матрицы и железорудного сырья КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области Белгородский государственный технологический университет им. В.В. Шухова. 2015. С. 320–330.
10. Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Павленко В.И. Использование модифицированного железорудного сырья для получения конструкционной биологической защиты атомных реакторов // Успехи современного естествознания. 2015. № 9-3. С. 507–510.
11. Бондаренко Ю.М., Матюхин П.В., Павленко В.И., Ястребинский Р.Н. Конструкционный радиационно-защитный металлокомпозиционный материал на основе алюмосодержащей матрицы и высокодисперсных оксидов тяжелых металлов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. С. 120.
12. Самошин А.П. Каркасные металлобетоны для защиты от радиации Строительные материалы. 2008. № 9. С. 84–88.
13. Королев Е.В., Королева О.В., Самошин А.П., Смирнов В.А. Структура и свойства крупнопористых каркасов для радиационно-защитных материалов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2010. № 1 (13). С. 308–314.
14. Королев Е.В., Самошин А.П., Смирнов В.А., Королева О.В., Гришина А.Н. Методики и алгоритм синтеза радиационно-защитных материалов нового поколения. Пенза, 2009, 132 с.
15. Горчаков Г.И., Лифанов И.И., Терехин Л.Н. Коэффициенты температурного расширения и температурные деформации строительных материалов: справочное пособие. М.: Изд-во комитета стандартов, мер и измерительных приборов, 1968. 167 с.
16. Соломатов В.И., Хвастунов В.Л., Королев Е.В., Прошин А.П. Прогнозирование свойств строительных материалов на основе структурных моделей // Вестник волжского регионального отделения российской академии архитектуры и строительных наук. Нижний Новгород, НГАСУ. 2000. С.121-130.
17. Королев Е.В., Еремкин А.И., Макридин Н.М., Смирнов В.А. Механика разрушения серных композитов // Оценка риска и безопасность строительных конструкций : сборник материалов Первой Международной научно-практической конференции. Т.1. Воронеж: ВГАСУ, 2006. С.64–70.

Samoshin A.P., Korolev E.V., Samoshina E.N.

INTERNAL VOLTAGES IN FORMING THE STRUCTURE OF METAL-CONCRETE FOR PROTECTION FROM RADIATION

To ensure radiation protection at nuclear power facilities, one of the promising materials is metal-concrete, combining the properties of plastic metal matrixes and stone aggregate. During the manufacturing process, it becomes necessary to heat the metal matrix to the melting point. With the cooling of a skeleton-type metal-skeleton product, internal stresses arise due to different coefficients of temperature expansion, elasticity moduli of the matrix and aggregate grains, and also thermophysical properties of the components. These voltages, combined with stresses from operational influences and loads, can be the reason for reducing the physico-mechanical properties of the material. In this paper, the effect of the ratio of the modulus of elasticity of the filler E_z and the matrix E_m , as well as the degree of filling of the material (determining the thickness of the binder interlayer h), is estimated on the magnitude and nature of changes in internal stresses in the radial and tangential directions.

Key words: reinforced concrete, internal stresses, modulus of elasticity

Самошин Андрей Павлович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии строительных материалов и деревообработки»

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства.

Адрес: Россия, 440028, Пенза, ул. Германа Титова, д. 28.

E-mail: Samoschin_ap@mail.ru

Королев Евгений Валерьевич, профессор, доктор технических наук, проректор.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Адрес: 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26

E-mail: korolev@nocnt.ru

Самошина Екатерина Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии строительных материалов и деревообработки».

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства.

Адрес: Россия, 440028, Пенза, ул. Германа Титова, д. 28.

E-mail: Samoschin_ap@mail.ru

Аниканова Т.В., канд. техн. наук, доц.,
Рахимбаев Ш.М., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ЦЕМЕНТНОЙ ОБОЛОЧКИ В БЕТОНЕ И ЦЕМЕНТНОЙ ПЕРЕГОРОДКИ В ПЕНОБЕТОНЕ НА УСАДОЧНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ

anik.tv@yandex.ru

Известно, что при твердении цемента может происходить как расширение, так и усадка камня. Обычные рядовые цементы дают усадку, поэтому наибольший интерес представляют именно усадочные деформации и напряжения цементного камня. При исследовании усадки тяжелого бетона особое внимание следует уделять влиянию обжаривания зерен заполнителя цементным кольцом, так как это позволяет регулировать физико-механические свойства, трещиностойкость и долговечность бетона.

В данной работе излагаются результаты расчета радиальных и тангенциальных собственных напряжений, возникающих в цементной оболочке в бетоне и в цементной перегородке в пенобетоне с помощью уравнения Ламе.

Ключевые слова: усадочные деформации, тангенциальные напряжения, радиальные напряжения, тяжелый бетон, пенобетон.

Введение. В работе [4] показано направление действия радиальной и тангенциальной напряжений в бетоне на его усадочные деформации. В данном случае рассматривается бетон, изготовленный из рядового усадочного цемента (рис. 1).



Рис. 1. Схема деформаций цементного камня при усадке:

a – радиус заполнителя; b – радиус цементной оболочки; σ_R – радиальные напряжения и деформации; σ_τ – тангенциальные напряжения и деформации

Схема деформаций цементного камня при радиальной усадке представлена на рис. 2.

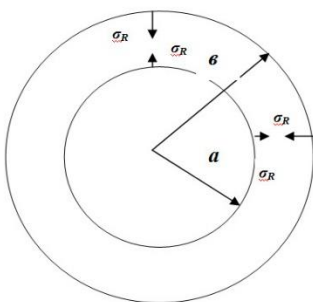


Рис. 2. Схема деформаций цементного камня при радиальной усадке

При тангенциальной усадке кольцо цементного камня сжимается вокруг заполнителя, длина наружной окружности уменьшается, а внутренней остается постоянной из-за ограничения со стороны заполнителя (рис. 3). Это вызывает в цементном кольце возникновение градиента напряжений в радиальном направлении, что приведет к уменьшению растягивающих напряжений в направлении от наружной к внутренней оболочке цемента. Указанные растягивающие напряжения могут вызывать в цементном кольце поперечные трещины [2], поэтому надо стремиться к снижению $\frac{\sigma_\tau}{\sigma_R}$.

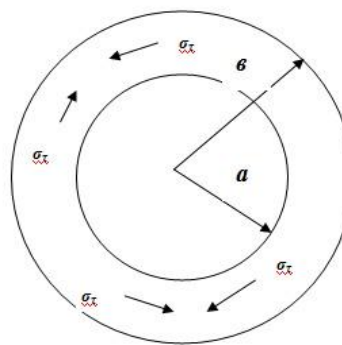


Рис. 3. Схема деформаций цементного камня при тангенциальной усадке

При расширении радиус a – уменьшается, а радиус b – увеличивается, что приводит к росту длины цементного кольца вокруг заполнителя.

Основная часть. Для расчета тангенциальных и радиальных усадочных деформаций применяются формулы, основанные на задаче Ламе [5]:

$$\sigma_R = \frac{\Delta\varepsilon \left(1 - \frac{a^3}{b^3}\right)}{\frac{1}{2E_2} \left[\left(2\frac{a^3}{b^3} + 1\right) - \mu_2 \left(4\frac{a^3}{b^3} - 1\right) \right] + \frac{1}{E_1} \left(1 - \frac{a^3}{b^3}\right) (1 - 2\mu_2)}, \quad (1)$$

$$\sigma_\tau = \frac{\Delta\varepsilon \left(2\frac{a^3}{b^3} + 1\right)}{\frac{1}{E_2} \left[\left(2\frac{a^3}{b^3} + 1\right) - \mu_2 \left(4\frac{a^3}{b^3} - 1\right) \right] + \frac{2}{E_1} \left(1 - \frac{a^3}{b^3}\right) (1 - 2\mu_1)}, \quad (2)$$

где σ_R – радиальные напряжения; σ_τ – тангенциальные напряжения; $\Delta\varepsilon$ – величина усадки или расширения, мм; E_1 – модуль упругости заполнителя, МПа; E_2 – модуль упругости цементного камня, МПа; μ_1 – коэффициент Пуассона заполнителя; μ_2 – коэффициент Пуассона цементного камня; a – радиус зерна заполнителя, м; b – радиус зерна заполнителя с цементной оболочкой, м;

Уравнения (1) и (2) позволяют рассчитать отношения тангенциальных деформаций к ради-

альным. Для преобразования уравнений 1 и 2 примем:

$$\lambda = \left(1 - \frac{a^3}{b^3}\right); \quad (3)$$

$$\alpha = \left(2\frac{a^3}{b^3} + 1\right); \quad (4)$$

$$\beta = \left(4\frac{a^3}{b^3} - 1\right). \quad (5)$$

Тогда получим уравнения в виде:

$$\sigma_R = \frac{\Delta\varepsilon \lambda}{\frac{1}{2E_2} (\alpha - \mu_2 \beta) + \frac{1}{E_1} \lambda (1 - 2\mu_2)}, \quad (6)$$

$$\sigma_\tau = \frac{\Delta\varepsilon \alpha}{\frac{1}{E_2} (\alpha - \mu_2 \beta) + \frac{2}{E_1} \lambda (1 - 2\mu_1)}, \quad (7)$$

Разделив обе части на $\Delta\varepsilon$, получим:

$$\frac{\sigma_R}{\Delta\varepsilon} = \frac{\lambda}{\frac{1}{2E_2} (\alpha - \mu_2 \beta) + \frac{1}{E_1} \lambda (1 - 2\mu_2)}, \quad (8)$$

$$\frac{\sigma_\tau}{\Delta\varepsilon} = \frac{\alpha}{\frac{1}{E_2} (\alpha - \mu_2 \beta) + \frac{2}{E_1} \lambda (1 - 2\mu_1)}, \quad (9)$$

Разделив уравнение 6 на уравнение 5:

$$\frac{\sigma_\tau}{\sigma_R} = \frac{\alpha \left(\frac{1}{2E_2} (\alpha - \mu_2 \beta) + \frac{1}{E_1} \lambda (1 - 2\mu_1) \right)}{\lambda \left(\frac{1}{E_2} (\alpha - \mu_2 \beta) + \frac{2}{E_1} \lambda (1 - 2\mu_1) \right)}. \quad (10)$$

Определим отношение $\frac{\sigma_\tau}{\sigma_R}$ для цементного

камня вокруг заполнителя. Рассмотрим конкретный пример: модуль упругости заполнителя $E_1 = 5\,000$ МПа, модуль упругости цементного камня $E_2 = 1200$ МПа, коэффициент Пуассона заполнителя $\mu_1 = 0,34$, коэффициент Пуассона цементного камня $\mu_2 = 0,16$ [6, 7]. При этом рассмотрим случаи с разными радиусами a и b . Примем радиус заполнителя 1 и 2 см для мелкозернистого бетона и 3 и 4 см для тяжелого бетона, а толщину цементной оболочки от 0,1 до 1 см. Результаты расчета представлены на рис. 4 и 5.

Из представленных графиков на рис. 4 и 5 видно, что при радиусе заполнителя от 1 до 4 см с увеличением толщины цементной оболочки до 0,6 см и более размер заполнителя перестает существенно влиять на отношение $\frac{\sigma_\tau}{\sigma_R}$, как у мелкозернистого, так и у тяжелого бетона.

При толщине цементной оболочки 0,1 см с увеличением радиуса заполнителя от 1 до 4 см отношение $\frac{\sigma_\tau}{\sigma_R}$ увеличивается с 5,13 до 20,11.

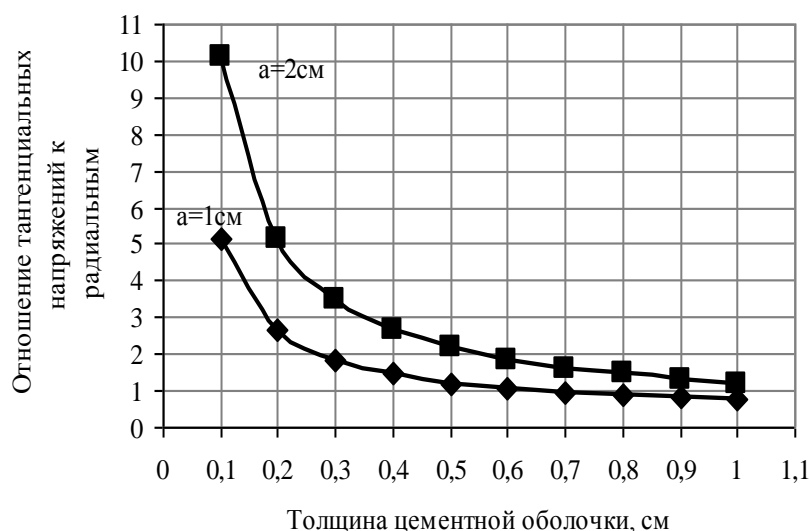


Рис. 4. Зависимость $\frac{\sigma_t}{\sigma_R}$ от толщины цементной оболочки в мелкозернистом бетоне

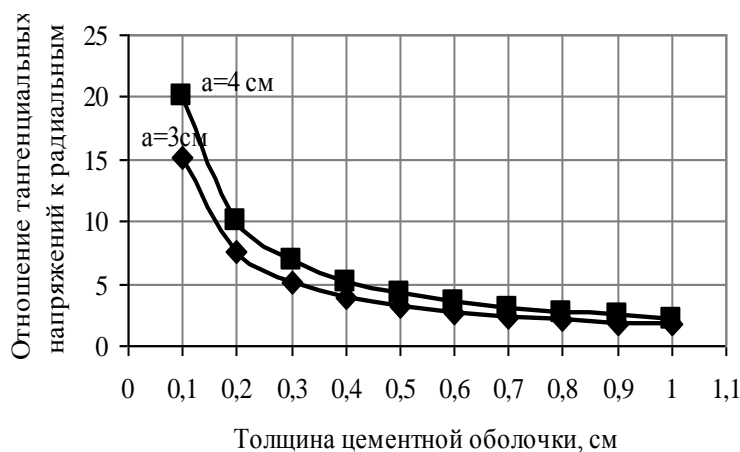


Рис. 5. Зависимость $\frac{\sigma_t}{\sigma_R}$ от толщины цементной оболочки в тяжелом бетоне

При толщине цементной оболочки 1,0 см для заполнителей радиусом 1 и 2 см отношение $\frac{\sigma_t}{\sigma_R}$ составляет 0,79 и 1,21 соответственно, а для радиусов 3 и 4 см – 1,68 и 2,16. Это говорит об уменьшении тангенциальных и росте радиальных напряжений, когда отношение толщины цементной оболочки к радиусу заполнителя составляет 1:2 и более. Чем больше радиус заполнителя, тем сильнее влияет толщина цементной оболочки на отношение $\frac{\sigma_t}{\sigma_R}$. По характеру из-

менения зависимости $\frac{\sigma_t}{\sigma_R}$ от толщины цемент-

ной оболочки в мелкозернистом и тяжелом бетонах графики похожи на зависимость предела

прочности от водоцементного отношения (В/Ц) и пористости (рис. 6).

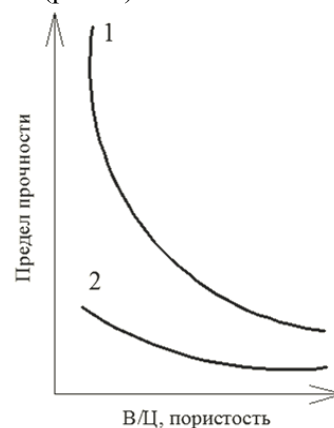


Рис. 6. Влияние водоцементного отношения (В/Ц) и пористости на предел прочности:
1 – предел прочности при сжатии;
2 – предел прочности при изгибе

Как видно из рис. 6, рост водоцементного отношения и других показателей, способствующих увеличению пористости цементного камня, ведет к уменьшению прочности. При этом предел прочности при сжатии падает сильнее, чем при изгибе и растяжении, что ведет к их сближению при высокой пористости, поэтому, чем ниже средняя плотность материалов, тем меньше соотношение пределов прочности при сжатии и изгибе. При высоком водоцементном отношении предел прочности при сжатии стремится к пределу прочности при изгибе.

Сопоставляя полученные результаты расчета, представленные на рис. 4–6, можно предположить, что в тяжелом и мелкозернистом бетоне с толщиной цементной оболочки до 0,5–0,6 см при чрезмерно высоких собственных усадочных тангенциальных напряжениях будут наблюдаться поперечные трещины. С увеличением в бетоне толщины цементной оболочки вокруг заполнителя до 0,6 см и более будет наблюдаться рост роли радиальных напряжений и возникновение ослабленной зоны, расположенной вдоль продольной оси цементной оболочки. Это обусловлено тем, что тангенциальные напряжения на внешней поверхности цементной оболочки больше, чем на внутренней. Чем больше толщина цементной оболочки, тем больше эта разница. В связи с этим поперечные трещины при достаточной толщине цементной оболочки являются не прямолинейными, а S-образными (рис. 7), о чем свидетельствуют экспериментальные данные [2].

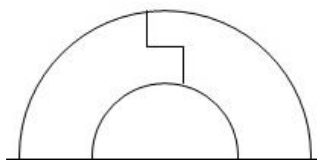


Рис. 7. Вид S-образной поперечной трещины в цементной оболочке

При уменьшении расхода цемента и толщины цементной оболочки предел прочности при сжатии будет снижаться сильнее, чем предел прочности при растяжении и изгибе. Образование поперечных трещин при малой толщине цементной оболочки оказывает большее влияние на предел прочности при сжатии, чем на предел прочности при изгибе, отношение $\frac{R_{сж}}{R_{изг}}$ сильно уменьшается.

Представляет практический интерес подобный расчет применительно к ячеистым бетонам, а именно к пенобетонам, так как в этом случае система является саморегулирующейся. Применительно к поробетонам обозначения, приведенные на рис. 1 и в формулах 1 и 2 изменятся

следующим образом: a – радиус поры, $(b - a)$ – толщина межпоровой перегородки; E_1 – модуль упругости воздуха (в общем случае – газа), E_2 – модуль упругости материала межпоровой перегородки (в пенобетоне – это цементный камень), МПа; μ_1 и μ_2 – коэффициенты Пуассона воздуха и цементного камня соответственно.

Рассмотрим конкретный пример: объемный модуль упругости воздуха $E_1 = 0,1$ МПа, модуль упругости цементного камня $E_2 = 1200$ МПа, коэффициент Пуассона воздуха $\mu_1 = 0,001$ [8], коэффициент Пуассона цементного камня $\mu_2 = 0,16$. Рассмотрим случаи с разными радиусами a и b . Примем радиус поры 0,1, 0,2, 0,3 и 0,4 см, а толщину цементной перегородки 0,1; 0,15; 0,2; 0,25 и 0,3 см. Результаты расчета представлены на рис. 8.

На рис. 8 видно, что с увеличением толщины цементной перегородки от 1 до 3 мм радиус поры оказывает все меньшее влияние на отношение тангенциальных напряжений к радиальным. При неизменной толщине цементной перегородки 0,1 см с увеличением радиуса поры от

0,1 до 0,3 см отношение $\frac{\sigma_{\tau}}{\sigma_R}$ увеличивается. Чем

больше радиус a , то есть поры, тем сильнее падает отношение $\frac{\sigma_{\tau}}{\sigma_R}$ с увеличением толщины

межпоровой перегородки, то есть с ростом средней плотности. Когда толщина межпоровой перегородки, а тем самым средняя плотность поробетона минимальная, а радиус поры максимальный, в ней возникают самые большие тангенциальные напряжения.

Если в рядовом бетоне росту тангенциальных деформаций мешает заполнитель (деформации не происходит, идет обжатие заполнителя, улучшение его сцепления с цементной матрицей бетона) [9], то в пенобетоне нет заполнителя, поэтому ничего не мешает напряжениям, возникающим в межпоровых перегородках, вызывать их деформацию. В пенобетоне при уменьшении a и b , обусловленного усадочными деформациями, будет происходить уплотнение межпоровой перегородки и, как следствие, повышение прочности последних.

Из рис. 8 следует, что при радиусе поры 0,25–0,27 см наблюдается равновесие между тангенциальными и радиальными напряжениями в межпоровой перегородке. Когда радиус пор превышает 0,3 см, тангенциальные напряжения и деформации начинают преобладать над радиальными, что способствует образованию поперечных трещин в межпоровых перегородках. При радиусе поры 0,2–0,1 см и менее наблюдается обратное явление, то есть радиальные

напряжения и деформации начинают превалировать. Увеличение радиуса поры при неизменной толщине медпоровой перегородке особенно отрицательно будет влиять на предел прочности пенобетона при сжатии, а мелкопористые пено-

бетоны будут отличаться повышенной прочностью при сжатии и изгибе. В мелкозернистых и тяжелых бетонах усадка усиливает сцепление цементного камня с заполнителем и вызывает растягивающие тангенциальные напряжения.

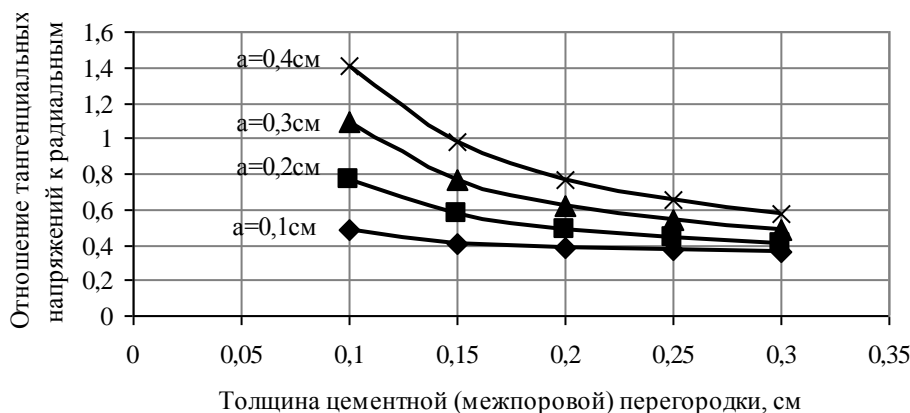


Рис. 8. Зависимость $\frac{\sigma_{\tau}}{\sigma_R}$ от толщины цементной перегородки в пеноцементе

Выводы. Исходя из изложенного материала, можно сделать следующие выводы:

- толщина цементной оболочки тяжелых бетонов очень сильно влияет на отношение $\frac{\sigma_{\tau}}{\sigma_R}$,

тогда как в пенобетоне геометрические характеристики перегородки из вяжущего слабо влияют на эту величину;

- в пенобетонах при усадке идет уплотнение межпоровых перегородок, поэтому в них нужно вводить ограниченное количество наполнителей, уменьшающих усадку камня межпоровых перегородок. Экспериментальные данные [10] показали, что добавка 10–15 % мела в пеноцементы улучшает многие показатели;

- чем ниже марка пеноцемента по средней плотности, тем меньше должен быть радиус его пор.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подвальный А.М. Определение величины собственных деформаций в бетонном конгломерате на различных структурных уровнях // Заводская лаборатория. 1973. №10. С. 1204–1206.
2. Рахимбаев Ш.М. Регулирование прочности межфазных контактных связей в искусственных строительных конгломератах // Сб. трудов науч.-практич. конф. Проблемы материаловедения и совершенствование технологии

производства строительных изделий. Белгород, БТИСМ, 1990. С. 51–60.

3. Гордон С.С. Структура и свойства тяжелых бетонов на различных заполнителях. М.: Стройиздат, 1969. 151 с.

4. Тольпина Н.М. Физико-химические основы повышения коррозионной стойкости цементных систем путем оптимизации вещественного состава. Дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.11 / Тольпина Наталья Максимовна; Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. 393с.

5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том VII. Теория упругости. М.: Наука. 1989.

6. Чехов А.П., Сергеев А.М., Дибров Г.Д. Справочник по бетонам и растворам. 2-е изд., переаб. и доп. Киев: Будівельник, 1979. 256 с.

7. Строительный портал «Доктор Лом» [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.doctorlom.com/item171.html#e_osnovnye

8. Путилов К.А. Курс физики. Том I. Механика, акустика, молекулярная физика, термодинамика. М.: Изд-во физико-математической литературы, 1963. 560с.

9. Рахимбаев Ш.М., Кафтаева М.В. О влиянии формы цементного кольца на его собственные деформации и напряжения // Строительные материалы. 2009. №9. С. 91–92.

10. Аниканова Т.В., Рахимбаев Ш.М. Пенобетоны для интенсивных технологий строительства: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 128 с.

Anikanova T.V., Rakhimbaev Sch.M.**THE INFLUENCE OF THE THICKNESS OF THE CEMENT SHEATH IN THE CONCRETE AND CEMENT PARTITIONS IN THE FOAM CONCRETE TO SHRINKAGE DEFORMATION**

It is known that during solidification could occur as the expansion and shrinkage of the stone. Ordinary cements shrink, so we are particularly interested in shrinkage deformation and stress of cement stone. In the study of the shrinkage of heavy concrete, special attention should be paid to the impact compression of the grains of the filler with cement ring, as it allows you to adjust the physico-mechanical properties, crack resistance and durability of concrete.

This work presents the results of calculation of the radial and tangential self-stresses arising in the cement sheath in the concrete and in cement wall in cellular concrete with the help of the Lamé equation.

Key words: shrinkage deformation, tangential stress, radial stress, heavy concrete, foam concrete.

Аниканова Татьяна Викторовна, кандидат технических наук, доцент.

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

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

E-mail: anik.tv@yandex.ru

Рахимбаев Шарк Матрасулович, доктор технических наук, профессор.

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

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

Ковальченко О.В., аспирант,
Алфимова Н.И., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ПРОДУКТОВ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

alfimovan@mail.ru

В настоящее время при изготовлении строительных материалов наиболее актуальными являются вопросы, связанные с рациональным природопользованием, а также поиском способов снижения энергоёмкости процессов их производства. В связи с чем наблюдается переориентация сырьевой базы строительных материалов в пользу техногенного и ранее не используемого природного сырья.

В данной статье проведен анализ использования продуктов вулканической деятельности различных месторождений при производстве строительных материалов различного назначения.

Ключевые слова: продукты вулканической деятельности, туф, пепел, композиционные вяжущие, минеральные добавки, бетоны, энергоёмкость.

Введение. В настоящее время создание эффективных строительных материалов на основе энерго- и ресурсосберегающих технологий является приоритетной задачей строительного материаловедения. Это связано, с одной стороны, с необходимостью расширения сырьевой базы из-за растущих потребностей строительной индустрии в качественных и недорогих материалах, с другой – с ухудшением общей экологической обстановки. При этом проблемы, связанные с охраной природы и рациональным использованием ее ресурсов требуют особого внимания со стороны современной промышленности строительных материалов.

Одним из перспективных видов сырья при производстве строительных материалов являются продукты вулканической деятельности – горные породы, сформировавшиеся на земной поверхности или близ нее в результате вулканических извержений [1]. Необходимо отметить, что сами извержения носят в большей степени отрицательный характер и негативно сказываются на состоянии биосферы. Скопление продуктов вулканизма на обширных территориях приводит к уменьшению площади сельскохозяйственных угодий, сокращению пищевой базы, сужению ареалов проживания. При этом темпы выветривания мощных слоев вулканических пород и формирование новых почв зависят от температурного режима, количества атмосферных осадков, условий стока и характера поверхности [2], и могут занимать достаточно длительное время. Кроме того, из-за пылящих фракций вулканических отходов снижается качество атмосферного воздуха, что может стать причиной падежа скота, привести к распространению инфекций и возникновению эпидемий [2–4].

Последние исследования показывают, что ежегодно постоянные геодезические изменения способствуют формированию на планете приблизительно трех новых вулканических образо-

ваний. Более 600 вулканов существующих на Земле являются активными действующими, на территории Российской Федерации их количество приближается к 200 [5]. При этом ежегодные объемы продуктов вулканизма исчисляются сотнями миллионов тонн и образуют массивные месторождения, которые требуют утилизации [6].

Промышленность строительных материалов является наиболее перспективной отраслью, способной эффективно и наиболее комплексно использовать продукты вулканической деятельности [6–29].

Анализ литературных источников показал, что одной из основных областей использования данного сырья является применение его в качестве мелкого и крупного заполнителя при производстве бетонов на различных видах вяжущих. Это обусловлено, прежде всего, большими потенциальными возможностями данного материала, а также простотой и доступностью технологий производства из него строительных изделий различного назначения.

Необходимо также отметить, что особое внимание уделяется применению вулканогенных пород в качестве тонкодисперсных минеральных добавок и компонентов композиционных вяжущих.

Анализ многих исследовательских работ [9, 13 и др.] показал, что использование вулканического туфа в различных бетонах дает большую гидравлическую активность тонких фракций, которые, вступая во взаимодействие с продуктами гидратации, положительно влияют на прочностные характеристики цементного камня.

Так, в работе [7] была исследована возможность применения пепла Куркужанского месторождения Кабардино-Балкарской республики а качестве при производстве различных видов строительных материалов: гипсовых плит, штукатурных и кладочных растворов, бетонных

камней, керамических изделий (кирпича и камня). Показано, что экспериментальные образцы, полученные на основе сырьевых смесей из гипсового вяжущего, извести, портландцемента, глины и вулканического пепла по своим техническим характеристикам удовлетворяют соответствующим требованиям ГОСТ. Кроме того, при комплексной безотходной технологии вулканического пепла могут быть получены продукты обогащения (кусовая пемза, пемзит, кварцевый песок, плотное вулканическое стекло), которые могут применяться как в природном состоянии, так и в качестве заполнителя бетона, добавок в цемент, насыпной изоляции, компонента звукоизоляционной штукатурки и др.

Использованию в качестве заполнителя перлитосодержащих вулканических пород, вулканических туфов и их отходов, вулканического пепла Северного Кавказа (Кабардино-Балкарская республика, Северная Осетия-Алания) посвящены исследования, приведенные в работе [8]. В ходе технологических испытаний авторами установлено, что полученные изделия на основе смесей из вулканических продуктов месторождений Северного Кавказа с гипсом, известью, портландцементом, глиной могут найти широкое применение в производстве строительных материалов различного назначения. К таким материалам относятся: строительные тепло- и звукоизоляционные материалы, бетоны легкие, бетоны конструкционно-теплоизоляционные (стеновые блоки пепло-известковые, пеплопенобетон, газопеплобетон, легкие штукатурные и кладочные растворы, керамический кирпич и камень).

Автором статьи [9] установлена возможность применения песка и щебня из вулканического туфа Каменского месторождения Кабардино-Балкарской республики в качестве заполнителя сырьевых смесей при производстве самоуплотняющихся бетонов пониженной плотности. При использовании туфового песка в качестве заполнителя зерна размером менее 0,08 мм (составляют около 60 % всей фракции 0–0,14 мм) могут заменить цементную составляющую до 30–35 % без потери прочности цементного камня, а зерна размером до 0,05 мм повышают прочность цементной матрицы, уплотняя структуру цементного камня. Данные положительные результаты свидетельствуют о том, что использование указанного вулканогенного сырья позволит уменьшить расход основного вяжущего компонента – портландцемента и, следовательно, снизить стоимость конечного изделия.

При исследовании возможности использования вулканического сырья Дальнего Востока для получения гранулированного искусственного легкого заполнителя автором [10] разработана

принципиальная технологическая схема получения гранулированного поробазальта для производства в заводских условиях.

Получены положительные результаты в ряде исследований, направленных на создание материалов с улучшенными огнезащитными и жаростойкими свойствами на основе смесей с использованием вулканогенных пород. Согласно результатам, отображенным в ряде работ [11–13] целесообразным является применение мелкодисперсных отходов пиления вулканического туфа Заюковского месторождения Кабардино-Балкарии в качестве заполнителя в бетон и активной минеральной тонкомолотой добавки в цементный камень. По предложенным технологиям получены гипсобетонные и цементные огнезащитные композиты, теплоогнезащитные аромцементные плиты, ячеистые пенобетоны. При этом было выявлено, что использование туфа позволяет увеличить огнезащитные и жаростойкие характеристики материалов, уменьшить осадку цементного камня, а также снизить расход основного вяжущего компонента.

Также установлена возможность получения бесцементных бетонов на основе сырьевых смесей с использованием продуктов вулканической деятельности [14, 15]. В работе [14] авторами предложены составы на основе гипсового вяжущего и вулканического туфа Заюковского месторождения Кабардино-Балкарии для изготовления гипсотуфобетона и эффективного огнезащитного гипсовермикулитотуфобетона. Использование туфового песка при изготовлении гипсотуфобетона позволяет снизить расход гипсового вяжущего на 30,5–31,7 % без потери прочности, благодаря способности смеси гипса и негашеной извести быть хорошим возбудителем скрытой гидравлической активности туфового песка. При этом на основе гипсотуфобетонной матрицы можно получить фиброгипсотуфобетон с повышенной водостойкостью [15]. Экспериментально доказано, что применение отходов пиления вулканического туфа в гипсовермикулитотуфобетонах повышает огнезащитные свойства, при этом материал обладает лучшими звукоизоляционными характеристиками и меньшей стоимостью по сравнению с гипсобетоном [14, 15].

Доказано, что целесообразным является введение вулканогенных пород в состав ячеистых бетонов. Использование вулканического пепла Кабардино-Балкарии позволяет получить составы фибропеногипсобетонных композитов с улучшенными физико-химическими свойствами, сократить расход гипса до 50 % без существенного снижения прочностных характеристик исходного пеногипса [16]. Применение отходов пиления вулканического туфа в качестве

заполнителя и активной минеральной добавки при изготовлении фибропенотуфобетона способствует увеличению прочности изделия при установленном снижении водотвердого отношения смеси и усадочных деформаций [17].

Как известно на территории Российской Федерации наибольшее скопление продуктов вулканической деятельности расположено на Северном Кавказе, Курильских островах и Камчатском полуострове. Данные обширные территории являются перспективными с точки зрения вовлечения их сырьевых ресурсов в оборот производства строительных материалов.

На базе Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова проведен комплекс исследований, направленных на изучение возможности использования продуктов вулканической деятельности вулкана Жировской (п.о. Камчатки) в качестве органо-минерального модификатора и компонента композиционных вяжущих [18–20]. Установлено, что введение органо-минеральной добавки в количестве 12–15 % приводит к увеличению предела прочности цементного камня на сжатие на 30–35 %. Применение данного вида сырья в качестве компонента композиционных вяжущих, при использовании раздельной технологии, способствует сокращению длительности помолы в 1,5–2 раза.

Помимо вулканического сырья месторождения Камчатки на базе БГТУ им. В.Г. Шухова был проведен ряд исследований, в ходе которых была установлена возможность расширения сырьевой базы промышленности строительных материалов Эквадора за счет рационального использования нетрадиционных для строительной индустрии пирокластических пород. Предложенная технология производства композиционных вяжущих с использованием портландцементного клинкера, суперпластификатора и вулканических пород позволяет экономить до 50 % клинкерной составляющей без снижения активности вяжущего. Доказано, что использование пирокластических пород Эквадора обеспечит не только значительный экологический, но социальный и экономический эффекты [21]. Также были проведены исследования, направленные на разработку фибробетона для ремонта и реконструкции зданий и сооружений с использованием вулканического туфа Иордании, которые позволили разработать композиционные вяжущие с использованием в качестве минерального компонента – туфа в количестве 10 % объема сырьевой смеси, имеющих в возрасте 28 сут. активность более 80 МПа [22].

Помимо вышеуказанных областей продукты вулканической деятельности могут также использоваться для изготовления строительных

материалов с улучшенными теплоизоляционными свойствами [8, 23 и др.]. В частности, в естественном монолитном состоянии вулканический туф применяется в виде обработанных стеновых блоков размерами 380×190×180 для строительства гражданских зданий. Отходы добычи туфов и вулканический пепел используются как сырье для получения керамических изделий с повышенными теплоизоляционными характеристиками, как показано в статье [23], где авторами были рассмотрены изделия на основе вулканогенных пород Куркужанского месторождения (пепел) и Заюковского месторождения (отходы добычи туфов) Кабардино-Балкарской республики.

Результаты исследований [24–25] свидетельствуют о возможности применения продуктов вулканической деятельности при изготовлении керамической черепицы. Установлено, что введение в состав сырьевых масс 20 % вулканического туфа Жетмолинского месторождения Кабардино-Балкарской республики, в котором содержится $RO = 5,3 \%$ и $RO_2 = 6,7 \%$, способствует более интенсивному протеканию процессов кристаллизации, обеспечивающих высокие технико-эксплуатационные свойства изделий [24]. Использование 20% вулканического пепла в составе керамических масс улучшают показатели послеобжиговых свойств за счет расширения температурного интервала обжига. При этом авторы отмечают улучшение показателей плотности и прочности на изгиб и приближение к нулю показателей водопоглощения и открытой пористости [25]. Кроме того, введение добавок вулканического происхождения снижает чувствительность глинистого сырья к сушке [24–25].

На основании изучения сырьевой базы вулканических перлитов и цеолитов Чугуевского месторождения Приморского края в работе [26] сделаны выводы о пригодности данных вулканогенных пород как самостоятельного сырья, а также в качестве компонента сырьевых смесей при получении пеностекла.

Согласно аналитическим данным, приведенным в работе [27] большинство вулканических образований (базальты, трахибазальты, андезибазальты и др.) щегровитской и керносской свит Пермского края пригодны в качестве сырья для производства базальтового волокна.

Имеется ряд работ, посвященных исследованиям возможности использования вулканического сырья в дорожном строительстве. Так в статье [28] показано, что добавки вулканических туфов в смесь при производстве мелкозернистых дорожных бетонов положительно сказываются на структурообразовании и влияют на

увеличение прочности и стойкости к воздействию атмосферных факторов.

Авторами работы [29] была экспериментально доказана возможность применения вулканических туфов Хурай-Цакирского месторождения республики Бурятия в качестве минерального порошка и стабилизатора в смесях при производстве горячего асфальтобетона. Испытаниями было установлено снижение показателя стекаемости битума с поверхности зерен заполнителя и замедление старения битума в полученных сырьевых смесях.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что продукты вулканической активности находят широкое применение в области строительного материаловедения. Продукты вулканизма пригодны для производства строительных материалов различного назначения, таких как: конструкционные, конструкционно-теплоизоляционные, тепло- и звукоизоляционные, отделочные, кровельные, материалы специального назначения. При этом, стоит отметить, что свойства строительных материалов на основе смесей с использованием вулканогенных пород не только отвечают предъявляемым требованиям, но и могут превышать характеристики материалов, полученных на традиционном сырье.

Таким образом, данные научные исследования позволяют определить новые подходы и направления для решения проблем экологии, рационального использования территориальных и природных ресурсов, с целью создания строительных материалов и изделий на их основе с улучшенными или возможно уникальными свойствами по экономически эффективным технологиям. В связи с чем, дальнейшие научные изыскания и работы, направленные на вовлечение в процесс производства строительных материалов ранее не используемых для этих целей продуктов вулканической деятельности и расширение областей их использования является перспективным направлением способствующим переходу на энерго- и ресурсосберегающие технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Романовская М.А. Петрографический кодекс. Магматические и метаморфические образованы. // СПб; 1995.[Электронный ресурс] <http://www.knowledge.su>. 2015 - 2017 гг.
2. Литасов Ю.Д. Вулканизм Земли и планет земной группы // Учебное пособие для студентов геологических и смежных специальностей высших и средних профессиональных учебных заведений, изучающих курсы «Общая геология», «Вулканология», «Палеовулканология». 2011. 200 с.
3. Сторожилов И.В., Жилина В.В. Воздействие извержений вулканов на человека и окружающую среду. // Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум». [Электронный ресурс] <http://www.scienceforum.ru/2016/1678/23703>.
4. Никитин Ю.В. Экологические последствия вулканических извержений // Интернет-журнал Сахгу: Наука, образование, общество. 2010. №2. С. 82.
5. Поздеев И.П., Федоров С.В., Карасик В.А. Действующие вулканы России и их опасность // Проблемы, перспективы и направления инновационного развития науки. 2016. С. 38–40.
6. Алфимова Н.И., Трунов П.В. Продукты вулканической деятельности как сырье для производства композиционных вяжущих // Сухие строительные смеси. 2012. №1. С. 37.
7. Лузин В.П., Антонов В.А., Лузина Л.П., Беляев Е.В., Пермяков Е.Н., Самигуллин Р.Р. Эффективные строительные материалы с применением вулканического пепла // Строительные материалы. 2009. №12. С. 18–19.
8. Антонов В.А., Лузин В.П., Беляев Е.В. Вулканогенные породы Северного Кавказа как сырье для производства легких строительных материалов // Разведка и охрана недр. 2010. №1. С. 40–45.
9. Бычков М.В. Самоуплотняющиеся бетоны пониженной плотности с применением вулканического туфа // Инженерный вестник Дона. 2013. №3. С.32.
10. Вавренюк С.В. Гранулированный искусственный легкий заполнитель на основе вулканических пород Дальнего Востока // Academia. Архитектура и строительство. 2012. №1. С. 125–126.
11. Хежев Т.А., Кимов У.З., Думанов К.Х. Огнезащитные и жаростойкие свойства цементных бетонов на основе вулканических горных пород // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2012. №28. С. 196–201.
12. Хежев Х.А., Хежев Т.А., Кимов У.З., Думанов К.Х. Огнезащитные и жаростойкие композиты с применением вулканических горных пород // Инженерный вестник Дона. 2011. №4. С. 552–559.
13. Хежев Т.А., Хежев Х.А. Эффективные огнезащитные композиты с применением пористых заполнителей // Технологии бетонов. 2011. №7-8. С. 30–31.
14. Хежев Т.А., Пухаренко Ю.В., Хежев Х.А. Бесцементные бетоны с применением вулканических горных пород // Вестник гражданских инженеров. 2011. №1. С. 107–113.

15. Хежев Х.А., Пухаренко Ю.В., Хежев Т.А. Фиброгипсобетонные композиты с применением вулканических горных пород // Строительные материалы. 2013. №11. С. 20–24.
16. Хежев Т.А., Даов Н.А., Исмаилов А.С., Молюков К.В., Кашукоев А.Ж., Чегемов Р.А. Фибропеногипсобетонные композиты с применением вулканического пепла // Инженерный вестник Дона. 2017. №1.
17. Овсяков М.Ю., Сухов А.А., Хежев Т.А. Технология фибропенобетонов с применением отходов пиления вулканического туфа // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2015. №1. С. 107–113.
18. Lesovik V.S., Alfimova N.I., Trunov P.V. Reduction of energy consumption in manufacturing the fine ground cement // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 11. С. 745–748.
19. Алфимова Н.И., Трунов П.В., Шадский Е.Е. Модифицированные вяжущие с использованием вулканического сырья. Saarbrücken. LAP LAMBERT, 2015. 132 с.
20. Алфимова Н.И., Никифорова Н.А. Оптимизация параметров изготовления композиционных вяжущих на основе вулканического сырья // Региональная архитектура и строительство. 2016. №4. С. 33–39.
21. Алфимова Н.И., Строкова В.В., Наваретте В.Ф.А. Мелкозернистые бетоны на основе вулканического сырья. Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2014. 94 с.
22. Lesovik V.S., Ageeva M.S., Mahmoud Ibrahim Husni Shakarna, Allaham Yasser Seyfiddinovich, Belikov D. A. Efficient binding using composite tuffs of the Middle East // World Applied Sciences Journal. 2013. №24 (10). Pp. 1286–1290.
23. Лузин В.П., Корнилов А.В., Николаев К.Г., Лузина Л.П. Керамические строительные материалы с улучшенными теплоизоляционными свойствами // Вестник Казанского технологического университета. 2010. №8. С. 32–36.
24. Закарлюка С.Г. Технология изготовления керамической черепицы с применением природного сырья северного Кавказа // Интеграция науки и практики как механизм развития отечественных наукоемких технологий производства. 2015. С. 193–197.
25. Закарлюка С.Г., Яценко Н.Д. Ресурсосберегающая технология керамической черепицы низкотемпературного обжига с использованием легкоплавкого глинистого сырья и вулканического пепла // Инженерный вестник Дона. 2016. №3. С. 79.
26. Вавренюк С.В., Абрамов В.Е. Вулканические стекла Приморского края – сырье для получения пеностекла // Вестник ВСГУТУ. 2012. №2. С. 6.
27. Суслов С.Б., Манькова Т.В., Блинов С.М. Комплексы основных вулканических пород потенциально пригодные для производства базальтового волокна на территории Пермского края // Современные проблемы науки и образования. 2012. №5. С. 347.
28. Салл М., Ткаченко Г.А. Введение пористого компонента в мелкозернистые дорожные бетоны // Строительные материалы. 2009. №2. С. 29–31.
29. Печерский С.А., Битуев А.В., Архинчеева Н.В., Щукина Н.Г. Использование вулканического туфа в горячих асфальтобетонах // Строительные материалы. 2010. №2. С. 23–33.

Kovalchenko O.V., Alfimova N.I.

**THE QUESTION OF THE APPLICATION OF PRODUCTS OF VOLCANIC ACTIVITY
IN THE MATERIAL SCIENCE**

Currently, in the manufacture of building materials are the most relevant issues related to environmental management, as well as finding ways of reducing the energy intensity of manufacturing processes. In this connection, there is a reorientation of the raw material base of building materials in favor of man-made and not previously used natural raw materials. This article analyzes the use of products of the volcanic activities of various fields under the production of building materials for various purposes.

Key words: *products of volcanic activity, tuff, ash, composite, knit-ing, mineral additives, concrete, energy.*

Ковальченко Ольга Викторовна, аспирант кафедры строительного материаловедения изделий и конструкций. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Алфимова Наталия Ивановна, кандидат технических наук, доцент кафедры строительного материаловедения изделий и конструкций. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail:alfimovan@mail.ru

Косухин М.М., канд. техн. наук, проф.,
Косухин А.М., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВОДООТВОДЯЩИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ В ПРОШЛОМ, НАСТОЯЩЕМ И БУДУЩЕМ*

mkosuhin@mail.ru

Представлен краткий анализ исторического и экономического развития одной из важнейших систем жизнеобеспечения – водоотведения. Показано, что сегодня она находится в катастрофическом состоянии, от которого зависит дальнейшее благосостояние в развитии народонаселения. Необходим комплекс действенных мер руководства страны по выводу отрасли из кризисного состояния. Для проведения коммунальных систем в удовлетворительное состояние необходим детальный анализ их технического состояния специалистами-профессионалами. Для решения стоящих задач необходимо разработать конкретную нормативно-правовую базу, механизмы привлечения в отрасль высококвалифицированных специалистов. Неотъемлемой частью стоящей проблемы является разработка отечественных ремонтно-строительных материалов и технологий, отвечающих современным требованиям и условиям эксплуатации инженерных систем и сооружений. При этом особое внимание должно быть уделено разработке ремонтных составов для железобетонных поверхностей, в связи с тем, что большинство существующих коммунальных сетей и сооружений выполнено из него.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, история водоснабжения и водоотведения, канализация, очистные сооружения, железобетонные водоотводящие системы, ветхость и аварийность коммунальных систем, моральный и физический износ, ремонтные составы для внутренних железобетонных поверхностей, капитальный ремонт, санация, реновация.

Введение. Жизнедеятельность человеческого общества невозможна без потребления воды, кроме того, вода является основным и главным признаком существования всего живого. Вода, подаваемая потребителю системой водоснабжения, в процессе использования в основном утрачивает первоначальное качество, превращаясь в сточную воду, и подлежит удалению из зоны потребления. Этот процесс одинаков как при использовании воды населением на хозяйственно-бытовые нужды, так и в результате осуществления технологических процессов на производственных предприятиях различного назначения. К сточным водам относят также дождевые и талые воды. Сточные воды любого происхождения получают дополнительные химические и механические примеси (загрязнения), изменяющие первоначальный химический состав и физические свойства воды, что требует их организованного сбора, транспортировки, очистки и возврата в окружающую среду (как правило природные водоемы). Для этого необходим комплекс инженерных устройств и оборудования, составляющих систему водоотведения.

Основная часть. История отвода сточных вод начинается с канализации (от латинского *canalis* – «труба», «желоб»). На этой основе возникло общее название системы устройств для сбора и транспортировки сточных вод под названием – канализация. Первоначально она являлась средством поддержания удовлетвори-

тельных санитарных условий в сравнительно локализованных и немногочисленных местах образования сточных вод, преимущественно бытового происхождения. На этой стадии существования ее основная технологическая функция заключалась в сборе и отведении за пределы населенного пункта сточных вод со сбросом в водоемы или на местность без очистки.

С ростом народонаселения и расширением масштабов промышленного производства увеличились объемы сточных вод, количество и состав сбрасываемых загрязнений, что привело к необходимости их очистки. Канализационные сети при этом дополняются очистными сооружениями. Очистка, в соответствии с современными требованиями охраны окружающей среды [1], по техническому содержанию, капитальным вложениям и эксплуатационным затратам, экономическому и народнохозяйственному значению занимает главенствующую роль в водоотведении. В этой связи, первоначальное название «канализация» устарело и в настоящее время эта система приобретает название – «водоотведение», которое воплощает в себе более широкое понятие, наиболее актуальное в наши дни.

Прежде чем превратиться в комплексную систему водоотведения канализация, как и в целом система жилищно-коммунального хозяйства [2], в своем развитии пережила ряд этапов становления. К их числу можно отнести возникновение элементов канализации в древние време-

на, появление совершенной системы канализации, разруха канализационных систем в средние века, «золотой час» для канализации в начале двадцатого столетия и особый этап – система канализации в наши дни.

Возникновение элементов канализации многие исследователи относят к Древнему Риму. Это можно объяснить тем, что древние римляне общепризнанны одной из самых ранних цивилизаций вообще и в которых потреблялось большое количество воды, сопровождающееся накоплением больших объемов сточных вод. Однако, как показывают более поздние археологические исследования, на самом деле история канализации уходит намного дальше вглубь истории развития человеческой цивилизации. По открытым в 1957 году археологическим данным, самыми древними остатками канализаций считаются сооружения 18–17 века до н. э. российского города Аркаим в Челябинской области [3]. Это поселение древней цивилизации, входящее в уникальный археологический заповедник Южного Урала «Страна городов», можно назвать музеем развития жилищно-коммунального хозяйства и градостроительства. В нем сосредоточены элементы водопровода тех времен, хозяйственно-бытовой и ливневой канализации, дренажные системы, многоквартирные дома, кольцевая дорога вокруг центральной площади города с радиальными прямыми улицами и многое другое. Жители этого города благоразумно относились к сточным водам, так как они зачастую становились источниками распространения массовых заболеваний и смертельных эпидемий. Экспонаты этого музея позволяют сделать вывод о существовании самой совершенной системы античной канализации.

Находки древних инженерных систем были обнаружены археологами в Вавилоне, Египте, Месопотамии, Древней Индии. Для древнегреческих городов был характерен высокий уровень благоустройства и комфорта. Санитарное состояние городских площадей, улиц и дворов обеспечивалось развитой системой организованных водостоков, обложенных камнем и перекрытых плитами. Знаменитый акведук в Древнем Риме представляет собой разветвленную сеть каналов для подачи воды в города, полива и вывода сточных вод. Для отвода сточной воды использовались глиняные и металлические трубы. Там же обнаружены остатки общественных туалетов. Древняя канализация Рима используется и до настоящего времени.

В наступившую затем эпоху средневековья развитие канализационных систем прекратилось. Значительная часть построенных римлянами систем была разрушена, в большинстве

европейских городов канализация практически отсутствовала. В этот период церковь запрещала думать о чистоте тела. В европейских городах этого периода о сточной системе не знали, отвод бытовых сточных вод не обеспечивался, они выливались прямо из окон. Городские нечистоты попадали в реки и озера, из которых потреблялась вода на нужды людей. Все это привело к распространению в Европе массовых эпидемий чумы и кори. В 1830 году Европа подверглась эпидемии холеры, которая унесла множество человеческих жизней. Только после всего этого правители многих стран начали задумываться о создании централизованных санитарно-технических систем в городах. Интенсивное строительство канализации в Европе началось только в XIX веке. Это было связано с ростом городского населения и развитием водопровода, что обусловило необходимость централизованного отвода большого количества образующихся сточных вод и их очистки перед сбросом в водоемы из которых производился забор воды для водоснабжения.

Аналогичную историю канализация получила и в России. Отсутствие канализации в России стало причиной эпидемии чумы в конце XVIII века. Из-за этого погибла треть населения Москвы. И только в конце XVIII и начале XIX столетия срочно стали возводить канализационную систему. В связи с резким возрастанием водопотребления, удорожанием вывоза нечистот, катастрофическим загрязнением крупных населенных центров и массовым распространением эпидемий развивается строительство канализации в других городах России. В 1857–1860 годах появляется и первая техническая литература, посвященная этому вопросу. Большой вклад в становление канализации в России внесли Русские водопроводные съезды. В 1897 году четвертым водопроводным съездом было принято постановление, которое обращало внимание на необходимость с устройством водопроводов всегда иметь в виду и устройство канализации.

«Золотой час» для канализации наступил в XX веке. Растущая потребность городов и быстрое развитие промышленного производства привели к массовому строительству канализаций в мегаполисах, городах и поселках. Для устройства канализации стали применяться наиболее доступные материалы. Постепенно начали создаваться новые специальные для этих целей материалы и изделия. В современных санитарно-технических сооружениях используются трубы из металла, пластика, бетона, используются научные достижения и новые технологии. При строительстве очистных сооружений,

насосных станций используются компьютерные устройства и новое оборудование. Сточные воды на своем пути проходят несколько стадий очистки и обработки, прежде чем попасть в реки и озера.

Исходя из основной цели системы водоотведения и материально-технических затрат на ее реализацию, можно сделать вывод о важности ее роли в нормальном развитии и существовании цивилизации на планете.

На сегодняшний день обеспеченность городов и населенных пунктов централизованным водоснабжением составляет 98 %, а канализацией – около 75 %. Требования, касающиеся создания и нормального функционирования систем водоотведения отражены в ряде федеральных законов таких как «Об охране окружающей природной среды» [4], «Об основах градостроительства в Российской Федерации» [5] и ряде других. Тем не менее, в настоящее время отрасль находится в катастрофическом состоянии. К важнейшим проблемам систем водоотведения, которые необходимо решать в ближайшее время относятся следующие:

- ликвидация имеющейся диспропорции в развитии городского водоснабжения и водоотведения;

- устройство канализации в малых населенных пунктах, которые не имеют, как правило, опыта работы, материальной базы и достаточных финансов, а также квалифицированных специалистов;

- повышение качества строительства новых водоотводящих сетей;

- снижение материалоемкости и трудозатрат при строительстве систем водоотведения.

Перечисленные проблемы касаются нового строительства водоотводящих систем и являются меньшей составляющей общей глобальной проблемы состояния данного вопроса. Тем более, новое строительство инженерных сетей сегодня сведено к минимуму. К примеру, к 1987 году при «несовершенной советской экономике» канализация была проведена в 1851 городе (85,1 %) и в 2132 поселках (53,4 %), которая используется и в наши дни. Но после «экономических реформ 90-х годов», выделение средств из разных бюджетов на ее содержание практически прекратилось. Это привело к тому, что около 50 % существующих систем требует замены, а 15 % находятся в аварийном состоянии. Их реконструкция, реновация и санация требуют огромных капиталовложений которых, по оценке председателя правительства сегодня у государства нет [6]. Кроме того, эта задача усложняется экономическими санкциями против России.

Как уже отмечалось выше, история водоснабжения и водоотведения пережила в своем развитии три революционных этапа: от создания древнеримской водопроводной сети до 70-х годов XX столетия с принятием «Закона о чистой воде» со строительством гигантских станций очистки воды. Новый кризис, перед которым системы водоснабжения и водоотведения оказались в наши дни, связан с их огромными размерами, перегруженностью, нехваткой воды, общесплавностью систем канализации, ростом городского населения. Построенные с начала XX века системы изношены и требуют неотложного дорогостоящего ремонта. Даже у самых богатых городов мира нет денег на их капитальный ремонт. В этой связи, необходим поиск новых подходов в решении этого вопроса, иначе прогрессирующее разрушение водоотводящих систем может повторить эпидемическую катастрофу средневековья, сегодня ее проявление уже отмечается во многих странах мира и в том числе ряде регионов России.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что основной задачей решения стоящей проблемы в нашей стране является разработка отечественных ремонтно-строительных материалов и технологий, отвечающих современным требованиям. Наиболее распространенным и широко применяемым материалом для устройства, как магистральных водоотводящих сетей, так и водоочистных сооружений является железобетон. Он особенно широко применялся в период индустриализации строительства и из него в XX столетии построено большинство водоотводящих сетей: железобетонные трубы, лотки, желоба и многое другое. И хотя железобетон относительно долговечный материал, агрессивные условия его эксплуатации привели инженерные сети, выполненные из него, в аварийное состояние [7, 8].

На сегодня, железобетонные трубопроводы зачастую израсходовали гарантированный лимит надежности из-за продолжительного срока службы, а также по причине воздействия различных веществ и газов на внутренние поверхности трубопроводов. Следствием данного факта зачастую становятся чрезвычайные происшествия, происходящие в разных регионах страны.

Вопрос о необходимости решения данной проблемы поднимался на протяжении длительного времени и зачастую сводился к банальному процессу замены трубопровода. Но данный вариант решения проблемы сопровождается зачастую множеством дополнительных проблем, таких как – невозможность проведения работ под автомобильными и железнодорожными путепроводами, большая глубина заложения, не-

возможность приостановления технологических процессов водоочистки, отсутствие возможности отведения стоков по другим магистралям. А в основном решение данного вопроса упирается в нехватку денежных средств для проведения данного трудоемкого, машиноемкого, а зачастую напрасного процесса.

Чтобы понять сущность вопроса необходимо проанализировать проблематику его возникновения, провести детальный анализ технического состояния систем водоотведения путем обследования [9], а впоследствии выбрать наиболее доступный путь решения. Высокая степень индустриализации, более экономное использование воды, наряду с новыми методами очистки, предъявляют наиболее высокие требования к прочности и плотности бетона. Прочный бетон может выдержать высокие механические и термальные нагрузки, но, будучи щелочным материалом, имеет свои пределы прочности в случаях контакта с кислыми средами [10].

Городские непромышленные сточные воды, которые поступают на водоочистку с pH 6,5–7, в соответствии с действующими нормами, не представляют опасности для бетона и кирпича. В тоже время стоки, проходя различные стадии обработки и очистки, подвергают опасности вторичной атаки посредством концентрации токсинов биологических процессов, которые в действительности вызывают разрушение бетона. В бытовых стоках органические субстанции, получаемые в процессе биологической очистки, трансформируются в биомассу как углекислый газ CO_2 и сероводород H_2S , отдельно друг от друга. CO_2 – природный газ, находящийся в атмосфере в количестве 0,03 %, является катализатором гораздо более опасного процесса – карбонизации бетона, но закономерно то, что процесс не происходит в мокрой среде водоочистных сооружений. H_2S , подобно CO_2 также не очень агрессивен по отношению к бетону, но в тоже время является причиной неприятного запаха. Проводя минимизации вредного влияния сероводорода необходимо максимально герметично изолировать стадии очистки. В результате структурных перемен сточных вод в процессе очистки, происходит вторичная атака на бетон над уровнем стоков, так называемая газовая атака [11].

Под действием данных процессов микробактериальная оксидация тиобациллы преобразовывается H_2S в гораздо более агрессивную среду – концентрированную серную кислоту H_2SO_4 . По истечении нескольких месяцев это неизбежно приведет к падению pH уровня до 1–2,5. O_4 – высокоагрессивная кислота по отноше-

нию к бетону, к тому же кислотная атака проходит двумя путями:

- оказывает растворяющий эффект (цементное тесто просто растворяется);
- мелкодисперсная атака твердыми частицами отходов жизнедеятельности, которые образуют тонкий слой на поверхности бетона.

Проникновение таких кристаллов внутрь бетона вызывает его разрушение, появляются трещины и процесс сильно прогрессирует.

Под воздействием вышеперечисленных факторов, незащищенный бетон очень быстро разрушается. Материалы, применяемые для защиты бетона от негативных воздействий должны отвечать следующим условиям:

- экологически безопасные для здоровья и окружающей среды;
- кислотоустойчивые при pH=1 и меньше;
- иметь безупречную адгезию к бетону в постоянно влажных условиях;
- обладать достаточной прочностью к механическим нагрузкам.

Для повышения долговечности и эксплуатационной пригодности железобетонных водоотводящих систем в настоящее время широко используются различные ремонтные составы, как правило, в виде органических покрытий. Тем не менее, результаты лабораторно-промышленных исследований на сооружениях водоочистки показывают, что органические покрытия не имеют диффузии водяного пара (не «дышат») и по этой причине обречены на потерю адгезии к бетону. Данный процесс происходит из-за давления влаги изнутри бетонной конструкции, находящейся в контакте с грунтом, что, в свою очередь, приводит к образованию пузырей на поверхности защитного покрытия. Подобные явления были отмечены на большинстве водоочистных сооружений, что позволяет судить о системности данных процессов. Благодаря своим физико-химическим свойства органические покрытия очень чувствительны к влажности бетона (для эпоксида 0,6 %, для полиуретана – 0,4 %), что делает практически невозможным их использование для санации старых, поврежденных бетонных поверхностей, находящихся в постоянно влажном состоянии. На сегодняшний день повсеместно вводятся ограничения на использование органических материалов для конструкций, которые эксплуатируются во влажных условиях, примером могут служить нормы Федеративной Республики Германия (ZTV-W), регулирующие меры по ремонту бетона, в которых запрещается использование органических материалов. Подобные принципы относятся и к санитарно-инженерному строительству. Вторым, но не менее важным и серьезным недо-

статком органики является их слабая устойчивость к механическим нагрузкам [12].

В этой связи, актуальной является задача разработки ремонтных составов для внутренних бетонных поверхностей водоотводящих систем с использованием минеральных композиций на основе портландцемента, которые бы имели достаточно высокую долговечность. Цементные ремонтные составы обладают диффузией водяного пара («дышат») и имеют высокую адгезию к ремонтируемому бетонным поверхностям. Они также высоко устойчивы к газовой атаке при значениях pH, близких к кислой среде, что позволяет приоритетно использовать их в сооружениях водоочистки и водоотведения.

Известные на сегодняшний день ремонтные составы в виде минеральных композиций на основе портландцемента – это, как правило, мелкозернистые бетоны, модифицированные различными химическими добавками. К структуре таких бетонов предъявляются особые требования по плотности, водонепроницаемости, коррозионной стойкости. Использование индивидуальных химических добавок для направленного модифицирования структуры бетона наталкивается на ряд технологических ограничений. Комплексное решение данной проблемы стало возможным с появлением на строительном рынке полифункциональных модификаторов. В этой связи, синтез дешевых отечественных полифункциональных модификаторов для получения таких ремонтных бетонов, позволит экономически выгодно по сравнению с заменой решить проблему восстановления водоотводящих железобетонных трубопроводов и продлить период их эксплуатации.

Выводы. Таким образом, исходя из выше изложенного, можно сделать вывод о том, что необходимо принятие срочных мер на федеральном уровне по приведению в удовлетворительное состояние существующих водоотводящих сетей. Отсрочка решения данного вопроса только усугубит и без того их катастрофическое состояние. Необходимо принятие поэтапной программы, включающей детальное обследование технического состояния коммуникаций, разработку мероприятий по проведению ремонтно-строительных работ, создание дешевых отечественных ремонтных материалов для проведения реновации, санации и в целом реконструкционных работ. Во избежание национальной катастрофы необходимо изыскать возможности заложения в бюджеты разных уровней статьи расходов на реализацию этих мероприятий. Любой программный документ должен начинаться с детального профессионального анализа существующей в отрасли ситуации вы-

сококвалифицированными специалистами. И только после этого проводить внедрение мероприятий, направленных на выход отрасли из сложившейся ситуации и дальнейшее ее совершенствование и развитие.

**Статья подготовлена в рамках мероприятий Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2017–2019 годы по проекту «Разработка теоретических и методологических принципов управления физико-химическими процессами структурообразования бетонов на наноуровне путем регулирования коллоидно-химических свойств цементных дисперсий и кристаллообразования полифункциональными модификаторами с разными адсорбционно-активными группами».*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 17.1.01-77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.
2. Косухин М.М. От истории создания до современного состояния и перспектив развития жилищно-коммунального хозяйства России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №12. С. 48–54.
3. Зданович Г.Б., Батанина И.М. Аркаим – страна городов: пространство и образы: (Аркаим: горизонты исследований) // Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство. Издательство Крокус, 2007. 260 с.
4. Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 28 декабря 2016 года) (редакция, действующая с 1 марта 2017 года).
5. Федеральный закон Российской Федерации №3295-1 «Об основах градостроительства в Российской Федерации».
6. Медведев Д.: Более 60 % фондов в ЖКХ отслужили свой срок : Политика : Top.rbc.ru <http://www.rbc.ru/politics/23/11/2010/5703e0a49a79473c0df17416>.
7. Дрозд Г.Я. Коррозионные разрушения, прогнозирование степени агрессивности эксплуатационной среды и обеспечение надежности канализационных коллекторов на стадии проектирования // Вода и экология. Проблемы и решения. Санкт-Петербург. 2013. №1(53). С. 40–59.
8. Дмитриева Е.Ю. Микроорганизмы – биодиструкторы подземных канализационных сооружений // Вода и экология. Проблемы и решения. Санкт-Петербург. 2013. №1. С. 20–39.
9. СП 272. 1325800. 2016 Системы водоотведения городские и поселковые. Правила обследования.

10. Косухин М.М., Полуэктова В.А., Апалькова Л.В., Шарапов О.Н., Малиновкер В.М. Повышение долговечности железобетона водоотводящих коллекторов // Фундаментальные исследования. 2013. № 8–4. С. 838–840.

11. Розенталь Н.К. Коррозия и защита бетонных и железобетонных конструкций

сооружений очистки сточных вод // Бетон и железобетон. 2011. № 2. С. 78–85.

12. Косухин М.М., Шарапов О.Н., Апалькова Л.В., Комарова К.С., Комарова Н.Д. Ремонтно-защитные покрытия для бетонных и железобетонных элементов очистных сооружений // Фундаментальные исследования. 2014. № 9–9. С. 1942–1945.

Kosukhin M.M., Kosukhin A.M.

WATER TREATMENT ENGINEERING NETWORKS IN THE PAST, PRESENT AND FUTURE

A brief analysis of the historical and economic development of one of the most important life support systems, water supply, is presented. It is shown that today it is in a catastrophic state, which influences further prosperity of population.

A set of effective measures of the country's leadership is needed to bring the industry out of crisis.

For bringing communal systems to a satisfactory condition, a detailed analysis of their technical state made by professionals is needed.

To meet the challenges, it is necessary to develop a specific legal and regulatory framework, mechanisms for attracting highly qualified specialists to the industry.

An integral part of the problem is the development of domestic repair and construction materials and technologies that meet modern requirements and operating conditions of engineering systems and structures maintenance. At the same time, special attention should be paid to the development of repair compounds for reinforced concrete surfaces, due to the fact that most of the existing utility networks and structures are made of it.

Key words: *housing and communal services, history of water supply and sanitation, sewerage, treatment facilities, reinforced concrete drainage systems, dilapidated and failures of communal systems, moral and physical deterioration, repair compounds for internal reinforced concrete surfaces, overhaul, sanitization, renovation.*

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

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

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

E-mail: mkosuhin@mail.ru

Косухин Андрей Михайлович, аспирант, кафедры строительства и городского хозяйства.

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

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

О ПРИМЕНИМОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ХОЛОДА ЛЬДА И СНЕГА В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

leontiii@mail.ru

В настоящее время объем мирового потребления энергоресурсов непрерывно возрастает. В связи с чем общая тенденция в мировом сообществе направлена на использование нетрадиционных источников энергии и разработку энергосберегающих технологий, что ведет к экономии природных ресурсов и улучшению экологической обстановки нашей планеты. В разных странах реализуются проекты по использованию нетрадиционных источников энергии, такие как: тепловые насосы, солнечные коллекторы, ветрогенераторы и т.д. Внедрение энергосберегающих технологий к данному виду оборудованию, позволит существенно снизить потребление энергии. Аккумуляция естественно-го холода льда и снега является одним из возобновляемых источников энергии, где главный источник холода – это снег или лед, которые в свою очередь являются экономически выгодным решением для уменьшения потребления энергии климатическими системами.

Ключевые слова: холодоаккумулятор, естественный холод, вентиляция, кондиционирование, холодоисточник.

«...Сегодня привезут первый лед и начнут набивать подвалы, - весь двор завалят...»

Иван Сергеевич Шмелев «Лето Господне».

Еще в конце 19 века, а может и раньше, наши предки смогли найти практическое применение замерзшему на реке льду. Не зря в эпиграфе к данной статье приведен небольшой отрывок из романа «Лето Господне» Ивана Сергеевича Шмелева. В одной из начальных глав романа описывается процесс запаса льда людьми в погреба.

Заготовку льда можно увидеть на полотнах известных российских художников, таких как Лагорио Лев Феликсович «Возка льда» (1849), Иван Константинович Айвазовский «Заготовка льда Неве в Санкт-Петербурге», Мещерский Арсений Иванович «Заготовка льда» и «Зима. Ледокол», Кольман Карл Иванович «Перевозка льда», Похитонов Иван Павлович «Заготовка льда» (1900), Горохов Иван Лаврентьевич «Ледовозы» (1912) и т.д. Среди зарубежных художников стоит отметить американского художника Дуэйна Брайерса (Duane Bryers) и его картину «Лед следующего лета» («Next Summer's Ice») на которой изображена погрузка льда на повозку, запряженную лошадьми.

Запасенный лед служил аккумулятором холода подвального помещения для хранения продуктов в теплое время года, а само подвальное помещение было подобием современного холодильника. Таким образом, люди в те времена, когда холодильная техника была не так развита, как в настоящий момент, научились использовать естественный холод для личных нужд, а

именно для продления срока хранения продуктов в теплый период года.

Климатические условия нашей страны позволяет проводить заготовку естественного холода льда и снега на значительно большей части территории. О чем свидетельствует работа В.А. Бобкова [1], в которой автор выделил тогда еще на территории СССР (рис.1), холодную зону с морозными зимами, эффективно обеспечивающими непосредственное естественное охлаждение, аккумуляцию холода в грунте и получение необходимых запасов естественного снега и льда.

Аккумулирование холода применяется в различных отраслях промышленности. Естественный лед и снег можно экономично использовать в молочной, пищевой и рыбной промышленности, с целью продления сроков хранения производимой продукции. Аккумулированный холод так же применим в системах кондиционирования воздуха.

Существует два основных способа заготовки естественного льда: заготовка льда из водоемов и послойное намораживание на специальных площадках.

Заготовка льда из водоемов производится способом выкалывания или вырезания боков из ледяного массива, образовавшегося в зимнее время на поверхности водоемов. При послойном намораживании лед на специальных площадках наращивается в ледяной массив (бунт).

Проводя анализ публикаций, автором были выявлены ряд интересных статей и изобретений, касающиеся темы аккумуляции естественного холода.

На территории СССР использовались холодильники и установки ледяного охлаждения в зависимости от конструкции и объема запаса льда. Одним из таких видов являлись ледяные хранилища. К ним относятся снежные и ледяные бунты (бурты), а также ледяные площадки.

При подготовке ледяного бунта использовался водоемный лед. Блоки льда укладываются

на подготовленную дренированную площадку в виде бунта, укрываемого теплоизоляцией (рис.2). Снег собирают в бунт с помощью бульдозера с последующей трамбовкой гусеницами, затем снежный бунт промораживается и покрывается слоем простейшей изоляции.

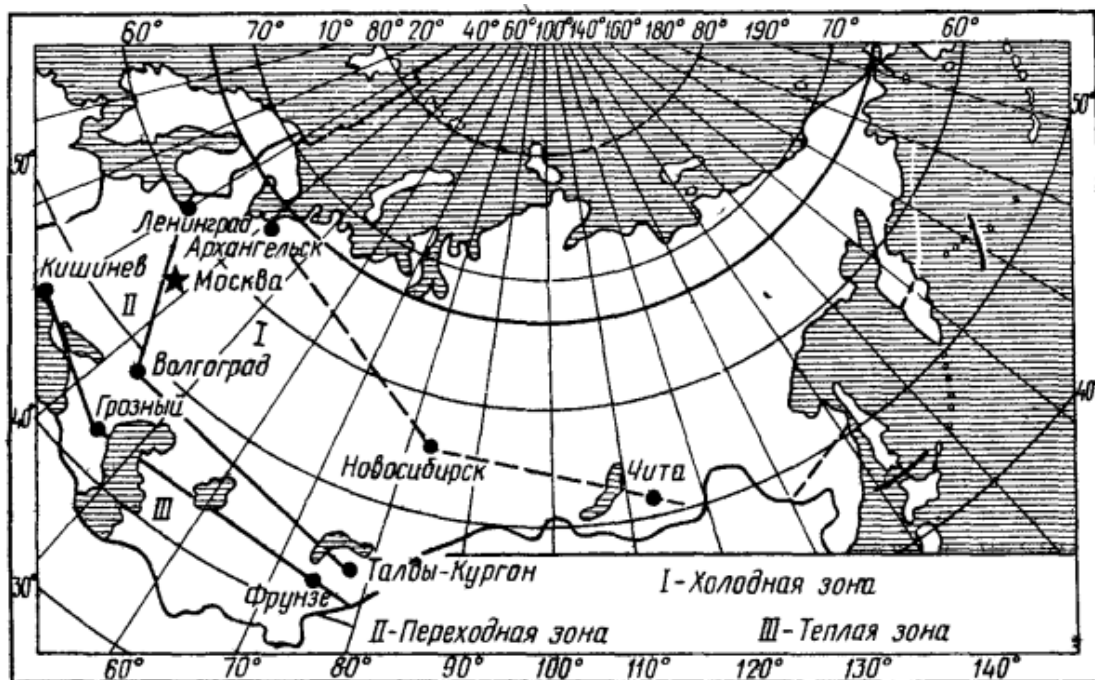


Рис. 1 Схематическая карта условий использования естественного холода в СССР

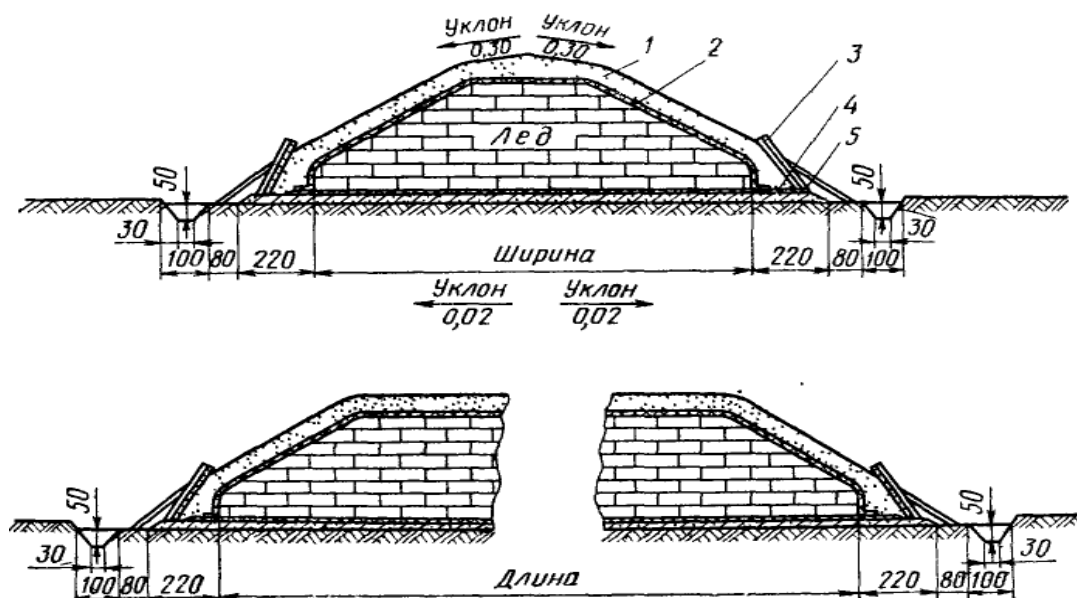


Рис. 2 Теплоизолированный бунт водоемного льда

Кроме заготовки льда и снега в бунты, используют льдобунт-холодогенератор (рис. 3), предназначенный для снабжения ледяной водой низовых молокоприемных пунктов. Льдобунт

намораживают зимой на специально подготовленной бетонной площадке с помощью брызгальных установок. Площадка оснащена систе-

мой трубопроводов, фильтром от древесных опилок и напрямком для воды.

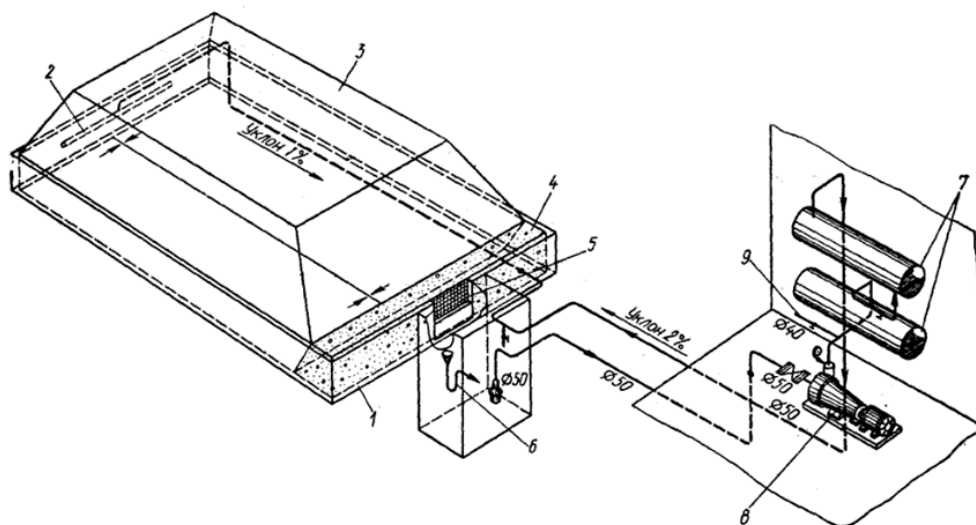


Рис. 3 Льдобунт-холодoгенератор

1 – древесные опилки; 2 – соломенные маты; 3 – подпорный щит;
4 – слой хвороста; 5 – шлак, гравий, песок

Подобные льдобунты-холодoгенераторы можно использовать для охлаждения сельскохозяйственной продукции и для кондиционирования воздуха.

Наибольшее распространение в России получила схема стаивания естественного льда (снега) по методу В.А. Бобкова (рис.4) [2]. При подготовке ледяного бунта использовался водо-

емный лед. Блоки льда укладываются на подготовленную дренажную площадку в виде бунта, укрываемого теплоизоляцией. Снег собирают в бунт с помощью бульдозера с последующей трамбовкой гусеницами, затем снежный бунт промораживается и покрывается слоем простейшей изоляции.

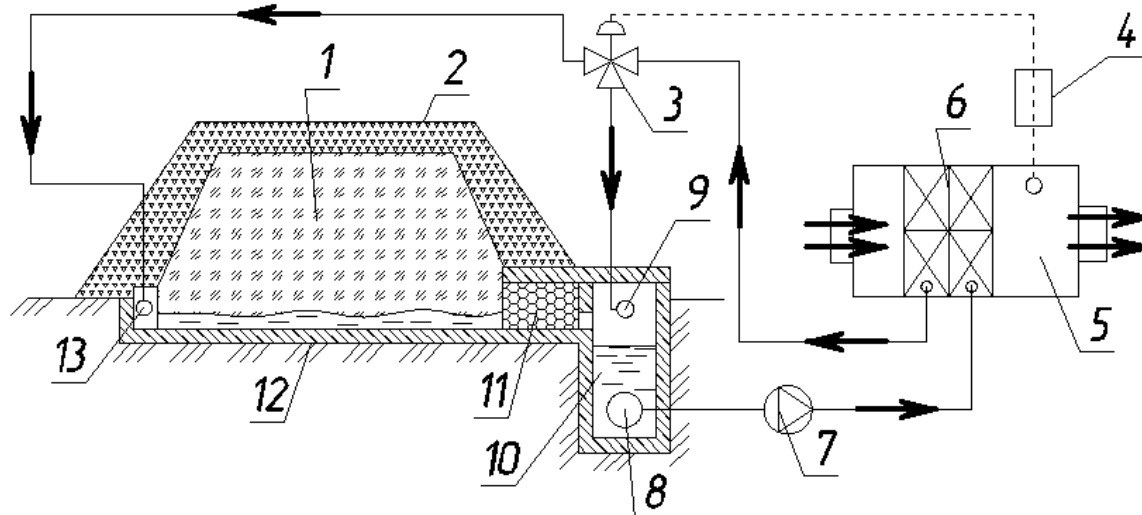


Рис. 4. Схема стаивания естественного льда в бунте по методу В.А. Бобкова

1 – лед; 2 – насыпная изоляция, 3 – трехходовой клапан, 4 – регулятор температуры,
5 – кондиционер, 6 – поверхностный воздухоохладитель, 7 – насос, 8 – фильтр,
9 – слив воды в канализацию, 10 – приямок для талой воды, 11 – гравийный фильтр,
12 – площадка, 13 – коллектор отепленной воды

На данный момент заготовка льда из водоемов мало распространена из-за ряда недостатков:

– трудоемкость при разработке ледяного массива водоема;

– транспортировка льда от места разработки к месту хранения;

– низкое качество льда из-за загрязненности водоемов.

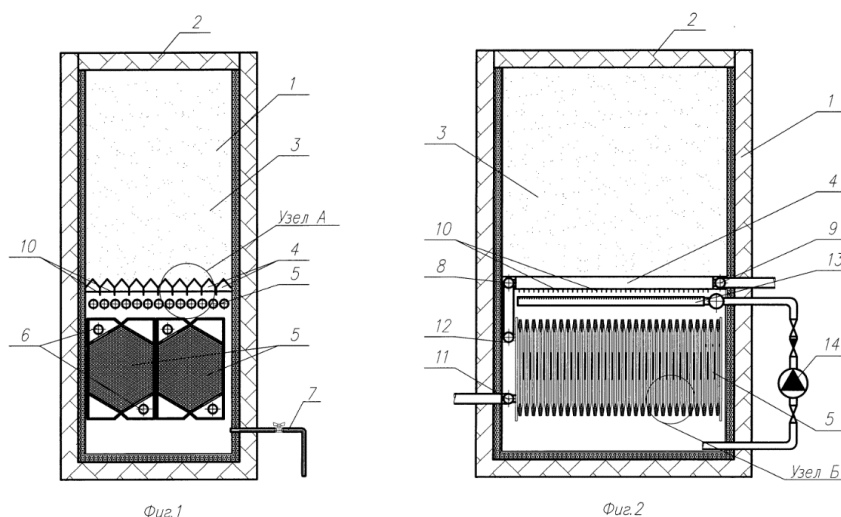


Рис. 5. Поперечный и продольный разрез «холододогенератора»

На рисунке 5 представлена полезная модель под названием «холододогенератор» [3]. Данное устройство работает следующим образом. Ледяной массив заготавливается в холододогенераторе путем постепенного наполнения его водой в течение зимнего периода года и хранится в нем до летнего периода. Данное устройство работает следующим образом. Ледяной массив заготавливается в холододогенераторе путем постепенного наполнения его водой в течение зимнего периода года и хранится в нем до летнего периода.

Отсек ледяного массива выполнен в виде усеченной четырехгранной пирамиды с углом стенок к вертикали $1-2^\circ$ градусов для предотвращения зависания его в процессе таяния. Полезная модель позволяет повысить холодопроизводительность СКВ за счет увеличения поверхности теплообмена. Ледяной массив заготавливается в холододогенераторе путем постепенного наполнения его пространства талой водой в течение зимнего периода года и сохраняется до летнего периода [3].

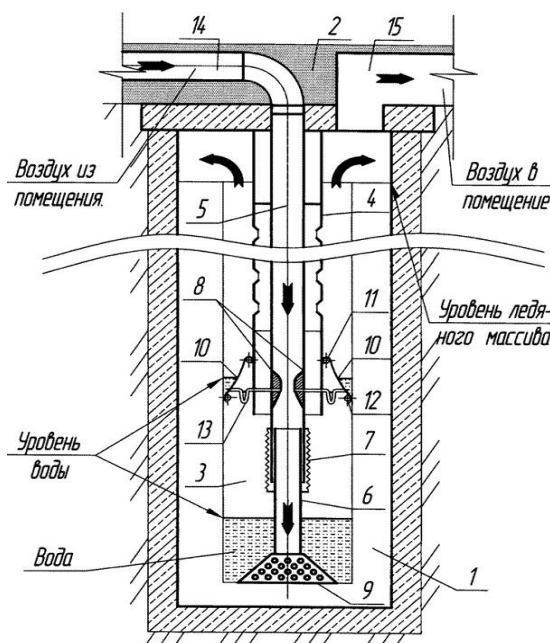


Рис. 6. Холодоисточник

На рисунке 6 изображен холодоисточник [5]. Данное устройство включает в себя камеру 1, выполненную в виде полости в грунте, предпочтительно в зоне его сезонного промерзания снабженную теплоизолирующим покрытием 2. В объеме льда камеры 1 выполнены скважины 3. В скважине 3 размещают теплообменный канал,

выполненный в виде трубчатого корпуса 4, в полости которого размещен воздухопровод 5. За счет работы вентилятора (на чертеже не показан) нагретый воздух из помещения поступает через воздухопровод 14 в воздухопровод 5 и проходит через центральную часть к вставке 8, при прохождении через вставку 8 воздух попадает в

диспергатор 9 и проходит через массу талой воды на дне скважины 3. При прохождении воздуха через талую воду обеспечивает работу первой ступени охлаждения. Работа второй ступени охлаждения не отличается от вышеописанной. Далее цикл работы холодоисточника повторяется.

Данное изобретение предназначено для охлаждения воздуха в системах кондиционирования и вентиляции воздуха.

Аккумуляция естественного холода нашла активное применение в Японии.

Так, в центральных и северных районах Японии выпавший снег убирается и отвозится на специальные площадки, где его используют для хранения сельскохозяйственной продукции в летний период, а также в системах кондиционирования и вентиляции воздуха [6].

Выводы:

В статье проведен анализ основных распространённых изобретений и технических установок по аккумулированию естественного холода льда и снега. Все эти устройства могут успешно использоваться не только в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, но и других областях промышленности.

Выявлен ряд существенных недостатков аккумуляторов холода:

- все типы данных устройства должны быть расположены непосредственно рядом с эксплуатируемым объектом;
- запасаемый снег или лед должен быть достаточно чистым, без механических примесей;
- отсутствие возможности расположения таких устройств в крупно населенных городах вследствие их массивности.

Применение холода естественного льда и снега до настоящего времени не получили широкого применения и поэтому, требуется более

глубокий анализ патентной и научно-технической литературы для того, чтобы правильно оценить перспективы применения новых аккумуляторов, а также определить наиболее целесообразное направление научно-исследовательских работ по их созданию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бобков В.А. Производство и применение льда. М.: Пищевая промышленность. 1977. 231 с.
2. Тарасова Е.В., Штым А.С. Схемы и конструкции аккумуляторов естественного холода в системах кондиционирования воздуха // Вестник инженерной школы Дальневосточного Федерального Университета. 2012. №4. С. 70–78.
3. Пат. 133265 Российская Федерация, МПК F25D 3/02. Холодогенератор / А.С. Штым, Г.А. Захаров, А.А. Когаль, С.А. Чечетко, К.В. Цыганкова; заявитель и патентообладатель ДВФУ. - № 2013130073/12, заявл. 01.07.2013, опубл. 10.10.2013 Бюл. № 28. 9 с.
4. Курылев Е.С., Герасимов Н.А. Холодильные установки. Л.: Изд. Машиностроение, 1980. 622 с.
5. Пат. 2428639 Российская Федерация. Холодоисточник / А.С. Штым, Ю.П. Яценко, Е.В. Тарасова, Е.А. Королева, А.С. Кузьменко, Н.С. Румянцев, И.А. Маркелова, К.В. Цыганкова; АНО ДВГТУ «Научно-технический и внедренческий центр «Модернизация котельной техники»». № 2010109952/21; заявл. 16.03.2010; опубл. 10.09.2011. Бюл. № 6. 1 с.
6. Тарасова Е.В. Системы кондиционирования воздуха с сезонными аккумуляторами естественного холода: дис... канд. техн. наук. Тюмень. 2013. 151 с.

Kashurkin A.Y.

ABOUT ADAPTABILITY OF NATURAL COLD FROM ICE AND SNOW IN VENTILATION AND AIR CONDITIONING SYSTEMS

Currently, the volume of world energy consumption is continuously increasing. In this connection, the general trend in the world community is aimed at the use of non-traditional energy sources and the development of energy-saving technologies, which leads to the saving of natural resources and the improvement of the ecological situation of our planet. Projects on the use of non-traditional energy sources are being implemented in various countries, such as: heat pumps, solar collectors, wind generators, etc. The introduction of energy-saving technologies to this type of equipment will significantly reduce energy consumption. Accumulation of natural cold of ice and snow is one of the renewable sources of energy, where the main source of cold is snow or ice, which in turn is an economically viable solution for reducing the energy consumption of climate systems.

Key words: cold accumulator, natural cold, ventilation, air conditioning, cold source

Кашуркин Алексей Юрьевич, аспирант, ассистент кафедры

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

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

E-mail: leontiii@mail.ru

Авдяков Д.В., канд. техн. наук, доц.
Курский государственный университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ ПРИ КОНТРОЛЕ ПАРАМЕТРОВ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ВТОРОЙ ФОРМЫ РАЗРУШЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

pgs@kursksu.ru

В статье предложена методика, основанная на методах механики разрушения, и представлены результаты экспериментальных исследований по контролю параметров трещиностойкости второй формы разрушения изделий и конструкций из клееной древесины.

Ключевые слова: контроль трещиностойкости, трещиностойкость, клееная древесина, трещина, механика разрушения.

Механика разрушения предназначена развивать методы прогноза разрушения тел с дефектами типа трещин. При расчете с позиций механики разрушения (МР) учитывается размер и форма трещины, геометрия тела, уровень нагружения, а также свойства материала, характеризующиеся силовыми (критический коэффициент интенсивности напряжений (КИН K_{IC})) и энергетическими (критическая интенсивность освобождения энергии (G_c)) характеристиками [1], [2], [3].

Критическую интенсивность освобождения энергии клееной древесины при нормальном отрыве предлагаем определять методом подат-

ливости на основании призматических образцов с двумя поперечными надрезами и кососимметричным нагружением. Подобного рода образцы были использованы в для цельной древесины в работе [4]. С целью апробации данной методики в лабораторных условиях провели испытания образцов такого типа размерами: $h=30$ мм, $L=2b=60$ мм, $c=L/15=4$ мм, толщиной $t=140$ мм и длиной задаваемой трещины $a=6, 7,5, 9, 10,5$ мм ($0,2h, 0,25h, 0,3h, 0,35h$) (рис.1). Образцы вырезались из клееных деревянных балок длиной 2800 мм сечением 170×140 мм (материал – сосна, клей ФР-12). Влажность образцов перед началом испытаний составила 9 %.

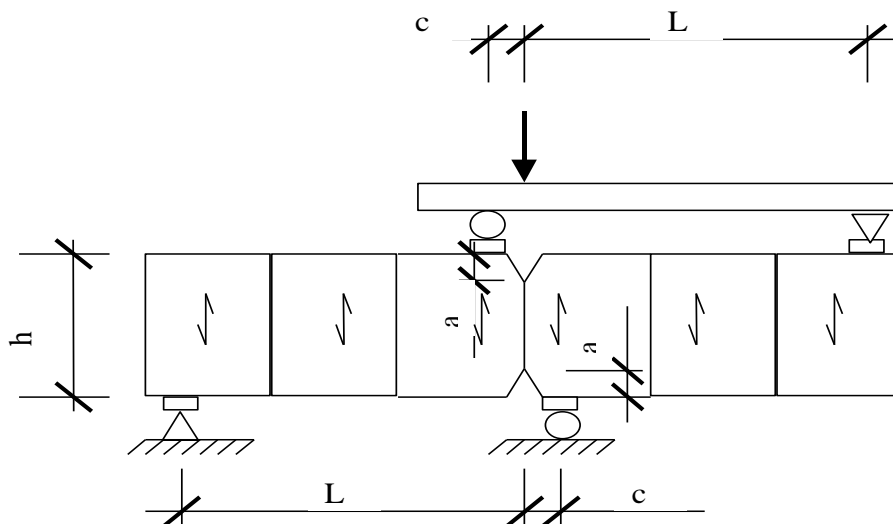


Рис. 1. Призматический образец с двумя поперечными надрезами для определения G_{IC} .

Начальную трещину инициировали ножовочным полотном толщиной 2 мм, не доводя до заданной длины на 1 мм, которые затем дорабатывали специально изготовленным ножовочным полотном, делающим пропилов по клееному шву толщиной не более 0,1 мм. Такое заострение моделировало натуральную форму вершины трещины и дало наибольшую концентрацию напряжений.

Во время испытаний образцы не теряли устойчивость и разрушались хрупко со слабой акустической эмиссией. Развитие трещины, начинающейся в клееном слое, в последующем переходило в массив древесины.

В результате испытаний были получены разрушающая нагрузка P_f и диаграмма «нагрузка-перемещение точки приложения силы». Далее G_{IC} вычисляли методом податливости. По

кривым диаграмм были определены экспериментальные значения податливостей C_{exp} . Для этого на базе прямолинейных участков восходящих ветвей указанных кривых были определены регрессионные прямые $y=bx$. По наклону прямых были вычислены величины податливостей C при каждой длине инициированной трещины ($C=1/b$). Далее построили зависимость между C и длиной трещины a ($C(a)=9,023 \cdot 10^{-5}$

$e^{0,0657a}$) и критическую энергию освобождения вычислили по формуле

$$G_{\text{ис}} = \frac{Q^2}{2t} \frac{dC}{da}, \quad (1)$$

где Q – экспериментальные значения поперечных сил в сечениях с надрезами.

Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты испытаний балочных образцов на трещиностойкость при сдвиге

Направление волокон склеиваемых частей	Марка образца	P_{fr} (Н)	$P_{fr \text{ срзнач}}$ (Н)	Q_{max} (Н)	σ_p	γ_p (%)	C (мм/Н) $\cdot 10^{-3}$	$C_{\text{срзнач}}$ (мм/Н) $\cdot 10^{-3}$	σ_c $\cdot 10^{-5}$	γ_c (%)	dC/da $\cdot 10^{-5}$	$G_{\text{ис}}$ (Н/м)
Смешанное	0,2b№1	5820	12746	11153	3754	29,4	0,178	0,139	1,97	14,2	0,879	3906
	0,2b№2	11690					0,139					
Тангенциальное	0,2b№1	10120					0,131					
	0,2b№2	14500					0,119					
	0,2b№3	19260					0,12					
Радиальное	0,2b№1	11070					0,164					
	0,2b№2	15180					0,128					
	0,2b№3	14330					0,133					
Смешанное	0,25b№1	7930	11004	9629	3188	28,9	0,184	0,148	1,96	13,3	0,97	3212
	0,25b№2	7650					0,155					
	0,25b№3	10680					0,161					
Тангенциальное	0,25b№1	12110					0,123					
	0,25b№2	10240					0,14					
	0,25b№3	11550					0,124					
Радиальное	0,25b№1	10500					0,154					
	0,25b№2	19090					0,126					
	0,25b№3	9290					0,162					
Смешанное	0,3b№1	7030	9906	8667	2088	21,0	0,168	0,165	2,18	13,2	1,071	2873
	0,3b№2	8190					0,188					
	0,3b№3	12200					0,153					
Тангенциальное	0,3b№1	10550					0,131					
	0,3b№2	13830					0,131					
	0,3b№3	10360					0,164					
Радиальное	0,3b№1	7850					0,176					
	0,3b№2	8500					0,186					
	0,3b№3	10640					0,192					
Смешанное	0,35b№1	11150	7111	6222	2206	31,0	0,148	0,185	3,16	17,1	1,182	1664
	0,35b№2	9320					0,154					
	0,35b№3	5470					0,214					
Тангенциальное	0,35b№1	7070					0,165					
	0,35b№2	4430					0,23					
	0,35b№3	8150					0,149					
Радиальное	0,35b№1	5880					0,189					
	0,35b№2	8350					0,187					
	0,35b№3	4180					0,23					

σ_p , σ_c – среднеквадратичное отклонение по разрушающей нагрузке и податливости соответственно

γ_p , γ_c – коэффициент вариации по разрушающей нагрузке и податливости соответственно

В результате (табл. 1) среднее значение критической интенсивности освобождения энер-

гии без учета направления волокон склеенных частей $G_{\text{ис}}=2906$ Н/м.

Рекомендуемая методика определения критической интенсивности освобождения энергии клееной древесины методом податливости на основании испытаний призматических образцов с двумя поперечными надрезами обеспечивает стабильность результатов, а также легко реализуема в лабораторных условиях, а следовательно может быть использована при контроле параметров трещиностойкости второй формы разрушения изделий и конструкций из клееной древесины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Найчук А.Я. Деревянные конструкции в спортивных зданиях и сооружениях Республики Беларусь. Збірник наукових праць Українського науково-дослідного та проектного інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського. Випуск 5. 2010 р.
2. Найчук А.Я., Захаркевич И.Ф. Некоторые вопросы нормирования вязкости разрушения древесины // БрГТУ. Строительство и архитектура. 2005. № 2(32). С. 57–59.
3. Найчук А.Я. Прочность элементов деревянных конструкций в условиях сложного неоднородного напряженного состояния // Автореф. дис. Докт. техн наук. М., 2006. 46 с.
4. Гаппоев М.М. Оценка несущей способности деревянных конструкций методами механики разрушения // Автореф. дис. Докт. техн наук. М., 1996. 34 с.

Avdyakov D.V.

APPLICATION OF METHODS OF FRACTURE MECHANICS IN THE CONTROL PARAMETERS OF FRACTURE TOUGHNESS OF THE SECOND FORM OF THE DESTRUCTION OF THE PRODUCTS AND STRUCTURES FROM GLUED WOOD

The paper proposes a methodology based on the methods of fracture mechanics, and presents the results of experimental studies on the controlling parameters of fracture toughness of the second form of the destruction of the products and structures from glued wood.

Key words: *control of fracture toughness, fracture toughness, laminated wood, fracture, fracture mechanics.*

Авдяков Дмитрий Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного и гражданского строительства
Курский государственный университет.
Адрес: 305000 Курск, ул. Радищева, 33.
E-mail: pgs@kursksu.ru

Ганджунцев М.И., канд. техн. наук, доц.
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
Кондратенко В.Е., канд. техн. наук, доц.
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

МЕТОДИКА ПОВЕРОЧНОГО РАСЧЕТА МОНОЛИТНЫХ БАЛОЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ МПА

oppmgsu2014@yandex.ru

Предложена методика расчета неразрезных пластин на упругоподатливых опорах, которая может быть использована для поверочных расчетов монолитных многопролетных перекрытий по балочным системам зданий. Решение задачи построено на приближенной замене разрешающих дифференциальных уравнений системой разностных уравнений метода последовательных аппроксимаций (МПА). В качестве иллюстрации методики рассмотрен расчет неразрезной двухпролетной пластины. Данная методика обладает быстрой сходимостью, простотой алгоритма, позволяет получать результаты, обладающие высокой точностью при небольшом числе разбиений. Она может быть рекомендована для использования в практике проектных организаций для выполнения расчетных обоснований, проверки результатов, полученных с использованием коммерческих расчетных комплексов.

Ключевые слова: неразрезные пластины, упругоподатливые опоры, разностные уравнения, поверочный расчет, метод последовательных аппроксимаций.

Распространенным типом перекрытий промышленных зданий является монолитное перекрытие с опиранием на систему балок. Ниже предложена приближенная методика определения напряженно-деформированного состояния таких систем. При моделировании совместной работы плиты перекрытия и поддерживающих её балок пренебрегаем силами трения между монолитной плитой и поддерживающими её балками [6]. Считаем, что балки являются упругоподатливыми опорами и воспринимают только вертикальную составляющую нагрузки [5].

Дифференциальное уравнение изогнутой поверхности плиты [1]:

$$\frac{\partial^4 W}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 W}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 W}{\partial y^4} = \frac{q}{D}, \quad (1)$$

где W – прогиб; q – распределенная нагрузка; D – цилиндрическая жесткость плиты постоянной толщины.

Представим (1) в виде системы двух дифференциальных уравнений записанных в безразмерном виде [2],[4],[7]:

$$\frac{\partial^2 m}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 m}{\partial \eta^2} = -p; \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & m_{i-1,j-1} + 4m_{i-1,j} + m_{i-1,j+1} + 4m_{i,j-1} - 20m_{i,j} + 4m_{i,j+1} + m_{i+1,j-1} + 4m_{i+1,j} + m_{i+1,j+1} - \\ & - \frac{h}{2} ({}^{I-III} \Delta m_{i,j-1}^\xi - 7{}^{I-II} \Delta m_{i,j}^\xi - 7{}^{III-IV} \Delta m_{i,j}^\xi + {}^{III-IV} \Delta m_{i,j+1}^\xi) - \frac{h}{2} ({}^{I-III} \Delta m_{i-1,j}^\eta - 7{}^{I-III} \Delta m_{i,j}^\eta - 7{}^{II-IV} \Delta m_{i,j}^\eta + {}^{II-IV} \Delta m_{i+1,j}^\eta) = \\ & = -\frac{3}{2} h^2 ({}^I p_{i,j} + {}^{III} p_{i,j} + {}^{II} p_{i,j} + {}^{IV} p_{i,j}) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial \eta^2} = -m, \quad (3)$$

где

$$\xi = \frac{x}{a}; \eta = \frac{y}{a}; m = \frac{M}{q_0 a^2}; w = \frac{WD}{q_0 a^4}; p = \frac{q}{q_0}; \left\{ \right.$$

$M = \frac{M_x + M_y}{1 + \mu}$; где a – длина стороны плиты;

q_0 – интенсивность нагрузки в какой-либо точке; μ – коэффициент Пуассона; M_x и M_y – значения изгибающих моментов вдоль осей x и y , соответственно.

Разностное уравнение, аппроксимирующее (2) по МПА [2], [3], запишем здесь на квадратной сетке (рис.1) при непрерывных m , полагая, что нагрузка p в пределах каждого элемента постоянна, но меняется скачкообразно при переходе от одного элемента к другому. При этом будем учитывать конечные разрывы m^ξ, m^η .

Получим:

где ${}^{I-II}\Delta m_{i,j}^{\xi} = {}^I m_{i,j}^{\xi} - {}^{II} m_{i,j}^{\xi}$; ${}^{I-III}\Delta m_{i,j}^{\eta} = {}^I m_{i,j}^{\eta} - {}^{III} m_{i,j}^{\eta}$; остальные члены с Δ имеют аналогичный смысл; верхние левые индексы при p означают номер элемента, которому принадлежит нагрузка p (рис.1),

$$m^{\xi} = \frac{\partial m}{\partial \xi}; m^{\eta} = \frac{\partial m}{\partial \eta}.$$

$$\begin{aligned} & w_{i-1,j-1} + 4w_{i-1,j} + w_{i-1,j+1} + 4w_{i,j-1} - 20w_{i,j} + 4w_{i,j+1} + w_{i+1,j-1} + 4w_{i+1,j} + w_{i+1,j+1} - \\ & - \frac{h^3}{24} (\Delta^{I-II} m_{i,j-1}^{\xi} + 5\Delta^{I-II} m_{i,j}^{\xi} + 5\Delta^{III-IV} m_{i,j}^{\xi} + \Delta^{III-IV} m_{i,j+1}^{\xi} + \Delta^{I-III} m_{i-1,j}^{\eta} + 5\Delta^{I-III} m_{i,j}^{\eta} + 5\Delta^{II-IV} m_{i,j}^{\eta} + \Delta^{II-IV} m_{i+1,j}^{\eta}) + \\ & + \frac{h^2}{12} (m_{i-1,j-1} + 4m_{i-1,j} + m_{i-1,j+1} + 4m_{i,j-1} + 52m_{i,j} + 4m_{i,j+1} + m_{i+1,j-1} + 4m_{i+1,j} + m_{i+1,j+1}) = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

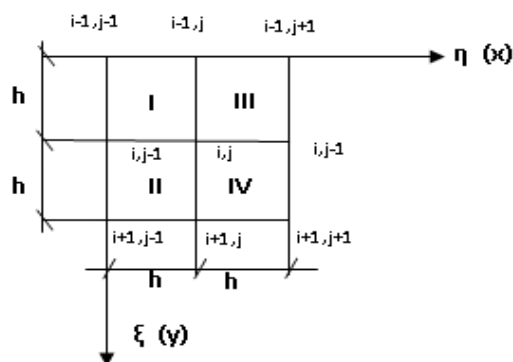


Рис. 1. Аппроксимация на квадратной сетке

Уравнения (4) и (5) записываются для всех регулярных точек сетки с учетом краевых условий и решаются совместно.

$$w_{i,j}^{\xi\xi} = \frac{1}{2h^2} w_{i-1,j} - \frac{1}{2h^2} w_{i,j-1} - \frac{1}{2h^2} w_{i,j+1} + \frac{1}{2h^2} w_{i+1,j} + \frac{1}{20} m_{i-1,j} - \frac{1}{20} m_{i,j-1} - \frac{1}{2} m_{i,j} - \frac{1}{20} m_{i,j+1} + \frac{1}{20} m_{i+1,j}. \quad (6)$$

При найденных по (6) значениях $w^{\xi\xi}$ и уже известных из решения задачи m величины $w^{\eta\eta}$ можно определить из (3). После определения $w^{\xi\xi}$, $w^{\eta\eta}$ величины безразмерных изгибающих моментов в направлении осей ξ и η вычисляются по формулам:

$$m^{(\xi)} = -(w^{\xi\xi} + \nu \cdot w^{\eta\eta}); m^{(\eta)} = -(w^{\eta\eta} + \nu \cdot w^{\xi\xi}) \quad (7)$$

В уравнениях, приведенных выше, $w^{\xi\xi} = \frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2}$; $w^{\eta\eta} = \frac{\partial^2 w}{\partial \eta^2}$; верхний правый индекс в скобках означает направление, например, $m^{(\eta)}$ – внутренний безразмерный изгибающий момент в направлении оси η .

Из сопоставления дифференциальных уравнений (2) и (3) следует, что для аппроксимации последнего по МПА можно в левой части (4) m и p заменить соответственно на w и t в выражениях для прогибов. Для случая непрерывных w , w^{ξ} , w^{η} и t получим

Для расчета шарнирно (свободно) опертых плит достаточно уравнений (4), (5), поскольку в краевых точках сетки $m = w = 0$ [2].

После определения m и w переходим к вычислению внутренних усилий. Для этого предварительно следует вычислить $w^{\xi\xi}$ в тех расчетных точках сетки, которые представляют интерес для расчетчика. Записывая формулу на квадратной сетке для случаев непрерывных m , w , $w^{\xi\xi}$, получим:

В качестве примера рассмотрим расчет двухпролетной неразрезной пластины, опертой по контуру шарнирно, с центрально расположенной промежуточной упруго-податливой диафрагмой. Пластина загружена равномерно-распределенной нагрузкой $p=1$ на участке 01–41 и 03–43. Схема пластины с нанесенной расчетной сеткой и номерами узлов приведена на рис. 2 (при $h=1/4$).

Продемонстрируем составление разностных уравнений для точки 22. В данной точке неизвестными являются значения трех величин: изгибающего момента m_{22} , прогиба плиты w_{22} и Δm_{22}^{η} . – скачка в функции поперечной силы в направлении η , обусловленного реакцией со стороны балки. С учетом симметрии задачи уравнение (4) примет следующий вид:

$$4m_{11} + 8m_{12} + 4m_{21} - 20m_{22} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} (2\Delta m_{12}^{\eta} - 14\Delta m_{22}^{\eta}) = -\frac{3}{2} \cdot \frac{1}{16} \cdot 2 \quad (8)$$

Уравнение (5) для той же точки примет такой вид:

$$2w_{11} + 8w_{12} + 2w_{13} + 4w_{21} - 20w_{22} + 4w_{23} - \frac{1}{24} \cdot \frac{1}{64} (2\Delta m_{12}^{\eta} + 10\Delta m_{22}^{\eta}) + \frac{1}{12} \cdot \frac{1}{16} (2m_{11} + 8m_{12} + 2m_{13} + 4m_{21} + 52m_{22} + 4m_{23}) = 0 \quad (9)$$

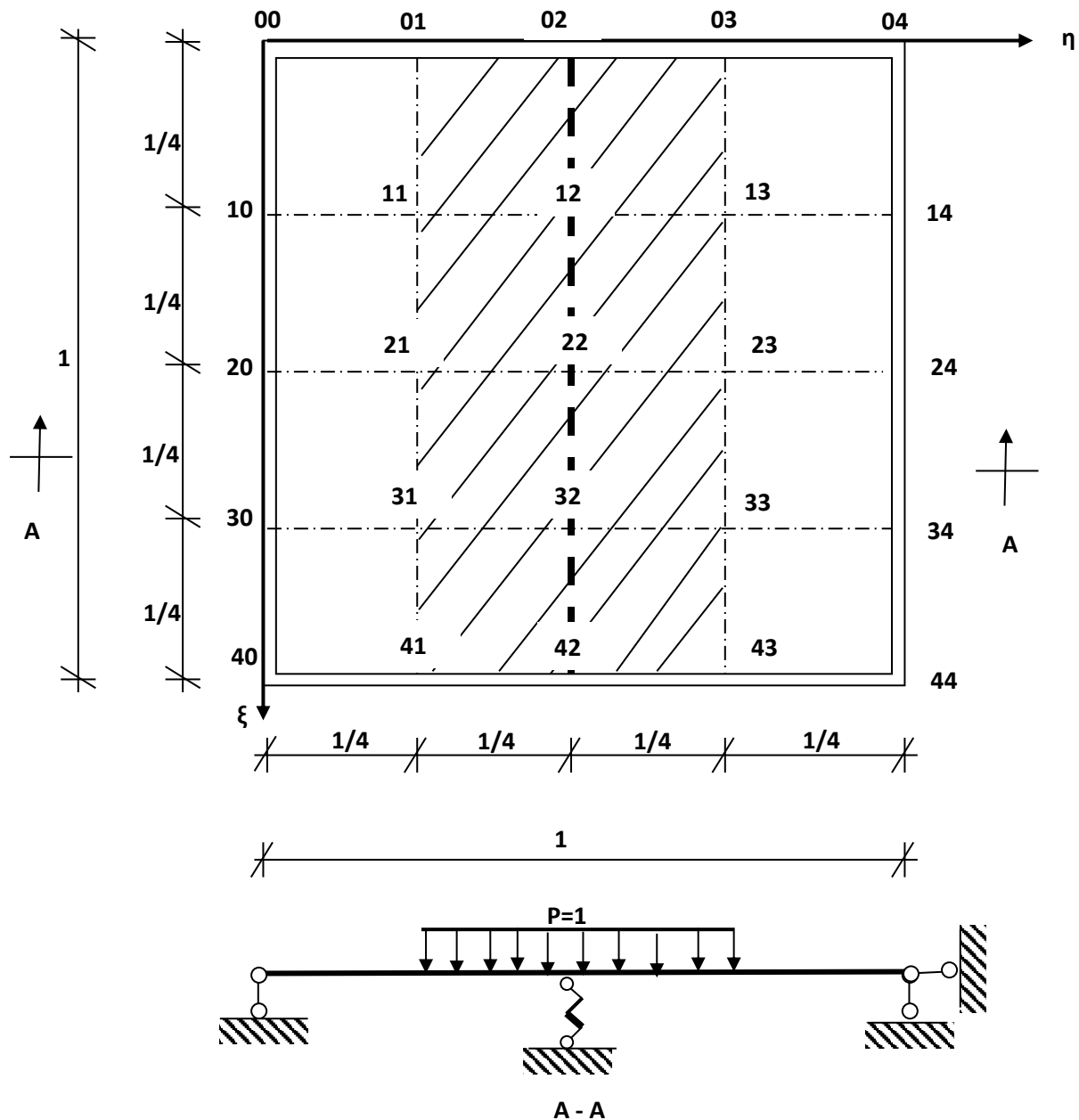


Рис.2 Расчетная схема задачи и нумерация узлов

Полученные два уравнения необходимо дополнить выражением для вертикальной реакции, подчиняющейся гипотезе Винклера и действующей на плиту со стороны балки, пропорциональной жесткости опоры

$$\Delta m_{ij}^{\eta} = -r_{ij}w_{ij} \quad (10)$$

В реальных расчетах жесткость должна быть определена для каждой расчетной точки.

Зададимся безразмерным значением жесткости $r_{12} = 15,806$ и $r_{22} = 8,88$. Тогда, учиты-

вая (10), $\Delta m_{12}^{\eta} = -15,806 w_{12}$ и $\Delta m_{22}^{\eta} = -8,88 w_{22}$. Знак минус указывает на то, что реакция направлена снизу вверх. Следует иметь в виду, что для точки 12, как и для всех точек контакта плиты с упругой опорой, необходимо систему уравнений (4) и (5) дополнить выражением (10).

В таблице 1 приведены значения прогиба для двух случаев:

1 – плиты с промежуточной упругоподатливой опорой на сетке $h = 1/4$;

2 – с абсолютно жесткой опорой.

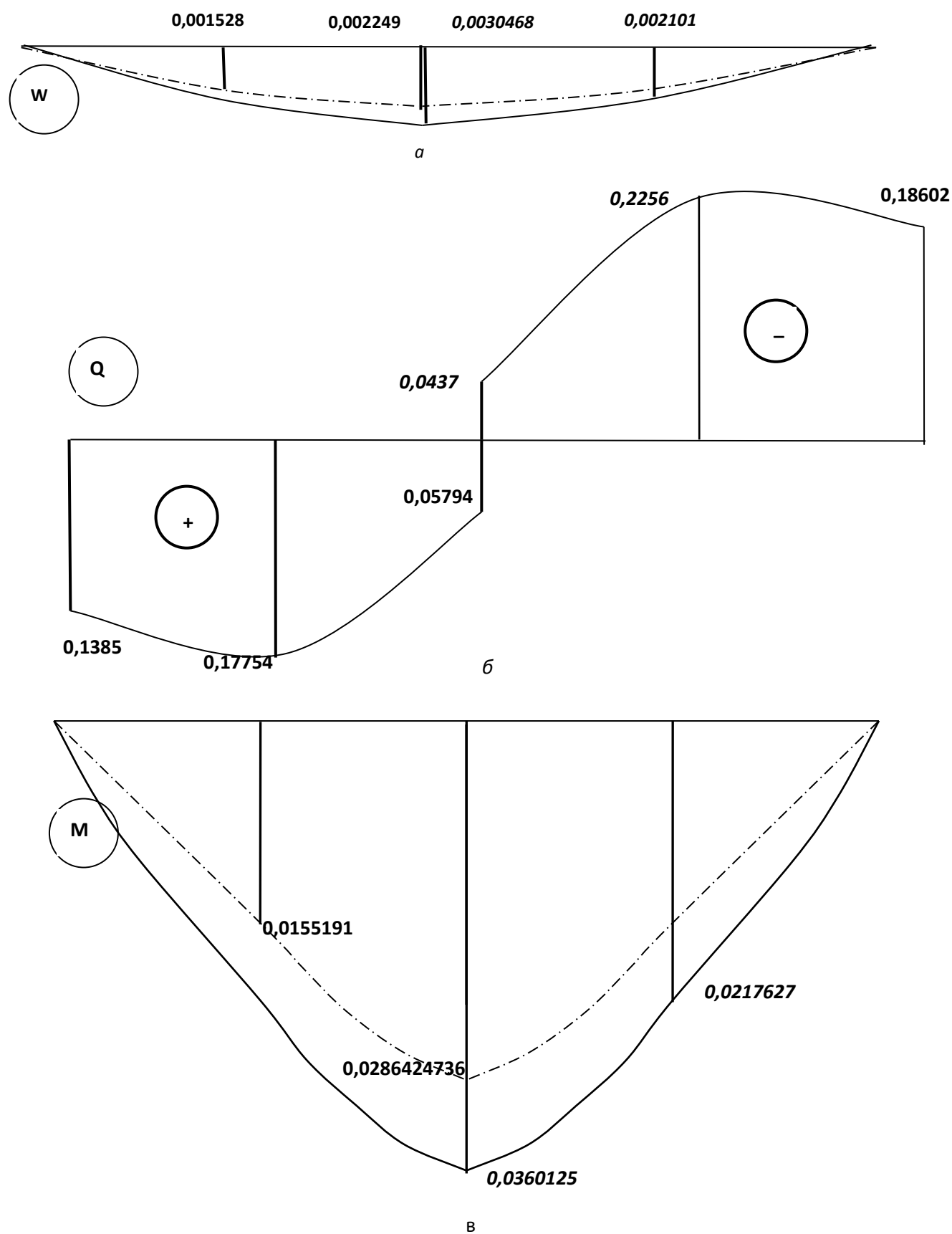


Рис. 3. Эпюры безразмерных прогибов (а) и моментов (в) по линиям 10–14(пунктиром) и 20–24(сплошной линией), безразмерных поперечных сил (б) по линии 10–14 (слева) и 20–24 (справа)

Таблица 1
Безразмерные прогибы плиты
(увеличенные в 1000 раз)

Варианты	Величина Шаг	w_{21}	w_{22}
1	1/4	2,101	3,046
2	1/4	0,14	0

На рис. 3 приведены эпюры безразмерных прогибов, моментов и поперечных сил в направлении η для рассмотренного примера.

Заключение. Предложенная методика обладает быстрой сходимостью, простотой алгоритма, позволяет получать результаты, обладающие высокой точностью при небольшом числе разбиений. Она может быть рекомендована для использования в практике проектных организаций для: выполнения расчетных обоснований, проверки результатов, полученных с использованием коммерческих расчетных комплексов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С.. Пластины и оболочки. М.: Издательство «Наука», 1966. 636 с.

2. Габбасов Р.Ф., Габбасов А.Р., Филатов В.В. Численное построение разрывных решений задач строительной механики. М.: Изд-во АСВ, 2008. 280 с.

3. Габбасов Р.Ф., Филатов В.В. Численный метод расчета составных стержней и пластин с абсолютно жесткими поперечными связями. М.: Изд-во АСВ, 2014. 200 с.

4. Габбасов Р.Ф. Расчет плит с использованием разностных уравнений метода последовательных аппроксимаций // Строительная механика и расчет сооружений. 1980. №3. С. 27–30.

5. Филатов В.В. О расчете неразрезных составных балок // Промышленное и гражданское строительство. 2009. №8. С. 59–60.

6. Ганджунцев М.И., Кондратенко В.Е. Методика и некоторые результаты расчета лесов опалубки монолитного перекрытия // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. №2. С. 33–36.

7. Gabbasov R.F., Koppler H. Vergleich der Lösung genäherter Differentialgleichungen für Schalen in elastischer Umgebung mit anderen Berechnungsmethoden // Wiss.Zeitsch.der Hochsch. für Arch. und Bauw. Weimar, 1974, Heft ¾, Pp.321–325.

Gandzountsev M.I., Kondratenko V.E.

THE APPLICATION OF CONSEQUENT APPROXIMATION METHOD TO THE PROBLEM OF RC SLAB DESIGN ESTIMATION

The article proposes a method of continuous plates design supported by flexible bearings, that can be applied for design of reinforced concrete (RC) multispans slabs resting on beams inside weaving factories buildings. The solution of the problem utilizes on approximate substitution of resolving system of differential equations with the finite-difference equations of consequent approximation method. In order to illustrate the proposed method, an example of design calculation procedure for continuous two-span slab is solved. Proposed method is defined by fast convergence, algorithm simplicity which results in less grid amount needed for accurate results. This application of this method is advisable in design practice for justifying calculations, follow-up of calculations made by commercial finite-element software.

Key words: continuous plate, flexible bearings, finite-difference, justifying calculations, consequent approximations method.

Ганджунцев Михаил Иоакимович, кандидат технических наук, доцент, кафедра строительной и теоретической механики.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

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

Email: oppmgsu2014@yandex.ru

Кондратенко Валерий Ерофеевич, кандидат технических наук, кафедра инжиниринга технологического оборудования.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

Адрес: Россия, г. Москва, Ленинский пр-т, д.6

Никулин А.И., канд. техн. наук, доц.,
Аль-Хаваф А.Ф.К., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

О ПОСТРОЕНИИ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫХ С МАЛЫМИ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТАМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

nikulin137@yandex.ru

Для построения методики расчета прочности внецентренно сжатых железобетонных элементов, не имеющих растянутой зоны бетона, используется модифицированный вариант деформационной модели силового сопротивления железобетона. Основу этой модели составляет энергетический подход к трансформированию эталонной диаграммы сжатия бетона в диаграмму неоднородного деформирования, соответствующую напряженно-деформированному состоянию (НДС) внецентренно сжатых конструкций. Представлены основные гипотезы и разрешающие уравнения, позволяющие найти искомые параметры применительно к рассматриваемой задаче. Приведены некоторые результаты численных исследований, выполненных с использованием разработанной авторами программы расчета для персонального компьютера.

Ключевые слова: внецентренное сжатие, железобетонная колонна, малый эксцентриситет, энергетический критерий разрушения бетона, диаграмма неоднородного сжатия бетона, несущая способность колонны, численный эксперимент.

В составе многих зданий и сооружений имеются железобетонные конструкции (колонны, элементы рамных систем), работающие в условиях внецентренного сжатия. Исследованию напряженно-деформированного состояния (НДС) таких конструкций посвящены многочисленные работы отечественных ученых [1, 3, 7, 16, 17]. Но подавляющее большинство из них изучает особенности деформирования внецентренно сжатых железобетонных элементов только при больших эксцентриситетах. Гораздо менее исследованным остается случай приложения к сжатому элементу продольной силы с малым эксцентриситетом [2, 5, 15].

При этом под внецентренным сжатием с малым эксцентриситетом будем подразумевать такое НДС в сечении железобетонного элемента, при котором в бетоне и арматуре не возникает растягивающих напряжений на всех этапах нагружения этого элемента вплоть до его разрушения. Центральное сжатие рассматривается как частный случай малых эксцентриситетов. При перемещении действующей силы от центра тяжести поперечного сечения элемента на небольшое расстояние e_0 его напряженное состояние существенно изменяется. В частности, эпюра сжимающих напряжений переходит из прямоугольной (в случае центрального сжатия) в трапециевидную при неодинаковых по величине краевых напряжениях [15] (рис. 1, а), затем в криволинейную с нулевым значением на противоположной грани элемента [11] (рис. 1, б).

Для определения прочности коротких внецентренно сжатых железобетонных элементов

принят вариант деформационной расчетной модели, предложенной в работе [13]. В основу этой модели положен энергетический подход к трансформированию эталонной диаграммы кратковременного сжатия бетона в диаграмму его деформирования при неоднородном (внецентренном) сжатии (рис. 2).

В качестве эталонной диаграммы бетона при центральном сжатии принимаем нелинейную зависимость с начальным модулем упругости E_{b1} , проходящую через предельную точку с координатами R_b и ε_{bR} (см. рис. 2, кривая 1). Для аналитического описания такой диаграммы используем дробно-рациональную функцию вида:

$$\sigma_b = \frac{E_{b1}\varepsilon_b(1 + D_{b1}\varepsilon_b)}{1 + C_{b1}\varepsilon_b}, \quad (1)$$

где E_{b1} – начальный модуль упругости бетона при центральном сжатии; D_{b1} , C_{b1} – параметры нелинейности деформирования центрально сжатого бетона; σ_b , ε_b – текущие значения напряжений и деформаций бетона при сжатии.

Для нахождения указанных параметров диаграмм центрального сжатия бетона (E_{b1} , D_{b1} , C_{b1}) используются как экспериментальные данные, так и общепринятые теоретические предположки, подробно представленные в работе [13].

Диаграмму деформирования бетона при внецентренном сжатии с малым эксцентриситетом (см. рис. 2, кривая 2) получим путем трансформирования исходной (эталонной) диаграммы на основе использования энергетического критерия [15]. Для аналитического описания иско-

мой диаграммы принимается функция, аналогичная (1) с учетом замены индексов принадлежности (вместо $b1$ подставляем $b2$):

$$\sigma_b = \frac{E_{b2}\varepsilon_b(1 + D_{b2}\varepsilon_b)}{1 + C_{b2}\varepsilon_b}. \quad (2)$$

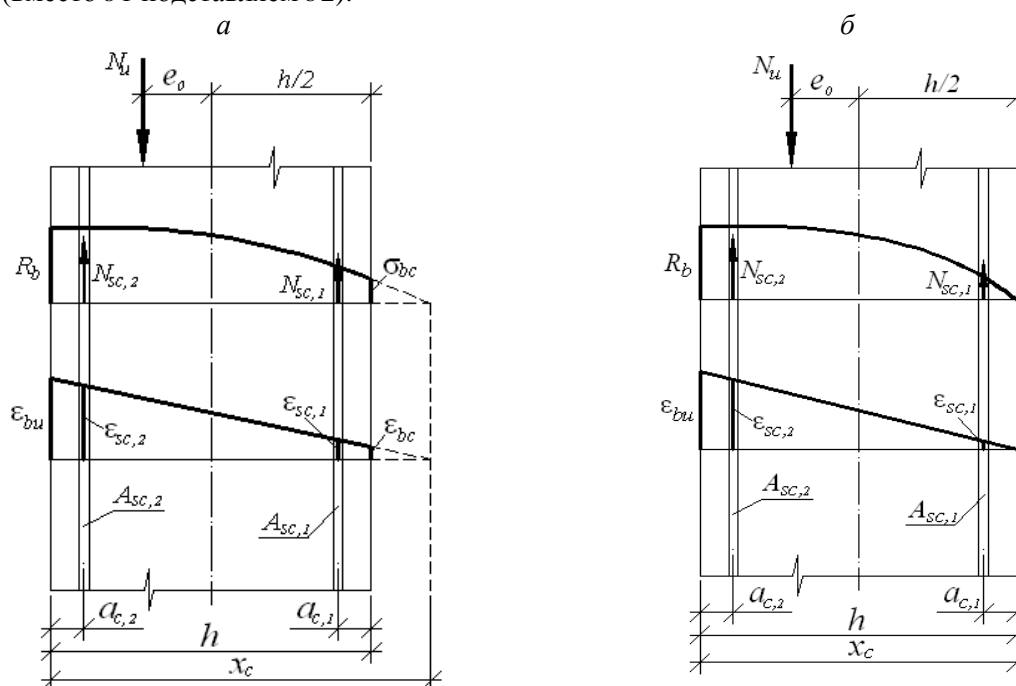


Рис. 1. Схема распределения деформаций, напряжений и усилий в сечении прямоугольного внецентренно сжатого железобетонного элемента на стадии истощения его прочности: *а* – в случае малых эксцентриситетов приложения продольной силы; *б* – в случае граничного эксцентриситета

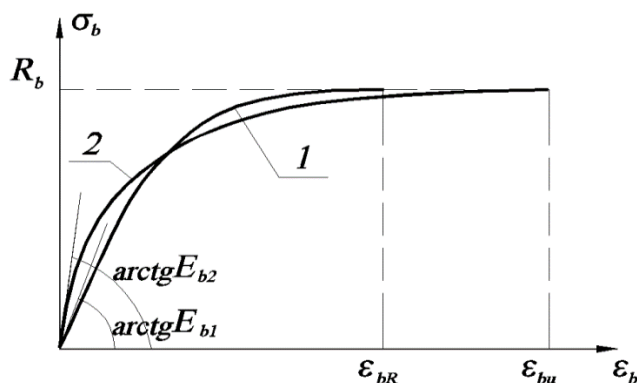


Рис. 2. Диаграммы деформирования бетона при центральном (кривая 1) и неоднородном сжатии (кривая 2)

Для определения неизвестных параметров диаграммы деформирования бетона при внецентренном сжатии (E_{b2} , D_{b2} , C_{b2}) и соответствующей величины предельной относительной деформации (ε_{bu}) приняты следующие гипотезы и допущения:

- для предельной стадии деформирования бетона при внецентренном сжатии с малым эксцентриситетом деформация волокна, проходящего через центр тяжести эпюры сжимающих напряжений, равна предельной деформации бетона при центральном сжатии ε_{bR} ;

- истощение прочности внецентренно сжатого железобетонного элемента происходит при достижении наиболее напряженным фибровым волокном в сечении этого элемента пре-

дельной величины относительной деформации ε_{bu} с одновременным истощением сопротивления бетона сжатию R_b ;

- для внецентренно сжатого с малым эксцентриситетом железобетонного элемента предельная деформативность бетона ε_{bu} не является константой и в основном [3, 8, 15, 17] зависит от параметров армирования сечения и относительного эксцентриситета приложения продольной силы e_0/h ;

- предельное значение удельной энергии деформирования бетона при неоднородном сжатии равно удельной энергии, накапливаемой в сечении центрально сжатого бетонного образца непосредственно перед его разрушением;

– зависимость, описывающая диаграмму неоднородного сжатия бетона, имеет экстремум в точке с координатами $\sigma_b = R_b$ и $\varepsilon_b = \varepsilon_{bu}$.

Принятые гипотезы позволяют перейти к построению расчетной модели для определения прочности короткого внецентренно сжатого с малым эксцентриситетом железобетонного элемента прямоугольного сечения (см. рис. 1, а).

$$N_u e_0 = R_b b h \omega_c (0,5h - \gamma_c h) + N_{sc,2} (0,5h - a_{c,2}) + N_{sc,1} (0,5h - a_{c,1}), \quad (4)$$

где N_u – искомое продольное усилие, соответствующее исчерпанию прочности внецентренно сжатого железобетонного элемента; e_0 – эксцентриситет продольного усилия относительно оси симметрии прямоугольного сечения; b, h – размеры поперечного сечения элемента; $N_{sc,2}, N_{sc,1}$ – величины усилий, соответственно, в наиболее сжатой и менее сжатой арматуре, для определения которых используются зависимости (5) и (6); ω_c, γ_c – интегральные геометрические характеристики эпюры напряжений в сжатой зоне бетона.

Зависимости для определения усилий в арматуре находятся по следующим формулам:

$$N_{sc,1} = \sigma_{sc,1} A_{sc,1}, \quad (5)$$

$$N_{sc,2} = \sigma_{sc,2} A_{sc,2}, \quad (6)$$

где $\sigma_{sc,2}, \sigma_{sc,1}$ – величины напряжений, соответственно, в наиболее сжатой и менее сжатой арматуре; $A_{sc,2}, A_{sc,1}$ – площади, соответственно, более сжатой и менее сжатой арматуры.

Коэффициент полноты эпюры напряжений в бетоне (ω_c) и относительное расстояние от центра тяжести этой же эпюры до наиболее напряженного волокна (γ_c) находятся с использованием интегральных зависимостей [15]:

$$\omega_c = \frac{1}{h R_b} \int_0^h \sigma_{bz} dz, \quad (7)$$

$$\gamma_c = \frac{\int_0^h \sigma_{bz} z dz}{h \int_0^h \sigma_{bz} dz}. \quad (8)$$

С учетом гипотезы плоских сечений для рассматриваемого железобетонного элемента записываются следующие условия совместности деформаций:

$$\frac{\varepsilon_{bu}}{x_c} = \frac{\varepsilon_{sc,2}}{x_c - a_{c,2}}, \quad (9)$$

$$\frac{\varepsilon_{bu}}{x_c} = \frac{\varepsilon_{sc,1}}{x_c - h + a_{c,1}}, \quad (10)$$

Для её аналитического отображения наряду с выше перечисленными принимаем гипотезы и допущения, которые являются традиционными для деформационной расчетной модели [4, 6, 9, 10, 14].

Уравнения равновесия имеют вид:

$$N_u = R_b b h \omega_c + N_{sc,2} + N_{sc,1}, \quad (3)$$

где x_c – условная высота сжатой зоны бетона (см. рис. 1, а); остальные обозначения представлены на рис. 1, а.

Физические уравнения для бетона включают зависимости, полученные из условий прохождения диаграммы неоднородного деформирования бетона, соответственно, через нулевую точку с начальным модулем упругости E_{b2} и через экстремальную точку с координатами R_b, ε_{bu} :

$$D_{b2} = -\frac{R_b}{E_{b2} \varepsilon_{bu}^2}, \quad (11)$$

$$C_{b2} = \frac{E_{b2}}{R_b} - \frac{2}{\varepsilon_{bu}}. \quad (12)$$

Соотношение, полученное на основе гипотезы о деформации "среднего" волокна эпюры напряжений бетона, имеет следующий вид:

$$\frac{\varepsilon_{bR}}{\varepsilon_{bu}} = 1 - \gamma_c \frac{h}{x_c}, \quad (13)$$

Из гипотезы о равенстве удельных энергий деформирования бетона при центральном и внецентренном сжатии получаем уравнение:

$$\int_0^{\varepsilon_{bR}} \sigma_b d\varepsilon = \frac{1}{h} \int_0^h \int_0^{\varepsilon_{bz}} \sigma_b d\varepsilon dz. \quad (14)$$

Напряжения в арматуре $\sigma_{sc,2}, \sigma_{sc,1}$ находятся с помощью кусочной функции, рекомендуемой в работе [12].

В результате решения полученной системы уравнений определяются искомые характеристики диаграммы неоднородного сжатия бетона ($E_{b2}, C_{b2}, D_{b2}, \varepsilon_{bu}$) и параметры НДС внецентренно сжатого железобетонного элемента, в том числе продольное усилие N_u , соответствующее исчерпанию прочности этого элемента.

Для проведения качественной и количественной оценки результатов, получаемых в рамках предлагаемого варианта деформационной расчетной модели, были разработаны общий алгоритм и программа расчета "Column_1" для персонального компьютера.

В качестве исследуемого образца был принят короткий ($l = 1200$ мм) шарнирно закрепленный железобетонный элемент с размерами

поперечного сечения $b \times h = 300 \times 300$ мм. В ходе численного эксперимента варьировали следующими исходными данными: классом бетона (В15; В30; В60), относительным эксцентриситетом приложения продольной силы, процентным содержанием (0 %; 0,35 %; 1,40 %; 2,74 %) сжатой симметрично расположенной в поперечном сечении элемента арматуры класса А400. В итоге общий объем рассчитываемых элементов составил 48.

Выполненные расчеты позволили выявить влияние различных факторов на НДС внецентренно сжатых с малыми эксцентриситетами железобетонных элементов для стадии истощения прочности и установить при этом следующие закономерности:

- граничные значения эксцентриситетов приложения продольной силы $e_0 = e_{гр.}$ для неармированных элементов составили для варьируемых классов бетона, соответственно, 13,8 мм, 15,5 мм и 18,2 мм, что значительно меньше величины ядрового расстояния, рассчитываемого по теории сопротивления материалов, $e_{гр.} = h/6 = 50$ мм. При этом с ростом прочности бетона граничный эксцентриситет увеличивается, что объясняется более слабым проявлением пластических свойств у высокопрочных бетонов по сравнению с низкопрочными. Аналогичные данные были получены Э.П. Брыжатым [2] при проведении экспериментов на бетонных призмах средней прочности и Б.А. Лукьяненьковым [7], обобщившим результаты собственных и чужих исследований по внецентренному сжатию применительно к элементам из высокопрочных бетонов;

- использование симметричного армирования сечения сжатого элемента позволяет увеличить граничные эксцентриситеты. Наибольший рост их значений наблюдается у железобетонных элементов из бетона класса В15. Для варьируемых процентов армирования сечения (0 %; 0,35 %; 1,40 %; 2,74 %) получены следующие граничные эксцентриситеты: 13,8 мм, 20,6 мм, 36,3 мм, 39,2 мм. Влияние армирования на величину граничного эксцентриситета было экспериментально выявлено в работе Д.Р. Маиляна [8];

- с увеличением эксцентриситета приложения продольной силы e_0 от 0 (центральное сжатие) до значения граничного эксцентриситета предельные относительные деформации бетона при неоднородном сжатии (ϵ_{bu}) увеличиваются от значения ϵ_{bR} , полученного при центральном сжатии, до максимального значения, соответствующего предельной величине сжимаемости бетона при изгибе. Так для неармированного элемента из бетона класса В30 при дей-

ствии продольной силы с эксцентриситетами 0 мм, 3 мм, 10 мм и 15,5 мм получены следующие значения предельных относительных деформаций бетона: $1,535 \cdot 10^{-3}$; $2,073 \cdot 10^{-3}$; $2,646 \cdot 10^{-3}$; $2,782 \cdot 10^{-3}$. Аналогичные результаты представлены в работах В.В. Дегтерёва, Ю.А. Гагарина [3], Д.Р. Маиляна [8] и А.Б. Пирадова, В.И. Аробелидзе, Т.Г. Хуцишвили [17];

- выявлено незначительное (4...6 %) влияние симметричного армирования на предельную сжимаемость бетона (ϵ_{bu}) при одном и том же ($e_0 < e_{гр.}$) эксцентриситете приложения продольной силы. При этом максимальное значение этой характеристики бетона достигается при граничном эксцентриситете ($e_0 = e_{гр.}$) и не зависит от армирования;

- максимальное снижение несущей способности бетонных элементов (N_u) при малых эксцентриситетах происходит в относительно небольшом диапазоне для всех классов бетона (от 12 до 15 %);

- наличие симметричного армирования сечения приводит к росту несущей способности внецентренно сжатых с малыми эксцентриситетами элементов. Так, при содержании арматуры 0,35 % в сечении элемента из бетона класса В15 обеспечивается рост величины N_u на 7...9 %, а при армировании 2,74 % – на 63...81 %. Для элементов из более прочного бетона (В60) при тех же процентах армирования получены следующие диапазоны увеличения несущей способности, соответственно, 2,5...3,0 % и 22...24 %. Это свидетельствует о нецелесообразности применения больших процентов армирования для внецентренно нагруженных с малыми эксцентриситетами железобетонных элементов из высокопрочных бетонов.

В заключение уместно отметить, что использование представленного варианта расчетной модели в практике проектирования в виде инженерной методики определения несущей способности внецентренно сжатых с малыми эксцентриситетами железобетонных элементов должно также учитывать влияние их гибкости, условий закрепления, а также эффектов старения и ползучести бетона, что является предметом для последующих исследований авторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аксенов В.Н., Маилян Д.Р. Работа железобетонных колонн из высокопрочного бетона // Бетон и железобетон. 2008. № 6. С. 5–8.
2. Брыжатый Э.П. Исследование трещиностойкости и некоторых вопросов прочности коротких внецентренно сжатых с малыми эксцентриситетами бетонных и железобетонных эле-

ментов: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.01. М.: НИИЖБ, 1969. 18 с.

3. Дегтерёв В.В., Гагарин Ю.А. О закономерностях изменения напряженного состояния высокопрочного бетона при внецентренном сжатии // Бетон и железобетон. 1979. № 3. С. 28–31.

4. Звездов А.И., Залесов А.С., Мухамедиев Т.А., Чистяков Е.А. Расчет прочности железобетонных конструкций при действии изгибающих моментов и продольных сил по новым нормативным документам // Бетон и железобетон. 2002. № 2. С. 21–25.

5. Изотов Ю.Л., Изотова Т.Ю. Расчет внецентренно сжатых элементов прямоугольного сечения при малых эксцентриситетах // Бетон и железобетон. 2006. № 1. С. 14–18.

6. Кодыш Э.Н., Никитин И.К., Трекин Н.Н. Расчет железобетонных конструкций из тяжёлого бетона по прочности, трещиностойкости и по деформациям. М.: Изд-во АСВ, 2011. 352 с.

7. Лукьяненко Б.А. Работа внецентренно сжатых железобетонных элементов из высокопрочных материалов: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.01. М.: ВЗИСИ, 1987. 24 с.

8. Маилян Д.Р. Зависимость предельной деформативности бетона от армирования и эксцентриситета сжимающего усилия // Бетон и железобетон. 1980. № 9. С. 11–12.

9. Мордовский С.С. Расчет внецентренно сжатых железобетонных элементов с применением диаграмм деформирования // Бетон и железобетон. 2012. № 2. С. 11–15.

10. Немировский Ю.В., Болтаев А.И. Диаграммы деформирования бетонов и железобетонных // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 125–129.

11. Никулин А.И. О разделении расчетов прочности внецентренно сжатых железобетон-

ных элементов на случаи малых и больших эксцентриситетов // Строительная механика и расчет сооружений. 2006. № 4. С. 16–20.

12. Никулин А.И. Универсальная зависимость для аналитического описания диаграмм растяжения арматурной стали // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 3. С. 157–162.

13. Никулин А.И. Энергетический подход к трансформированию эталонных диаграмм сжатия бетона // Бетон и железобетон. 2013. № 5. С. 12–14.

14. Никулин А.И., Блинников Е.А. О расчете прочности внецентренно сжатых железобетонных элементов, имеющих растянутую зону бетона // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения: Материалы междунауч. чтений. Курск: КурскГТУ, 2007. С. 117–123.

15. Никулин А.И., Блинников Е.А. Расчет прочности внецентренно сжатых с малыми эксцентриситетами коротких железобетонных элементов на основе энергетического подхода к трансформированию диаграмм сжатия бетона // Известия ОрелГТУ. Серия «Строительство и транспорт». 2005. № 3-4. С. 65–70.

16. Никулин А.И., Ломтев И.А., Никулина Ю.А. Прочность внецентренно сжатых железобетонных элементов с трещинами в растянутой зоне // Технические науки в мире: от теории к практике: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2015. С. 58–61.

17. Пирадов А.Б., Аробелидзе В.И., Хуцишвили Т.Г. К расчету несущей способности внецентренно сжатых элементов // Бетон и железобетон. 1986. № 1. С. 43–44.

Nikulin A.I., Al-Havaff A.F.K.

ABOUT THE FORMATION OF THE STRENGTH CALCULATION METHOD

OF THE ECCENTRICALLY LOADED REINFORCED CONCRETE ELEMENTS WITH SMALL EXCENTRICITY

For the formation of the strength calculation method of the eccentrically loaded reinforced concrete elements, which have no the stretched zone of concrete, the modified version of the deformation model of the reinforced concrete force resistance is used. This model is based on the energy approach to the transformation of the standard concrete compression diagram into the diagram of the inhomogeneous deformation, which corresponds to stress-strain state (NDS) of the eccentrically compressed constructions. The main hypotheses and resolving equations that allow us to find the required parameters for the problem under consideration are presented. Some results of numerical studies, which are performed with using the computer program developed by the authors for a personal computer, are shown.

Key words: *the eccentric compression, the reinforced concrete column, the small eccentricity, energy criterion for destruction of concrete, the diagram of the inhomogeneous compression of the concrete, the bearing capacity of a column, the numerical experiment.*

Никулин Александр Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства.

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

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

E-mail: nikulin137@yandex.ru

Аль-Хаваф Али Фадиль Касим, аспирант кафедры строительства и городского хозяйства.

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

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

alifadhel83@yahho.com

Татаренков А.И., канд. тех. наук, доц.
Курский государственный университет

АНАЛИЗ И ОБОБЩЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УСИЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

pgs@kursksu.ru

Рассмотрены результаты комплексных экспериментальных исследований усиленных железобетонных конструкций. Усиление конструкций выполнялось наращиванием сечения и изменением статической схемы. Получены данные о прочности, деформативности и трещиностойкости усиленных конструкций при различных вариантах компоновки сечения и уровня нагружения.

Ключевые слова: экспериментальные исследования, железобетонные конструкции, усиление, уровень нагружения, изменение статической схемы.

Надежность строительного объекта поддерживается обеспечением долговечности и безотказности, которые требуют функции объекта в заданных условиях и режимах эксплуатации. Соответствие параметров эксплуатируемых конструкций проектным значениям определяется конструктивной безопасностью [1, 2]. Длительный срок эксплуатации зданий при одновременном проявлении силовых и средовых воздействий приводит к появлению и развитию повреждений. Для обеспечения проектных параметров поврежденных конструкций разработаны разнообразные системы усиления железобетонных конструкций [3, 4].

В действующем своде правил СП 63.13330.2012 приведены требования к восстановлению и усилению железобетонных конструкций, которые сведены к общим указаниям по поверочным расчетам конструкций и по расчету усиления. При проектировании усиления железобетонных конструкций необходимо учитывать специфические особенности: наличие в усиливаемом элементе повреждений, наличие в усиливаемом элементе напряженно-деформированного состояния, многообразие конструктивных решений усиления железобетонных конструкций, изменение граничных условий и трансформация внутренних и внешних связей в процессе усиления, трансформация конструктивных систем [4, 5, 6]. С позиций оценки напряженно-деформированного состояния усиленных железобетонных конструкций выделяются два принципиальных направления: усиление конструкции с предварительной разгрузкой и усиление конструкций под нагрузкой [4]. Усиление конструкций с предварительной разгрузкой возможно в ограниченном числе случаев, когда выполняется усиление отдельного сборного элемента, не входящего в конструктивную систему здания. Поэтому в теории усиленных железобетонных конструкций особую значимость приобретает проблема учета

предыстории нагружения конструкций с позиций оценки временных процессов их деформирования, износа материалов, повреждений за время эксплуатации, режима нагружения, изменения напряженно-деформированного состояния.

Развитие теории усиления железобетонных конструкций возможно на основе экспериментальных исследований. Ранее выполненные ранее исследования малочисленны, они носят фрагментарный характер, не в полной мере отражают специфику усиления железобетонных конструкций и не могут служить экспериментальной основой методов проектирования конструкций рассматриваемого класса.

Учеными Курского государственного университета в последние годы выполнены проблемно-направленные экспериментально-теоретические исследования усиленных железобетонных конструкций, накоплен опыт выполнения экспериментально-теоретических исследований по данной проблеме. Основной целью выполненных исследований является получение экспериментальных данных о прочности, деформативности и трещиностойкости усиленных железобетонных конструкций в результате испытания статически определимых и неопределимых конструкций при длительном и кратковременном нагружении. Выполнены исследования внецентренно сжатых, изгибаемых элементов, а также при изгибе с кручением.

экспериментальное обоснование теории реконструкции железобетона. Программа исследований усиленных железобетонных конструкций представлена в таблице 1. Программа исследований включала:

- программа испытаний 1: внецентренно сжатые элементы при кратковременном и длительном сжатии без предварительного нагружения усиливаемого элемента с вариантами сочетаний в сечении элемента различных бетонов с эксцентриситетами приложения нагрузки до 0,3

высоты сечения усиленного элемента, ; внецентренно сжатые элементы, усиленные под нагрузкой, при уровне нагружения усиливаемого элемента 0,3;0,4;0,6 с эксцентриситетами приложения кратковременной нагрузки до 0,3 высоты сечения усиленного элемента 0,3; при длительном нагружении с эксцентриситетами приложения нагрузки 0,3 при уровне нагружения усиливаемого элемента 0,6. Всего испытано 24 образца [4, 7, 8];

- программа испытаний №2: две изгибаемые нагруженные однопролетные балки объединяются в статически неопределимую двухпролетную систему постановкой надпорной арматуры и наращиванием балок сверху по всей длине, усиление балок выполнено под нагрузкой при уровне нагружения усиливаемого элемента 0,78; таким образом, в результате усиления две однопролетные балки трансформированы в двухпролетную неразрезную балку. Всего испытано 4 образца [4, 9, 10];

- программа испытаний №3: изгибаемые предварительно напряженные элементы, усиленные под нагрузкой, при уровне нагружения усиливаемого элемента 0,7; усиление выполнено наращиванием сечения сверху при жестком и податливом сопряжении усиливаемой конструкции и бетона усиления. Всего испытано 8 образцов [4, 8, 11];

- программ испытаний №4: элементы прямоугольного и таврового сечения, усиленные с предварительной разгрузкой, при кратковременном изгибе с кручением при соотношении величин крутящего и изгибающего моментов 0,2 и 0,3. Всего испытано 12 образцов [12, 13].

Во всех программах испытаний изучено влияние технологических воздействий при усилении железобетонных конструкций методом наращивания сечения, а именно набухание бетона усиливаемого элемента от увлажнения при укладке бетона усиления, изменение напряжений в бетоне, снижение прочности бетона усиливаемой конструкции при увлажнении, набор прочности усиления и перераспределение внутренних усилий с усиливаемого элемента на все составное сечение усиленной конструкции.

Результаты выполненных исследований позволяют при усилении эксплуатируемых железобетонных конструкций, находящихся под нагрузкой, для практических расчетов проектирования усиления конструкций рекомендовать дифференцированную систему расчетных коэффициентов: для бетонов классов В10–В20 при нагрузке 0,5–0,65 расчетной величины расчетные характеристики бетонов умножаются на коэффициент условия работы $\gamma_b=0,9$, для конструкций из бетонов В25 и выше при нагрузке

0,6–0,75 – $\gamma_b=0,9$. Для конструкций из бетонов В10–В20 при уровне нагрузки 0,6 и более – $\gamma_b=0,8$, для бетонов В25 и выше коэффициент $\gamma_b=0,8$ применять при уровне нагрузки 0,75 и более.

При проверке прочности усиливаемой конструкции на нагрузки, действующие в период строительства, технологические воздействия предлагается учитывать введением коэффициента условий работы бетона $\gamma_b=0,8$.




Оценка коррозионных повреждений арматуры и бетона рекомендуется: для арматурных стержней диаметром 25 мм при ширине раскрытия коррозионной трещины 1,0 мм степень повреждения 8 %, при ширине 2,0 мм – 12 %, при ширине 3,0 мм – 15 %; для оценки степени снижения прочности бетона при коррозионном повреждении под воздействием щелочных растворов, растворов кислот на этапе предварительного обследования объектов и при проведении оценочных расчетов коэффициенты условия работы бетона при эксплуатации 1 год – 0,7, 2 года – 0,6, 3 года – 0,55, 5 лет – 0,4. Полученные результаты позволили сформулировать экспериментально обоснованные предпосылки теории реконструированного железобетона [4, 15, 16, 17]. Испытания выявлены новые особенности деформирования, трещинообразования и разрушения усиленных железобетонных конструкций.

Определяющим параметром работы усиленной железобетонной конструкции является действие эксплуатационной нагрузки на усиливаемую конструкцию в процессе усиления. Несущая способность усиленных конструкций под нагрузкой по сравнению с аналогичным усилением конструкции с разгрузкой снижается. Если в сжатом бетоне усиливаемой конструкции начался процесс микротрещинообразования, то уже на начальных стадиях нагружения усиленной конструкции происходит интенсивное перераспределение внутренних усилий в сечении конструкции.

Необходимо учитывать технологические воздействия на конструкции в процессе усиления. Увлажнение бетона усиливаемой конструкции приводит к значительному, хотя и непродолжительному изменению его начальных параметров, которые необходимо учитывать при проектировании усиления введением коэффициента условий работы. Установлена многофакторная связь силового сопротивления бетона и железобетона с уровнями, граничными и режимными параметрами нагружения, с технологическими особенностями формирования конструктивного решения.

Таблица 1

Экспериментальные исследования усиленных железобетонных конструкций

№ программы	Вид испытаний	Характеристика испытаний
1		Кратковременные испытания внецентренно сжатых элементов: 1) усиление ненагруженных элементов с различными вариантами компоновки сечения, с эксцентриситетами приложения нагрузки до 0,3 высоты сечения усиленного элемента; 2) усиление элементов под нагрузкой при уровне нагружения усиливаемого элемента 0,3; 0,4; 0,6 с эксцентриситетами приложения нагрузки до 0,3 высоты сечения; Длительные испытания внецентренно сжатые элементы при длительном нагружении с эксцентриситетами приложения нагрузки 0,3 при уровне нагружения усиливаемого элемента 0,6;
2		Однопролетные балки объединяются в статически неопределимую двухпролетную систему постановкой надпорной арматуры и наращиванием балок сверху по всей длине. Элементы, усиленные под нагрузкой изменением статической схемы. Уровень нагружения усиливаемого элемента 0,7
3		Изгиб предварительно напряженных элементов, усиленных под нагрузкой, при жестком и податливом сопряжении усиливаемой конструкции и бетона усиления. Элементы, усиленные под нагрузкой увеличением сечения. Уровень нагружения усиливаемого элемента 0,78
4		Изгиб элемента прямоугольного и таврового сечения с кручением при соотношении величин крутящего и изгибающего моментов 0,2 и 0,3. Элементы, усиленные с предварительной разгрузкой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меркулов С.И. Развитие теории конструктивной безопасности объектов в условиях

коррозионных воздействий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. №3. С. 44–46.

2. Merkulov S.I., Lesovik R.V., Klyuev S.V., Kalashnikov N.V. Development of Theory of Structural for Buildings and Construction // World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 25. № 12. Pp. 1747–1750.
3. Меркулов С.И. Анализ и перспективы развития усиления бетонных конструкций композитной арматурой//Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения: материалы международных академических чтений. Курск: Курский государственный университет. 2015. С. 167–171.
4. Меркулов С.И. Основы теории реконструкции железобетона. Курск: Курск. гос. тех. ун-т. 2009. 248 с.
5. Бондаренко В.М., Меркулов С.И. Методологические основы теории конструктивной безопасности реконструированного железобетона//Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2008. №3. С.77–80.
6. Бондаренко В.М., Меркулов С.И. Некоторые вопросы развития теории реконструированного железобетона//Бетон и железобетон. 2005. №1. С.25.
7. Меркулов С.И. Экспериментальные исследования составных железобетонных элементов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2004. №10. С. 122–125.
8. Меркулов С.И., Дворников В.М., Татаренков А.И., Меркулов Д.С. Исследования усиленных железобетонных конструкций // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2009. №9. С. 123–129.
9. Меркулов С.И., Поветкин М.С. Исследования усиленных изгибаемых железобетонных конструкций под нагрузкой // Промышленное и гражданское строительство. 2009. №8С. 45–47.
10. Меркулов С.И., Татаренков А.И. Усиление железобетонных конструкций изменением статической схемы // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №5. С. 49–53.
11. Меркулов С.И., Поветкин М.С. Экспериментальные исследования трещиностойкости усиленных изгибаемых железобетонных конструкций // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2009. №3. С. 111–116.
12. Меркулов С.И., Стародубцев С.В. Экспериментальные исследования стержневых железобетонных элементов составного сечения, подвергнутых изгибу с кручением // Строительство и реконструкция. 2012. №2. С. 20–24.
13. Меркулов Д.С. Комплексные исследования усиленных железобетонных конструкций составного сечения при сложных напряженных состояниях // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения: материалы международных академических чтений. Курск: Курский государственный университет. 2015. С. 318–325.
14. Меркулов Д.С. К выбору расчетной модели силового сопротивления железобетонных элементов при изгибе с кручением// Промышленное и гражданское строительство. 2009. №10. С. 46–48.
15. Меркулов С.И., Татаренков А.И., Дворников В.М. Оценка резерва несущей способности эксплуатируемых железобетонных конструкций // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №6. С. 66–69.
16. Меркулов С.И. К вопросу о реконструкции и реновации конструктивных систем// Строительство и реконструкция. 2012. №6. С. 42–44.
17. Меркулов С.И., Дворников В.М., Татаренков А.И. Расчет усиленных внецентренно сжатых железобетонных конструкций с учетом специфических особенностей их работы // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. 2008. №4-20. С. 18–23.

Tatarenkov A.I.

ANALYSIS AND SYNTHESIS OF THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

The results of comprehensive experimental studies of reinforced concrete structures. The strengthening of the structures was performed by increasing the cross-section and from the use of static diagrams. The obtained data on the strength, deformation and bursting of reinforced structures with different layout options section and the loading level.

Key words: *experimental study, reinforced concrete structures, strengthening, the level of loading, a change in the statistical scheme.*

Татаренков Андрей Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного и гражданского строительства

Курский государственный университет.

Адрес: Россия, 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33.

E-mail: pgs@kursksu.ru

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

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И КОНТРОЛЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

m.m.kozhevnikov@mail.ru

В настоящее время проблемы, возникающие при организации строительства мостовых сооружений, приобретают все большую актуальность. На данном этапе особенно важным является решение не только тактических задач сохранения уровня технического состояния сооружений, но и стратегических задач улучшения существующих и возведение новых искусственных сооружений для создания транспортной сети в перспективных направлениях, что осуществимо только на основе системного подхода на всех этапах, начиная с анализа проектирования, оценки степени оснащенности и готовности строительных организаций и заканчивая обеспечением качества выполненных работ и сдачей готового объекта. В статье рассмотрены проблемные вопросы организации дорожно-транспортного строительства, представлены выводы по результатам анализа отечественного и зарубежного опыта и намечены перспективы развития организации строительства мостовых сооружений. В работе также показана схема взаимодействия основных участников строительства, проведен анализ функций строительного контроля и даны предложения по совершенствованию организации строительства мостовых сооружений путем внедрения информационного моделирования в деятельность инженеров-резидентов строительного контроля.

Ключевые слова: организация, мостовые сооружения, информационное моделирование, строительство, контроль, технологии.

Введение. В настоящее время проблемы мостостроения и эксплуатации построенных сооружений имеют большую актуальность. Это связано с тем, что транспортный поток на дорогах постоянно возрастает и, как следствие, увеличивается нагрузка на мостовые сооружения [1, 2].

Наличие развитой транспортной сети является важным элементом экономического уровня регионов. Ежегодно государство выделяет большой процент бюджетных средств на развитие дорожного-транспортного строительства, однако вложения станут действительно эффективными только тогда, когда при возведении искусственных сооружений и строительстве дорог будут строго соблюдаться технологические требования, использоваться современные решения и качественные материалы [3].

Сроки строительства искусственных сооружений, в частности мостовых объектов, являются еще одной классической проблемой дорожной отрасли. Процесс проектирования часто отстает от запланированного графика, поэтому приходится искать способы компенсации отставания на этапе строительно-монтажных работ [4]. Таким образом одной из основных задач организации строительного производства на сегодняшний день становится рациональное распределение материальных средств и управление трудовыми ресурсами с целью сокращения сроков строительства мостовых сооружений без

потери качественного уровня объекта в целом [5–7].

Основная часть. При возведении мостов важное значение играет система взаимоотношений участников строительного процесса [8]. В отличие от гражданского строительства, где в основном в роли заказчика выступают частные инвесторы или организации, в мостостроении обычно это место занимают региональные управления по строительству и эксплуатации автомобильных дорог [9–11]. Существующая система в строительной отрасли может быть отображена в виде цепочки участников, с одной стороны которой находятся капитальные вложения, а с другой – созданный объект.

Согласно ст. 53 Градостроительного кодекса Российской Федерации со стороны заказчика наряду с генеральным подрядчиком должен осуществляться строительный контроль, осуществляемый либо своими силами, либо с привлечением сторонней, уполномоченной на проведение данных работ организации. Служба строительного контроля по сути является своего рода центром, объединяющим в себе всю информацию об объекте строительства, действует в интересах заказчика строительства и контролирует организацию производства и сопутствующие строительные процессы от разработки проектной документации до окончательной передачи объекта в эксплуатацию. Практический опыт проведения строительного контроля на

объектах капитального строительства мостовых сооружений дает основания для определения и анализа взаимоотношений участников строительства и установления взаимосвязей между ними (рис. 1). Основными функциями специалистов строительного контроля являются выявление соответствия технологии проведения работ

проекту, контроль над применением качественных строительных материалов и сопровождающей к ним документации, сохранение сроков строительных работ в рамках разработанного календарного графика и их соответствие сметной стоимости [12–14].

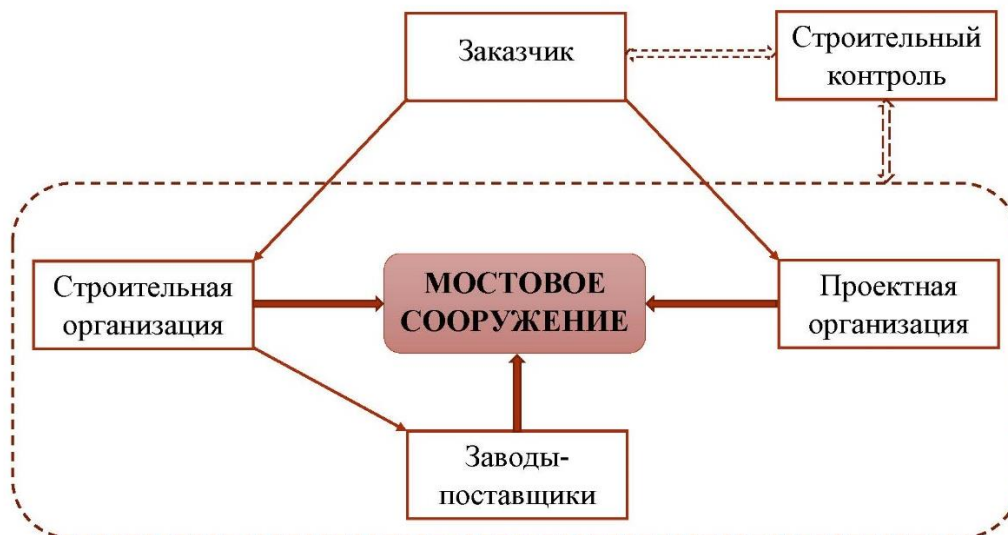


Рис. 1. Общая схема взаимодействия участников мостового строительства

Большой спектр задач, стоящих перед службой строительного контроля, сложность решения, а также большой уровень ответственности за результаты внедрения мероприятий по повышению качества обуславливает необходимость разработки научно-обоснованной методики контроля качества с использованием современных решений.

Главная задача контроля содержится в объективном установлении соответствия фактических значений контролируемых показателей требованиям нормативных и нормативно-правовых актов. Объективность контроля обеспечивается прежде всего технологией и организацией проведения контроля, оказывающих прямое влияние на достоверность получаемой информации о состоянии строительства [15].

Анализ трудов отечественных и зарубежных работ в области организации строительства, а также опроса подрядных организаций на объектах мостостроения Москвы и Московской области, выявил следующие проблемы, которые можно избежать при правильной организации строительства и корректировке методики проведения строительного контроля:

- осадка несущих конструкций, трещины, деформации и обрушения, вызванные невыполнением требований нормативных документов и проектных решений;

- увеличение затрат на реализацию проекта вследствие некорректно составленной сметной документации;

- неправильное ведение исполнительной документации, затрудняющее поиск нарушений технологии в процессе строительства и целенаправленных отступлений от проектной документации и строительных норм со стороны подрядных организаций, а также создающее затруднения для эксплуатирующих служб [16];

- несоблюдение физико-механических характеристик конструкций и ухудшение уровня экологической обстановки в результате использования дешевых строительных материалов;

- снижение рентабельности строительного проекта, вызванное срывом сроков проведения работ.

В настоящий момент отсутствуют объективные методы и алгоритмы принятия решений, используемые для осуществления организационного управления на должном профессиональном уровне, многие сложные задачи по управлению качеством строительства на различных этапах могут рассматриваться как задачи обоснованного принятия оперативных решений [17, 18]. В этом смысле строительный контроль качества выполняемых работ является достаточно эффективным средством для осуществления выбора наилучшего способа достижения поставленной цели (уменьшение количества де-

фектов конструкций, уменьшение материальных средств, увеличение производительности строительно-монтажных работ и т.п.).

Характеру и сложности задач управления качеством строительных работ должна отвечать четкая процедура анализа и принятия коллегиальных решений. Это обусловлено объективной необходимостью видеть и учитывать последствия принимаемых решений. Чтобы решать подобные задачи современный контроль должен опираться на значительный научный и практический потенциал накопленного в нашей стране и за рубежом опыта управления, обладать способностью эффективно использовать получаемый при обследовании большой объем данных, быть научно обоснованным, прогнозирующим и предупреждающим возможности появления дефектов, способным выполнять диагностическую функцию [19].

Выводы. Одним из способов решения выявленных в результате анализа существующего состояния организационных основ строительства мостовых сооружений может стать использование современных технологий, а именно информационное моделирование объектов капитального строительства [20, 21]. Особенно эффективными эти технологии могут быть в организации строительства таких линейно-протяженных объектов как мосты, путепроводы, эстакады, т. к. они имеют мощные фундаменты и пересекают множество существующих сетей и коммуникаций. На наш взгляд, использование информационного моделирования и его внедрение в систему внутренних и внешних взаимосвязей участников производственного процесса таких объектов позволит выиграть значительное время за счет сокращения сроков передачи информации, повысить уровень ее доступности и понимания, уменьшить количество формальных переписок.

Таким образом на основании вышеизложенного считаем, что развитие технологий в данном направлении и разработка методики организации строительства мостовых сооружений на их основе являются необходимым и актуальным для улучшения текущего состояния отечественной дорожно-транспортной сети.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенов В.Т., Карпущенко Н.И. Состояние и перспективы развития путевого хозяйства. Новосибирск: Изд. СГУПС (НИИЖТа), 2000. 246 с.
2. Золотарева М.В. Структура и принципы управления массовым строительством российских железных дорог в XIX веке // Транспортное строительство. 2016. № 12. С. 25–27.
3. Колоколов Н.М., Копач Л.Н., Файнштейн И.С. Искусственные сооружения. М.: Изд. Транспорт, 1988. 440 с.
4. Потапов И.А. Проектирование организации строительства искусственных сооружений. Екатеринбург: Изд. УрГУПС, 2012, 83 с.
5. Луцкий С.Я., Атаев С.С. Технология строительного производства. Справочник. М.: Изд. Высшая школа, 1991. 384 с.
6. Саламахин П.М., Маковский Л.В., Попов В.И. Инженерные сооружения в транспортном строительстве: учебник для студ. высш. учеб. заведений. М.: Изд. Академия, 2008. 352 с.
7. Каменецкий Б.И., Кошкин И.Г. Организация строительства автомобильных дорог. М.: Изд. Транспорт, 1983. 152 с.
8. Кирюхин С.А., Кожевников М.М., Свиридов В.Н. Система менеджмента качества организации или проекта в строительстве и роль руководства в определении политики и принятии решений / Современный российский менеджмент: состояние, проблемы, развитие: сб. статей XXIV международной научно-практической конф. (Пенза 30-31 мая 2016 г.): Изд-во АНМО «Приволжский Дом знаний», 2016. С. 19–23.
9. Андреев О.В. Проектирование мостовых переходов. М.: Изд. Транспорт, 1980. 215 с.
10. Смирнов В.Н. Строительство мостов и труб. СПб.: Изд. ДНК. 2007. 288 с.
11. Колоколов Н.М., Вейнблат Б.М. Строительство мостов: Учебник. М.: Транспорт, 1981. 504 с.
12. Заводская Э. Системотехническая оценка технологических решений строительного производства. Л.: Изд. Стройиздат, Ленингр. Отделение, 1991. 189 с.
13. Першин С.П., Иванов М.И., Акуратов А.Ф. Автоматизированное проектирование организации строительства железных дорог. М.: Изд. Транспорт. 1991. 262 с.
14. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог, ч. I. М.: Изд. Транспорт, 1979. 368 с.
15. Болотова А.С., Кожевникова С.Т., Свиридов В.Н., Кожевников М.М. Оценка и обследование технического состояния монолитных железобетонных конструкций транспортных сооружений // Научное обозрение. 2016. № 8. С. 33–37.
16. Донец Н.А., Афанасьев В.С. Оценка экономической эффективности мониторинга технического состояния мостовых искусственных сооружений // Транспортное строительство. 2016. № 1. С. 15–17.

17. Глудкин О.П., Горбунов Н.М. Всеобщее управление качеством. М.: Изд. Горячая линия, 2001. 600 с.

18. Брагин Ю.В. Путь QFD: проектирование и производство продукции исходя из ожиданий потребителей. Ярославль: Изд. Центр качества, 2003. 240 с.

19. Гинзбург А.В. Информационная модель жизненного цикла строительного объекта // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 9. С. 61–65.

20. McGraw Hill Construction Report on BIM and Large Projects [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL:

<https://www.smacna.org/docs/default-source/building-information-modeling/bim-links-and-resources/measuring-the-impact-of-bim-on-complex-buildings-2015-printable.pdf?sfvrsn=2> (дата обращения 27.04.2017).

21. Building Information Modelling. Industrial strategy: government and industry in partnership Projects [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/34710/12-1327-building-information-modelling.pdf (дата обращения 22.04.2017).

Ginzburg A.V., Kozhevnikov M.M.

FEATURES OF THE ORGANIZATION OF CONSTRUCTION AND CONTROL OF BRIDGE STRUCTURES IN MODERN CONDITIONS

Currently, the problems that arise when organizing the construction of bridge structures are becoming increasingly important. At this stage it is especially important to solve not only the tactical tasks of maintaining the level of the technical condition of structures but also the strategic tasks of improving existing ones and the construction of new artificial structures to create a transport network in perspective directions which is feasible only on the basis of a systematic approach at all stages starting with the analysis of design an assessment of the degree of equipment and readiness of construction organizations and ending with ensuring the quality of the work performed and the delivery of the finished object. The article deals with the problematic issues of the organization of road and transport construction presents conclusions on the analysis of domestic and foreign experience and outlines the prospects for the development of the organization of the construction of bridge structures. The work also shows the interaction scheme of the main construction participants an analysis of the functions of construction control and proposals for improving the organization of bridge construction by introducing information modeling in the activities of resident engineers of construction control.

Key words: organization, bridge structures, information modeling, construction, control, technology.

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

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

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

E-mail: ginav@mgsu.ru

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

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

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

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

Алексанин А.В., канд. техн. наук, доц.,
Маркевич А.И., студент

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ

aleks08007@mail.ru

Развитие научно-технического прогресса способствует совершенствованию старых и появлению новых технологий строительства зданий и сооружений. В представленной статье рассматривается технология 3D печати и перспективы ее применения в строительной отрасли, приводится реальный опыт некоторых компаний по возведению зданий с помощью 3D принтеров. Одними из основных особенностей строительного производства являются материалоемкость, длительные сроки производства работ, воздействие на окружающую среду. Использование 3D технологии может способствовать решению этих вопросов. Отдельное внимание в статье уделяется преимуществам 3D технологии над традиционными методами строительства. Строительство объектов с помощью 3D принтеров обладает большим потенциалом за счет снижения стоимости и повышения качества продуктов строительства, сокращения сроков производства работ, а также высокой степени автоматизации строительных процессов.

Ключевые слова: технология строительства, 3D технология, эффективность, 3D печать.

Введение. На сегодняшний день технический прогресс коснулся многих отраслей материального производства, в том числе и строительства. Для удовлетворения современных потребностей человека при условии защиты окружающей среды, строительная отрасль должна внедрять в свое производство современные методы и технологии [1–5]. Перспективным организационно-технологическим решением представляется использование технологии 3D печати при строительстве зданий и сооружений. История 3D печати началась в 1986 году с изобретения SLA-установки. Она была разработана и запатентована Чарльзом Халлом и использовала технологию стереолитографии. В современном понимании установка еще не являлась первым 3D-принтером, но именно она определила основной принцип работы 3D-принтера: послойное наращивание объектов.

Основная часть. В строительстве 3D технологию начали применять с 2014 года, и первой организацией, которая «напечатала дом», стала китайская компания «WinSun». Сначала она анонсировала строительство за 24 часа десяти 3D-печатных домов площадью по 200 м², сделанных из бетона с помощью гигантского принтера. Впоследствии компанией «WinSun» был напечатан пятиэтажный дом и вилла площадью 1100 м². Для воплощения этого проекта команда инженеров создала принтер следующих габаритов: высота 6,6 метра, ширина 10 метров, длина 40 метров. Здания печатались блоками и собирались на месте, что очень похоже на панельное домостроение [6]. Наравне с положи-

тельными особенностями выделяют следующие недостатки данного принтера:

- работа в прямоугольных системах координат;
- перемещение по рельсовым направляющим, которые требуют ровной поверхности для установки;
- из-за сложной конструкции, установка целесообразна только на заводе;
- ограничения по площади и высоте печати.

В 2017 году инновационно-технологическая компания «Cazza», которая базируется в Объединенных Арабских Эмиратах, планирует использовать 3D-принтеры собственной разработки при строительстве небоскреба в Дубае. Используется технология «крановой печати», которая позволяет возводить объекты высотой 80 м и более при помощи установки дополнительных секций у таких кранов. Однако, о полном переходе на строительство небоскребов подобным образом речи пока не идет, так как специальные краны будут печатать только отдельные конструктивные части будущего небоскреба.

В 2016 году в Московской области прошла презентация нового 3D принтера от компании «Apis Cor». На территории бетонного завода в городе Ступино был установлен принтер, и за 24 часа напечатан одноэтажный дом с площадью стен 37 м². Представленный принтер обладал следующими характерными особенностями: мобильность, небольшие габариты, легкость транспортировки и минимум времени на подготовку к использованию [7].

В общем случае, при проектировании стен жилых и общественных зданий, формируемых методом трехмерной печати с применением оборудования компании «Apis Cor», необходимо учитывать следующие требования и ограничения:

1. Высота стен ограничена конструктивными особенностями оборудования и составляет не более 3,3 метра. Если требуется изготовить конструкцию большей высоты, то часть конструкции, превышающей 3,3 метра, необходимо распечатать отдельно, и с помощью крана смонтировать на основную конструкцию.

2. Расчет несущей способности наружных и внутренних стен необходимо определять с учетом их совместной работы.

3. Здания рекомендуется проектировать с продольными и поперечными несущими стенами.

4. Толщина стен и их структура должны удовлетворять соответствующим требованиям по тепло- и звукоизоляции.

5. В местах примыкания к цоколю и/или фундаменту стены должны быть гидроизолированы.

6. Толщина стен должна назначаться с учетом требуемого сопротивления теплопередаче и несущей способности стен.

7. Расстояние между осями поперечных стен должно быть не более 9 м, а продольных – не более 7,2 м.

8. При устройстве многокамерной стены с перемычкой из гибких связей их количество не должно быть менее 4 шт/м., диаметр используемых гибких связей должен быть не менее 8 мм.

9. Размеры элементов стен, имеющих проемы, должны назначаться по результатам соот-

ветствующих расчетов, а также с учетом архитектурно-планировочных решений.

Компанией «Apis Cor» выявлены преимущества использования технологии строительства зданий методом 3D печати:

10. Снижение затрат на транспортировку строительных материалов на площадку в 3,7 раза. Для печати 1 м³ стены необходимо 0,267 м³ строительной смеси, т.е. 1 м³ любых блоков при формировании стены методом 3D печати заменяется 0,267 м³ строительной смеси.

11. Увеличение скорости строительства вертикальных ограждающих конструкций до 6 раз. Расчетный показатель скорости кладки без армирования составляет 3,56 чел/часа на 1 м³ газобетонных блоков. 3D принтер формирует 1 м³ стены толщиной в 333 мм за 0,85 маш/часа. При этом этот показатель постоянен и не колеблется от машины к машине, а также не зависит от сложности геометрии строительной конструкции.

12. Снижение затрат на материалы в 2,8 раза. Расчетная стоимость 1 м³ стены из газоблока толщиной 400 мм с мокрым фасадом и утеплением пенополистеролом, в том числе с учетом стоимости блоков, клея, штукатурки, утеплителя и других материалов, а также стоимости работ по кладке, оштукатуриванию, устройству фасада с теплоизоляцией составляет 4445 р., а стоимость напечатанной стены 3D принтером «Apis Cor» аналогичной по теплозащитным характеристикам, внешнему виду и несущей способности составляет 1556 р.

В табл. 1 компанией «Apis Cor» показано экономическое сравнение технологии строительства здания методом 3D печати и традиционным методом.

Таблица 1

Экономическое сравнение технологии 3D печати и традиционных методов

Стена толщиной 400 мм из газоблока с мокрым		Стена, сформированная 3D-принтером Apis Cor, толщиной 400 мм	
Газоблок	$3500 \text{ р/м}^3 \cdot 0,4 \text{ м}^3 = 1400 \text{ р}$	Бетон для 3D печати	$0,114 \text{ м}^3 \cdot 9000 \text{ руб./м}^3 = 1026 \text{ р}$
Кладка газоблоков	$1300 \text{ руб./м}^3 \cdot 0,4 \text{ м}^3 = 520 \text{ р}$	Пеноизол	$0,1 \text{ м}^3 \cdot 2500 \text{ р/м}^3 = 250 \text{ р}$
Штукатурные работы	600 р	Работа оператора	$500 \text{ р/час} \cdot 0,34 \text{ час} = 170 \text{ р}$
Устройство мокрого фасада, в том числе материалы	1925 р/м^2	Гибкие связи	$4 \text{ шт.} \cdot 30 \text{ р} = 120 \text{ р}$
Итого стоимость	4445 р	Итого стоимость	1566 р
Итого время	3 часа	Итого время	30 минут

Выводы. Благодаря использованию технологии 3D печати можно повысить эффективность строительства за счет:

1. Отказа от традиционных архитектурных форм, технология 3D печати предоставляет больше свободы архитекторам и дизайнерам в плане создания интересных проектов.

2. Автоматизации технологического процесса и сокращение сроков строительства [8, 9].

3. Снижения затрат на материалы за счет исключения некоторых процессов, присутствующих в традиционном методе строительства [10–13].

4. Минимизации образования мусора на строительной площадке, что благоприятно сказывается на экологической обстановке [14, 15].

На сегодняшний день можно выделить следующие перспективы развития 3D печати:

1. Внедрение технологии в жилищное строительство, что позволит снизить высокие цены на жилье.

2. Применение в масштабных проектах, так как строительство при помощи 3D технологий позволит снизить сроки строительства и повысить качество выпускаемой продукции.

3. В будущем возможна полная автоматизация строительного процесса, и 3D печать - это только первая ступень в этом направлении, так как на данный момент еще не решены вопросы с возведением кровли, гидроизоляции, внутренней и внешней отделкой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексанин А.В. Перспективные направления развития организации строительства // Научное обозрение. 2015. № 10-1. С. 378–381
2. Алексанин А.В. Организационные возможности снижения вредного воздействия на окружающую среду в строительной сфере // Научное обозрение. 2016. № 13. С. 258–262.
3. Kothman I., Faber N. How 3D printing technology changes the rules of the game: Insights from the construction sector // Journal of Manufacturing Technology Management. 2016. Vol.27. Pp. 932–943
4. Алексанин А.В., Сборщиков С.Б. Оценка экономической эффективности использования новых технологий, материалов и решений в проектах по энергосбережению // Вестник МГСУ. 2009. № 1. С. 164.
5. Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В., Жаров Я.В. Теоретические основы многомерного моделирования устойчивого развития инвестиционно-строительной деятельности // Вестник МГСУ. 2014. № 6. С. 165–171.
6. Официальный сайт компании «WinSun» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.yhbm.com/index.php?a=lists&c=index&catid=67&m=content> (дата обращения 28.03.2017)
7. Официальный сайт компании «Apis Cor» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.apis-cor.com> (дата обращения 28.03.2017)
8. Шувалов Н.Е. Целесообразность 3d печати в малоэтажном строительстве // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 11 (67). С. 190–192.
9. Сембаев Б.Н., Билялова С.А. Применение 3d печати в строительстве // Электронный научный журнал. 2016. № 10-3 (13). С. 279–282.
10. Сборщиков С.Б., Шинкарева Г.Н. Развитие инжиниринга как фактора интенсификации инвестиционно-строительной деятельности // Научное обозрение. 2016. № 13. С. 13–17.
11. Y. W. Tay, B. Panda, S. C. Paul, M. J. Tan, S. Z. Qian, K. F. Leong, C. K. Chua. Processing and Properties of Construction Materials for 3D Printing // Materials Science Forum. 2016. Vol. 861, pp. 177–181.
12. Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В. Влияние случайных факторов на траекторию устойчивого развития инвестиционно-строительной деятельности на уровнях иерархии // Вестник МГСУ. 2015. № 10. С. 162–170.
13. Журавлев П.А., Ключев В.Д., Евсеев В.Г. Использование квалиметрического подхода для оценки конкурентоспособности инвестиционных строительных проектов // Научное обозрение. 2014. № 9. С. 637–640.
14. Сборщиков С.Б., Свиридов И.А. О повышении эффективности ликвидации ветхого и аварийного жилья // Научное обозрение. 2016. № 22. С. 17–21.
15. Алексанин А.В., Сборщиков С.Б. Создание регионального механизма централизованного управления строительными отходами // Вестник МГСУ. 2013. № 6. С. 229–235.

Aleksanin A.V., Markevich A.I.

THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS

The development of scientific and technological progress contributes to the improvement of old and the emergence of new technologies for the construction of buildings and structures. In the presented article the technology of 3D printing and prospects of its application in the construction industry is considered, real experience of some companies on building buildings with the help of 3D printers is given. One of the main features of the construction industry are material consumption, long terms of production, impact on the environment. Using 3D technology can help address these issues. Special attention is paid in the article to the advantages of 3D technology over traditional construction methods. The construction of objects with the help of 3D printers has great potential due to the reduction of the cost and quality of construction products, the reduction in the terms of production, as well as the high degree of automation of construction processes.

Key words: technology of construction, 3D technology, efficiency, 3D printing.

Алексанин Александр Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации и управления в строительстве.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Адрес: 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26.

E-mail: aleks08007@mail.ru

Маркевич Алексей Игоревич, студент.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Адрес: 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26.

СОВРЕМЕННЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

mdrebezgova@mail.ru

На сегодняшний день во всех сферах нашей жизни на первый план выходит поиск новых, более современных методов и технологий, отвечающих принципам устойчивого развития. Новые подходы должны быть более эффективными с точки зрения сохранения небезграничных ресурсов нашей планеты, иметь минимальное влияние на окружающую среду, а также обеспечивать более высокое финальное качество продукции. Строительство не является исключением. Одной из новых перспективных технологий в малоэтажном строительстве является технология 3D-печати. 3D-печать – это процесс воссоздания реального объекта по образцу 3D-модели. Уникальная возможность этой технологии позволит существенно сократить затраты за счет снижения расходов материалов и повышения производительности, откроет новые творческие подходы для создания разнообразных архитектурных решений и др.

Ключевые слова: трехмерная печать, аддитивные технологии, 3D-печать, строительство.

Введение. Одним из технологических «прорывов» современности являются инновационные цифровые технологии, в частности, трехмерная печать. Со времени своего появления за период около полувека цифровые 3D-технологии достигли колоссального уровня развития. Сегодня они прогрессируют очень быстро и проникают почти во все сферы деятельности человека [1–6]. В строительстве малоэтажных зданий с помощью 3D-печати можно реализовать практически любые идеи, добиться наилучшей архитектурной выразительности объектов. Несмотря на многие положительные особенности 3D-печати, внедрение данной технологии в России ещё не достигло значительного уровня.

Основная часть. Аддитивные технологии в строительстве (технологии 3D-печати) в целом

повторяют традиционное возведение зданий и сооружений. Работы также начинаются с разработки общей концепции здания или сооружения, составления рабочего проекта и подбора материалов. Начальные этапы строительства могут предусматривать использование компьютерного моделирования, но при непосредственных монтажных мероприятиях обязательно будут задействованы мощности вычислительных машин [7]. Для возведения конкретных конструкций требуется корректировка состава бетонной смеси, на основе которой будут возводиться, например, стены. Современные строительные 3D-принтеры предусматривают не только возможность устраивать различные по конфигурации сооружения, а также дополнять этапы строительства изоляционными и отделочными работами.

ПРЕИМУЩЕСТВА АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ЭКОНОМИЧНОСТЬ	Связана с сокращением трудозатрат, сроков строительства, расходов строительных материалов.
ЭКОЛОГИЧНОСТЬ	Сокращение до минимума отходов строительного производства, снижение влияния на окружающую среду.
АРХИТЕКТУРНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	Возможность воплотить в жизнь любые идеи архитекторов и дизайнеров.
ГЕОМЕТРИЯ, КАЧЕСТВО	Печать не дает никаких отклонений по углам, ведется строго по проекту. Точная геометрия в 3D-плоскостях в соответствии с заданной в компьютере программой (до 0,5 мм).
СКОРОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА	Средняя скорость печати современного строительного принтера составляет 7–10 м/мин.
ЭКОНОМИЯ ТРУДА	Вместо строительной бригады будет достаточно двух-трех работников, чтобы обслуживать 3D-принтер.
ВЫСОТА ЗДАНИЙ	До пяти этажей различной конфигурации.

Рис. 1. Преимущества аддитивных технологий в строительстве

Строительство малоэтажных зданий и сооружений при помощи 3D-технологий обладает

рядом преимуществ по сравнению с традиционным методом возведения конструкций, и дает

возможность возводить объекты практически любой формы за достаточно короткий срок (см. рис. 1).

СОВРЕМЕННАЯ ПРАКТИКА СТРОИТЕЛЬСТВА 3D-ПРИНТЕРОМ

ВИЛЛА КОМПАНИИ HUA SHANG TENGDA

Китайская компания **Hua Shang Tengda** создала двухэтажную виллу в 45 дней площадью 4,305 м².

Стены толщиной 25 см, выдерживают землетрясение силой 8.0 баллов по шкале Рихтера.



ДОМА КОМПАНИИ SHANGHAI WIN SUN DECORATION DESIGN ENGINEERING

В Шанхае компания **Shanghai Win Sun Decoration Design Engineering** на выставке провинции Цзянсу в 2014 г. продемонстрировала дома, напечатанные на 3D-принтере. Для того чтобы напечатать целое здание, компании потребовалось всего 24 часа. Самые малогабаритные строения, напечатанные по новой технологии, стоят около 10 млн. рублей.



ЗДАНИЕ “ОФИС БУДУЩЕГО” В ДУБАЕ

Здание “офис будущего” построено 23 мая 2016 года в Дубае. Одноэтажное здание площадью 250 м². На возведение объекта ушло 17 дней. В проект инвестировано 9 млн. рублей.



ГОСТИНИЧНЫЙ КОМПЛЕКС В ФИЛИППИНАХ

Гостиничный комплекс в Филиппинах высотой 4 м площадью 120 м², состоящий из двух номеров и ванны-джакузи (которая создавалась тоже из бетона при помощи 3D-печати), был построен 15 декабря 2015 года.



ПРОЕКТ ЖИЛОГО ДОМА КОМПАНИИ APISCOR

Площадь экспериментального дома составляет 36,8 м², из них 4 м² отведено под кухню, 6,5 м² – под прихожую, 5 м² займет санузел, а остальная площадь предназначена для комнаты и коридора. В дом также проведут электричество и электрическое отопление.

Себестоимость 1 м² составит от 11 до 13 тыс. рублей.



Рис. 2. Современная практика строительства 3D-принтером [10–15]

Технология печати бетоном, так называемая «контурная технология печати» очень молода, она впервые стала использоваться в 2014 году в Китае. Внедрением 3D-аддитивных технологий в строительство занимаются во многих странах мира. В 22 странах созданы национальные ассоциации по аддитивным технологиям, объединенные в альянс GARPA - Global Alliance of Rapid Prototyping Associations, в рамках которого участники обмениваются технологиями, разрабатывая, тиражируя, продавая права на их использование и привлекая к работе фирмы-разработчики 3D-моделей [8]. Но широко они применяются пока лишь в США, Японии, Германии и Китае. Мировым лидером отрасли является американская компания 3D-Systems (см. рис. 2).

В России (по данным «Промышленного обозрения» № 990 от 24 марта 2015 г.), внедрение разработок в области аддитивных технологий составляет менее 1% (в мировом масштабе). Одним из сдерживающих факторов является использование импортного оборудования (в основном от производителей из Европы и США), зависимости от его стабильных поставок в достаточном объеме, а также от колебаний курсов иностранных валют [9].

Высокотехнологичное оборудование, способное обеспечить качество изделий, стоит дорого и требует для работы и обслуживания квалифицированного, специально обученного персонала. Также, для развития аддитивных технологий необходимо формирование новых стандартов, принятие новых нормативных документов. Не менее важной проблемой является отсутствие в России серийного производства строительных композитов нового поколения для 3D-печати.

Для развития аддитивных технологий в строительстве необходимо создание эффективных композитов нового поколения с требуемыми регулируемыми свойствами, обладающие повышенной водостойкостью на основе многокомпонентных систем с микро-, ультра- и нанодисперсными наполнителями в сочетании их с другими добавками [16–18].

В Белгородском государственном технологическом университете им. В. Г. Шухова, на кафедре строительного материаловедения, изделий и конструкций под руководством д-ра техн. наук, проф. Лесовика В.С., д-ра техн. наук, проф. Чернышевой Н.В. активно занимаются разработкой строительных композитов на основе быстротвердеющего водостойкого гипсового вяжущего, модифицированного различными видами добавок (минеральных наполнителей, мик-

рофибры, ускорителей твердения, супер- и гиперпластификаторов и др.) для стройиндустрии будущего, в том числе и для 3D-аддитивных технологий [19–22].

Выводы. Использование аддитивных технологий (трехмерной бетонной печати) для возведения малоэтажных зданий позволит существенно сократить затраты за счет снижения расхода материалов и повышения производительности, многократно сократит сроки строительства, откроет новые творческие горизонты для архитекторов и дизайнеров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савицкий Н.В., Шатов С.В., Ожищенко О.А. 3D-печать строительных объектов // Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. 2016. № 3 (216). С. 18–26.
2. Бабаев В.Б., Пьеркова М.В., Крушельницкая Е.И., Жданова И.Г. Функционально-пространственное макетирование и прототипирование // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 106–111.
3. Печать домов на 3D принтере [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://make3d.ru/articles/3d-printer-dlya-pechati-domov/>
4. 3D печать в строительстве [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://blog.3dbot.ru/raznoe-o-3d/3d-pechat-v-stroitelstve.html>
5. 3D-принтер для строительства [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://www.freearx.com/2014/05/31/3d-printer-dlya-stroitelstva/>
6. Трёхмерная печать в строительстве зданий и сооружений [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://mikhailov-andreys.blogspot.co.il/2014/09/trehmernaya-pechat-stroitelstvo.html>
7. Пермяков М. Б., Пермяков А. Ф., Давыдова А. М. Аддитивные технологии в строительстве // European Research. 2017. № 1 (24). С. 14–15.
8. Лесовик В.С., Чернышева Н.В., Глаголев Е.С., Дребезгова М.Ю., Ермолаева А.Э. 3D-аддитивные технологии в сфере строительства // В сборнике: Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. 2016. С. 157–167.

9. "Российская газета" - Спецвыпуск "Промышленность". 2015. № 6718 (147).
10. 3D-принтер «Contour Crafting» [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://make-3d.ru/articles/3d-printer-dlyapechati-domov/>
11. Выставка компании WinSun [Электронный ресурс] / Режим доступа <https://3dexpro.ru/ru/article/shanhayskayakompaniya-winsun-napechatala-domna-territorii-promishlennogo-parka-vsuchgou>
12. Дом компании Hua Shang Tengda [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/in-beijing-there-was-a-3dprinted-villaof-400-m2-/>
13. Офис будущего в Дубае [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://inpos.com.ua/novosti/ofis-budushhego-v-dubae>
14. Гостиничный комплекс в Филиппинах [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://www.cntomo.com/news/1210-pervyy-v-mire-3d-pechatnyy-otel-lyukspostroyen-na-filippinakh.html>
15. Российская практика строительства 3D-принтером [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://3dtoday.ru/blogs/gruppa-stal/in-russia-established-the-first-building-a-3d-printer/>
16. Лесовик В.С. Интеллектуальные строительные композиты для 3D-аддитивных технологий / В сборнике: Эффективные строительные композиты. Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2015. С. 356–362.
17. Перькова М.В. Энергетическая устойчивость как основа безопасности города // Управление городом: теория и практика. 2015. № 1 (16). С. 83–88.
18. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чернышева Н.В., Глаголев Е.С., Кучерова А.С., Дребезгова М.Ю., Канева Е.В. Современные трехмерные технологии и факторы сдерживающие их // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 12. С. 22–30.
19. Чернышева Н.В., Лесовик В.С., Дребезгова М.Ю. Водостойкие гипсовые композиционные материалы с применением техногенного сырья: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 321 с.
20. Дребезгова М.Ю., Евсюкова А.С., Чернышева Н.В., Потапов В.В. К вопросу управления процессами структурообразования композиционных гипсовых вяжущих // В сборнике: Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. 2016. С. 263–268.
21. Tschernyschowa N.W., Lessowik W.S., Fischer H.B., Drebesgowa M.J. Gipshaltige kompositbindemittel – zukunfts des ökologischen bauens // В сборнике: 19-te internationale baustofftagung ibausil 2015. 2015. С. 699–706.
22. Murtazaiev S.A.Y., Saidumov M.S., Lesovik V.S., Chernysheva N.V., Bataiev D.K.S. Fine-grained cellular concrete creep analysis technique with consideration for carbonation // Modern Applied Science. 2015. Т. 9. № 4. С. 233–245.

Drebezova M.Yu.

MODERN ADDITIVE TECHNOLOGY IN A LOW-RISE CONSTRUCTION

Today in all spheres of our life comes to the fore the search for new, more modern methods and technologies that meet the principles of sustainable development. New approaches should be more effective from the point of view of preserving the finite resources of our planet have a minimal impact on the environment, and provide a higher final product quality. Construction is no exception. One of the new promising technologies in low-rise construction is the technology of 3D printing. 3D printing is the process of recreating a real object on the model of the 3D model. The unique ability of this technology will significantly reduce costs by reducing costs of materials and improve performance, discover new creative approaches to create a variety of architecture etc.

Key words: *three-dimensional printing, additive technology, 3D printing, construction.*

Дребезгова Мария Юрьевна, магистрант кафедры архитектуры.

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

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

E-mail: mdrebezgova@mail.ru

Коврижская О.В., ст. препод.,
Рыбалкина Н.А., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМОВ

2005nata@mail.ru

В данной статье рассматривается объемно-планировочная композиция православных храмов, пропорциональные системы каменных и деревянных храмов, иррациональные отношения, древнерусские меры, применяемые при разбивке планов и высотных размеров в строительстве храмов.

Ключевые слова: православная архитектура, объемно-планировочная композиция, пропорциональные системы, деревянный сруб, каменная палата, шатровый храм.

Введение. Пропорционирование в древности и средние века было рабочим методом архитектора, способом построения органичной архитектурной формы.

В 1791 г. во Франции метр был признан унифицированной единицей измерения, покончив с многообразием и субъективизмом в системе измерения.

В основу единицы измерения была положена практически неизменная величина – десяти-миллионная часть четверти парижского меридиана. С 1/1 1955 г. был введен для обязательного применения кодекс в области строительства – Строительные нормы и правила. Одна из глав этого строительного закона излагала «Основные положения единой модульной системы». В качестве исходной единицы для координации размеров в строительстве был принят модуль, равный 100 мм. Кубик с стороной 10 см, достаточно хорошо укладывающийся в габариты основных строительных конструкций, лег в основу многих модульных систем [1].

Перед строителями далекого прошлого стояла задача найти способы взаимосвязи архитектурно – строительных деталей, которые не только бы обеспечили утилитарные потребности, но и предали бы художественную законченность их произведениям [2].

Храм, рассматриваемый в аспекте профессиональной деятельности архитектора, является архитектурным сооружением, в создании художественного образа которого важнейшее место занимает композиция, одним из основных понятий которой является пропорция. Композиционной значимостью обладают именно пропорции, в которых раскрываются внутренние закономерности связи форм.

Основная часть. Особенности русской системы мер оказали определенное влияние на специфику методов пропорционирования древнерусских мастеров. Квадрат и его производные

лежали в основе как соотношение архитектурных форм, так и мер длины.

Деревянный сруб и каменная палата делились в плане, как правило, квадратами. Основание клетских церквей и шатровых храмов вписывались в квадрат. Основной тип крестовокупольной церкви строился на основе квадратов. Стороны и диагонали квадрата – альфа и омега древнерусского зодчего. Он начинал разбивку здания обычно с построения квадрата, отложив его стороны, проверял правильность прямых углов равенством диагоналей. Пересечение диагоналей определяло положение центра окружности барабана или купола. Отложив с помощью веревки половину диагонали на каждую из сторон квадрата, можно было построить восьмиугольник [3].

Диагональ квадрата обладала еще одним замечательным свойством, превращенная в сторону нового квадрата, описанного вокруг меньшего, она позволяла получить без математических вычислений удвоенную площадь. Сторона вписанного квадрата была равна половине диагонали вписанного [4].

Взаимосвязь стороны и диагонали квадрата легла и в основу сопряженных русских мер: маховая сажень (176,4 см) – это его диагональ. Об этом говорит и ее название «кашая» (рис. 2).

Древних деревянных построек сохранилось очень мало. Они особенно ценны для изучения приемов пропорционирования. Для примера рассмотрим одну из древнейших клетских церквей – Воскрешение Лазаря в Кизи, она построена в XIV в. Муромском монастыре. Она состояла из клетки для молящихся, алтарного прируба и притвора. Выполнение оклада храма и определение всех основных размеров, можно предполагать, осуществлять следующим образом. Исходя из назначения церкви и количества «братии» была размечена центральная квадратная клеть (рис. 3) [2, 15].

Сторона квадрата была, принята равной двум простым саженьям. Этот квадрат послужил масштабным эталоном для определения других размеров. Вынос притвора равен стороне квадрата. Местоположение бревна, ограничивающего в окладе алтарь, могло быть определено за-

сечкой веревкой, равной половине диагонали разбивочного квадрата, или откладывая косую сажень. Высота прямоугольной части основного и алтарного срубов принята равной стороне квадрата их основания.

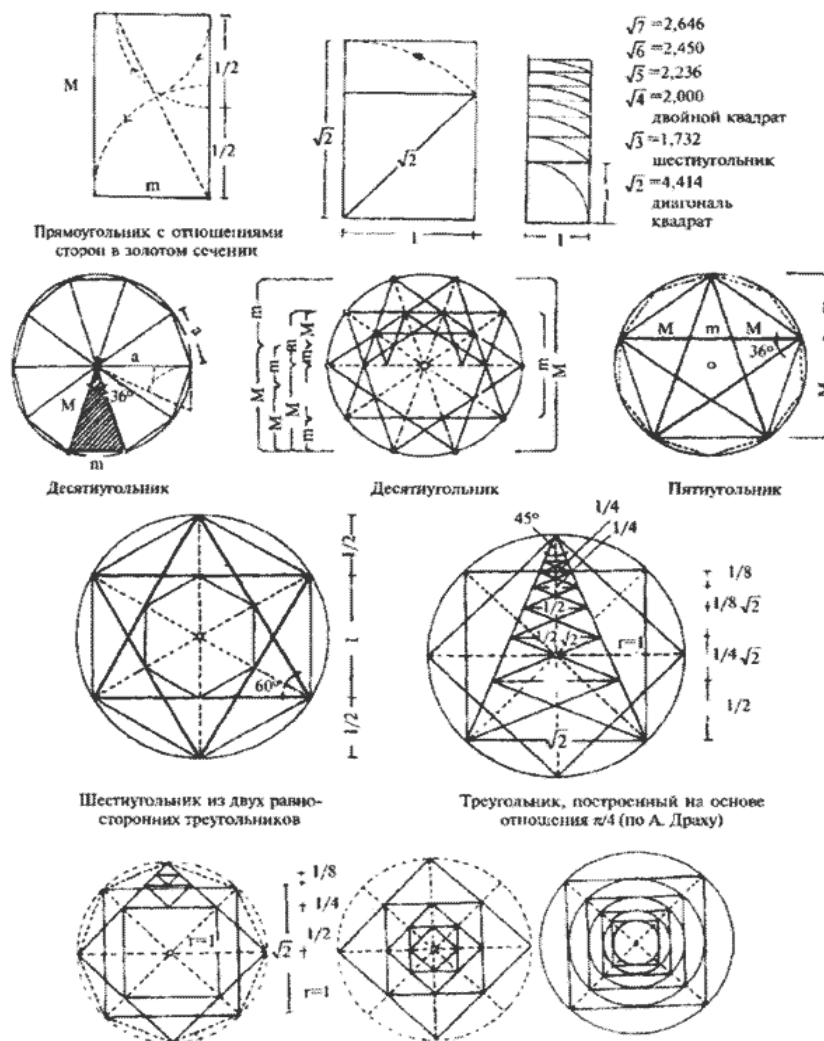


Рис. 1. Отношения и пропорции

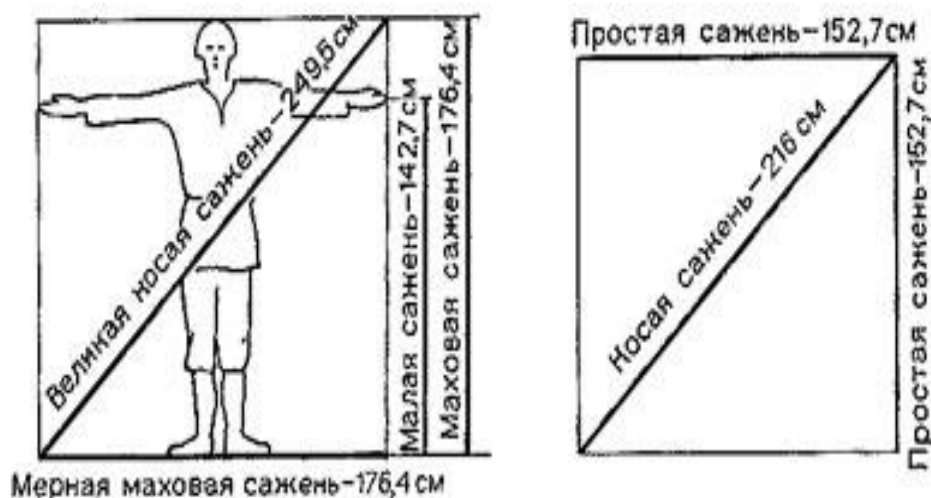


Рис. 2. Древнерусские меры длины

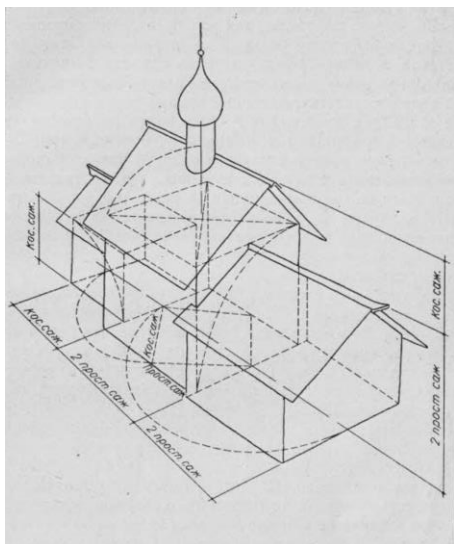


Рис. 3. Аксонометрическое изображение пропорций церкви Лазаря в Муромском монастыре, XIV в.

Такое же закономерное построение наблюдается в Петропавловской церкви Пучуги дале-

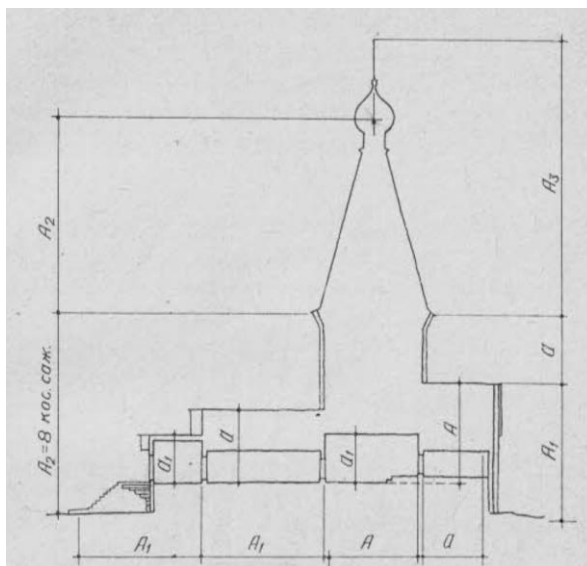


Рис. 4. Схема пропорций Петропавловской церкви села Пучуги Архангельской области, 1698 г.

A – сторона вписанного квадрата; A_1 – сторона разбивочного квадрата; A_2 – сторона первого описанного квадрата; A_3 – сторона второго описанного квадрата

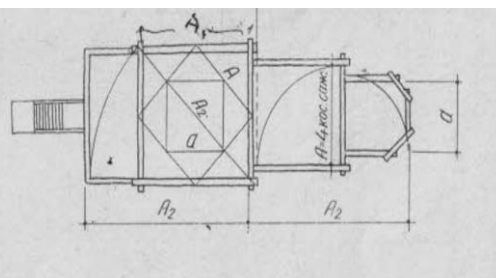
Из поколения в поколение, менялись приемы, создавались храмы, но методы пропорционирования в своей основе оставались общими. Допустим, Смоленский собор Новодевичьего монастыря (1524–1525 г.) и Ярославские церкви Иоанна Златоусова в Кровниках (1649 – 1654 гг.) и Иоанна Предтечи в Толчке (1671 – 1687 гг.), и храм Введенского монастыря в далеком Сольвычегодске (1689 – 1693 гг.), разбросанный на сотни километров друг от друга, построенные в разное время и разными архитекторами, имеют однотипную разбивочную схему плана [3, 6].

Исходной величиной для измерения основания этих храмов служит все тот же квадрат. Он ограничивал внутреннее пространство хра-

ма. Разбив квадрат и наметив его центр, мастера определяли габариты храма с галереями и приделами. [7]

кого Верхнетоемского района Архангельской области. Разметка плана храма на земле начинается с оклада основания главного столпообразного объема – четверика, на котором рубился восьмерик, квенчанный динамическим абрисом с маковкой. Ширина четверика в свету была принята в четыре косые сажени. Десятиметровые бревна, врубленные с остатком, образовали квадрат, который в дальнейшем служил отправной точкой для определения других размеров. Алтарный прируб также вписывается в квадрат, его ширина в свету равна полудиagonали основного квадрата. Размер трапезной равен стороне описанного квадрата. Длина трапезной равна восьми косым саженим. [1, 5]

Образовавшийся простой ряд величин – 4 простые сажени, 4 косые сажени, 8 простых сажени, 8 косых сажени (рис. 4).



ма. Разбив квадрат и наметив его центр, мастера определяли габариты храма с галереями и приделами. [7]

Для разметки наружных внутренних контуров галереи зодчий из центра квадрата очерчивал веревкою круг радиусом, равным стороне разбивочного квадрата. Описанный вокруг полученной окружности квадрат использовался во-круг полученной окружности квадрат использовался для разметки трех стен галереи. При этом западная стена для расширения галереи нередко ставилась внутренней гранью по линии квадрата, а северная и южная – внешними гранями (рис. 5).

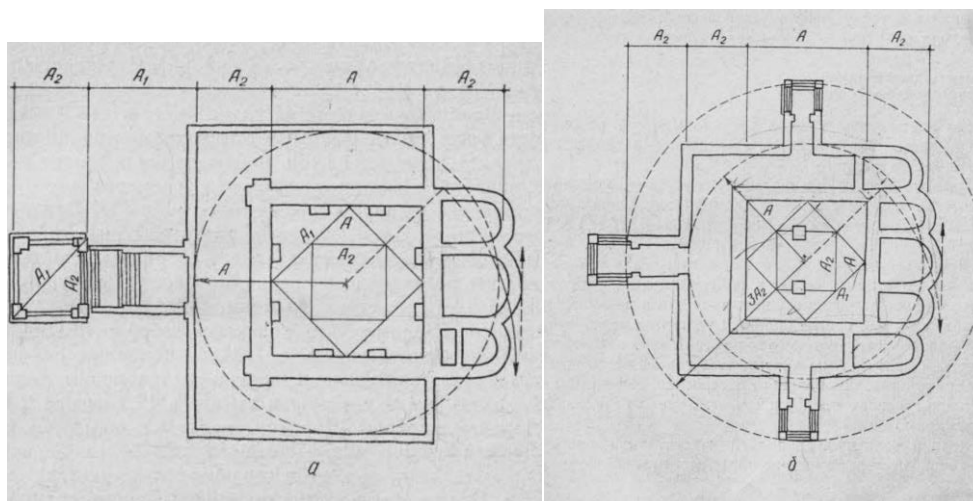


Рис. 5. Схема пропорционального построения: а – плана церкви Иоанна Златоуста в Кровниках, 1649 – 1654 гг.; б – плана храма Введенского монастыря в Сольвычегодске, 1689 – 1693 гг.

После того как была отложена толщина стен засечкою диагонали разбивочного квадрата с толщиной стен устанавливали вынос алтарных полукружий. Положение внутренних столбов и ширина центральной апсиды определять засечкой полудиagonалью разбивочного квадрата.

Рассматривая ярусные храмы: Покровский в Филях (1693 г.), Спасский в селе Уборах (1694 – 1697 гг.) и Троицкий в селе Троицком – Лыкове (1698–1703 гг.) видно, что в основу пропорций лег извечный квадрат [4, 8, 13].

Исходной величиной для всей конструктивно – пространственной структуры столпообразных церквей – колоколен служил размер нижнего четверика. Его пролет в свету и толщина стен определяли устойчивость всего высотного сооружения. Пространственная жесткость церкви в Филях и в Уборах усиливалась примыканием апсид со всех четырех сторон. Средство их объ-

емного построения сказалось и на общности ряда размеров. Внешняя сторона четверика в обоих храмах равна 8 простым саженьям, одинакова и их ширина вместе с апсидами, и высота. Обобщенные пропорции основных габаритов: сторона четверика, ширина и высота выражаются отношением 1:2:3. Эти соотношения, обеспечивавшие устойчивость и конструктивную прочность здания, сохранены и в церкви Троицы в селе Троицком – Лыкове, несмотря на типологические отличия ее пространственного построения [9, 12].

Мастер церкви Покрова в Филях, очевидно, под влиянием традиционных схем отступил от центрической композиции и немного удлинил восточную и западную апсиды, и их обходные галереи. Разметив разбивочный квадрат, он принял толщину стен четверика в простую сажень (рис. 6).

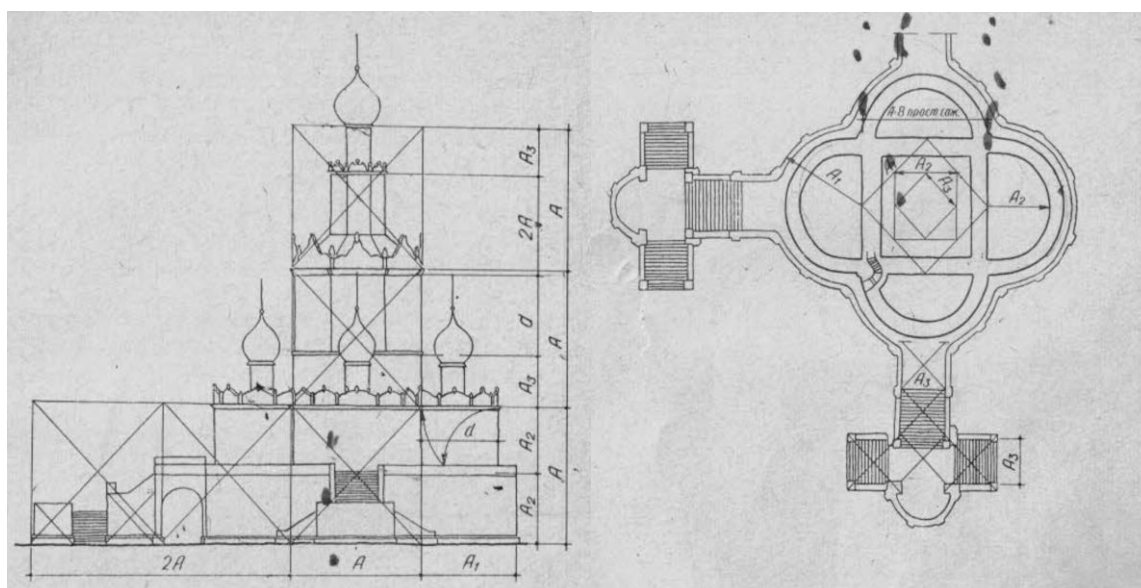


Рис. 6. Схема пропорционального построения Покровской церкви в Филях, 1693–1694 гг.

Заключение. Важнейшим инструментом при пропорционировании является применение основных геометрических фигур: квадрата, круга и треугольника как носителей совершенства, порядка и гармонии, которым в древних трактатах придавалось сакральное значение выражения закономерностей построения вселенной. Конкретные разработки строятся на таких пропорциональных системах, как квадрирование и триангулирование на основе сеток квадратов и треугольников (рис. 14). Геометрические мето-

ды установления размерности элементов здания были для зодчих Древней Руси необходимым условием строительства храмов [10, 11].

В проектировании современных храмов, также применяются пропорциональные системы, в пример приведен храм студента Белгородского технологического университета В.Г. Шухова Рыбалкиной Н.А. «Православный храмовый комплекс на 400 молящихся», рук. Коврижкина О.В. (рис 7).

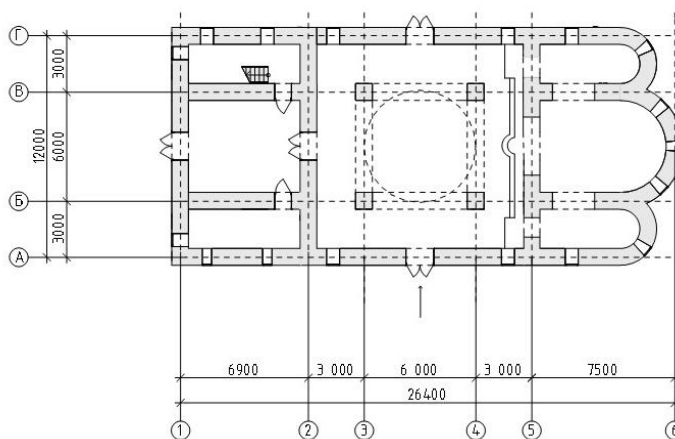
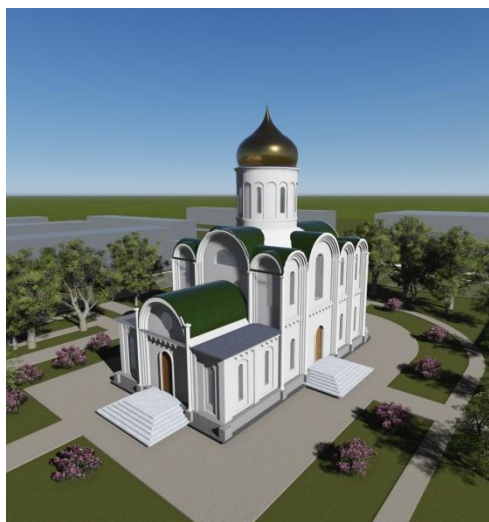


Рис. 7. Фрагмент учебного проекта «Православный храмовый комплекс на 400 молящихся», 2017 г.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коврижкина О.В. Композиция. Пространство. Архитектура: в 1 ч. Учеб. наглядное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ. 2015. Ч.1. С. 148.
2. Коврижкина О.В. Композиция. Пространство. Архитектура: в 2 ч. Учеб. наглядное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ. 2015. Ч.1. С. 34.
3. Перькова М.В., Коврижкина О.В. Архитектурное конкурсное проектирование в учебном процессе. Белгород: Изд-во БГТУ. 2014. С. 126.
4. Степанов А.Ф. Объёмно-пространственная композиция. М: Стройиздат, 2007. С. 256.
5. Мелодинский Д.Л. Школа архитектурно-дизайнерского формообразования. М.: Изд-во «Архитектура-С», 2004. С. 312.
6. Тиц А. А. Архитектура, стандарт, красота. Учеб. пособие: Киев. 1972. С. 49–59.
7. Бадьин Г.М. Технология реконструкции зданий и сооружений. Учеб. пособие. М.: Изд-во СПб ГАСУ. 2002. С.139.
8. Кочерженко В.В., Лебедев В.М. Технология реконструкции зданий и сооружений. Учеб. пособие. М.: Изд-во: АСВ, 2007. С.198.
9. Стасюк Н.Г., Киселева Т.Ю., Орлова И.Г. Основы архитектурной композиции. Учеб. пособие. М.: Изд-во «Архитектура – С», 2003. С. 10, 19.
10. СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений».
11. Козлюк Е.А. Проект реставрации храма в честь зачатия Иоанна Предтечи // Архитектон Уральская государственная архитектурно-художественная академия. 2012. №38. С. 1–3.
12. Колесникова Л.И. Моргун Б.Г, Божко А.Т., Черныш Н.Д. Учеб. пособие. М.: Изд-во Православный собор (на 200 молящихся). 1997. С. 4–15.
13. СНиП 31-103-99 «Здания, сооружения и комплексы православных храмов».
14. Кеслер М.Ю. Православные храмы. Том 2. Учеб. наглядное пособие: М.: Изд-во Архитектурно – художественный центр Московской Патриархии АХЦ «Арххрам». 2003. Ч.2. С. 148.
15. Иерей Г.Е. Строительство и освящение второго храма. Учеб. пособие. М.: Изд-во ПСТГУ. 2005. Ч 1. С. 3–14.

Kovrizhkina O.V., Rybalkina N.A.

PRINCIPLES OF PROPORTIONAL SYSTEMS IN CONSTRUCTION OF ORTHODOX TEMPLES

In this article, we consider the volume-planning composition of Orthodox churches, proportional systems of stone and wooden churches, irrational relations, Old Russian measures, used in the breakdown of plans and height dimensions in the construction of churches.

Key words: *orthodox architecture, volumetric-planning composition, proportional systems, wooden frame, stone chamber, tent temple.*

Коврижкина Ольга Викторовна, старший преподаватель, член СА РФ.

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

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

E-mail: architektura_bgty@mail.ru

Рыбалкина Надежда Анатольевна, студент кафедры архитектуры и градостроительства.

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

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

E-mail: 2005nata@mail.ru

Шапиро Г.Е., аспирант
Южный Федеральный Университет

ДЕВЯТИПОЛЬНЫЙ ТИП СИНАГОГ: ГЕНЕЗИС, ОСОБЕННОСТИ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО И КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ

lamvantang@gmail.com

Промышленные отходы, в том числе топливные, являются причиной возникновения основных проблем загрязнений почвы, воды и воздуха окружающей среды. Зольные остатки, как побочный продукт сжигания каменноугольной и бурогоугольной пыли благодаря индексу активности, малому размеру частиц и химическому, а также фазовому составу широко используются как добавки в производстве цементов, бетонов и строительных растворов. Грамотное использование зольных остатков способствует решению экологических проблем, улучшению эксплуатационных свойств строительных материалов и повышению экономической эффективности их производства.

Добавление зольных остатков в бетоны и строительные растворы приводит к сокращению расхода цемента и повышению их коррозионной стойкости за счет связывания свободного гидроксида кальция в менее растворимые соединения, а также к экономии природных невозобновляемых сырьевых ресурсов.

Ключевые слова: промышленные отходы, загрязнение окружающей среды, золы-уноса, зольные остатки, цементно-песчаный камень, прочность на сжатие, индекс активности.

Введение. Зарождение и распространение девятипольного типа синагог в странах Центральной и Восточной Европы в XVII-XIX веках представляет собой заметное явление еврейской архитектуры [1]. С конца XIX столетия на проблему его генезиса было обращено пристальное внимание многих европейских и американских исследователей. Материалы натуральных и архивных изысканий, а также собственные соображения о происхождении и типологии девятипольных синагог, приводимые В. Луцкевичем, А. Гротте, М. Балабаном, А. Шишко-Богушем и Ш. Зайчиком, имевшими возможность непосредственно изучать утраченные впоследствии сооружения, архивы и бытовавшие в общинах предания, представляют особую ценность. Работы этих авторов заложили основу для последующих изысканий.

Изучение генезиса девятипольных синагог закономерно поднимало вопрос о вероятном источнике влияний или заимствований. И если исследователь А. Шишко-Богуш считал четырехстолпные барочные синагоги самобытным, оригинальным явлением в истории архитектуры [2], то его коллега М. Балабан видел в становлении этого типа зданий восточные, византийские влияния, распространившиеся, как известно, прежде всего на восточных землях Речи Посполитой, - в отличие от германских синагог, вытянутых в плане под влиянием католической архитектуры XIII-XV веков [3].

Планировочная структура и конструктивные решения девятипольных четырехстолпных синагог, сформировавшиеся на рубеже XVIII-XIX вв., отложили отпечаток на дальнейшую

эволюцию архитектуры синагог Восточной Европы и Российской Империи.

Целью настоящей работы является краткий обзор существующих концепций генезиса девятипольного четырехстолпного типа синагог и выявление путей влияния данного типа на конструктивные решения и объемно – пространственную композицию синагог Области Войска Донского и Кавказского края, построенных в период конца XIX-начала XX вв..

Основная часть. Девятипольными синагогами являются четырехстолпные синагоги, в которых опоры и подпружные арки разделяют перекрытие главного зала на девять равных сводов. Данный тип планировочной структуры повсеместно применялся при проектировании синагог Кавказского края и Области Войска Донского «общегражданского типа» и являлся базисной основой для конструктивной схемы и планировочного решения реформистских «дворцовых» синагог. Поэтому исследование генезиса девятипольного типа является актуальной темой исследования синагогальной архитектуры.

Существует две основные причины появления девятипольного типа синагог: утилитарный и идеологический. Первый фактор, являющийся причиной появления такого типа планировочной структуры – стремление совместить достоинства зальных безопорных синагог, зародившихся в Восточной Европе в XVI веке и распространившихся в небольших периферийных еврейских поселениях с преимуществами германских и чешских готических двухнефных синагог, трансформировавшихся в синагоги с

бимой-опорой: в зальных синагогах были наилучшие условия для восприятия произносимого с бимы, а в последующем типе бима была центральным планировочным и конструктивным ядром. Это было оправдано идеологически, но за счет близкого расположения опор нарушалось восприятие происходящего священнодействия. Также к утилитарным предпосылкам относится рост численности еврейских общин, связанный с благоприятными политическими условиями. Это приводило к увеличению размеров молитвенного зала и появлению промежуточных опор, необходимых для перекрытия большого пространства. К увеличению единого сакрального пространства также приводила тенденция включения в основной объем женской галереи и вестибюля под ней.

Ко второй группе источников возникновения девятипольного типа синагоги является работа Х.Б. Виллальпандо и Х. Прадо «*In Ezechielem explanationes...*», опубликованная в Риме в 1596-1604 годах. В реконструкции Храма Соломона, предпринятой в 1642 г. рабби Яковом

Иудой Леоном Темпло, явно просматривается влияние гравюр, помещенных в труде Виллальпандо: совпадают такие детали, как вогнутые контрфорсы и ниши внешней стены. Наибольший интерес в книге представляет реконструкция планировочной схемы Храма Соломона с ее символическим объяснением, а также реконструкция его ордерной системы (рис.1). Виллальпандо изображал планировку Храма исходя из девятипольной схемы с равными полями, приписывая ее узлам имена колен Ираилевых, разделяя колено Иосифа на колена Эфраима и Менаше, а левитов - на сынов Герпюна, Кеата и Мерари, а также Моисея и Аарона, в соответствии с порядком расположения стана Израиля в пустыне. Далее Виллальпандо увязывал периферические узлы схемы со знаками Зодиака, центральные узлы – с четырьмя стихиями, промежутки между узлами – с семью планетами. В центре композиции помещался Храм, соответствовавший скинии. Весь замысел описывался как данный Соломону свыше образец Божественного порядка.

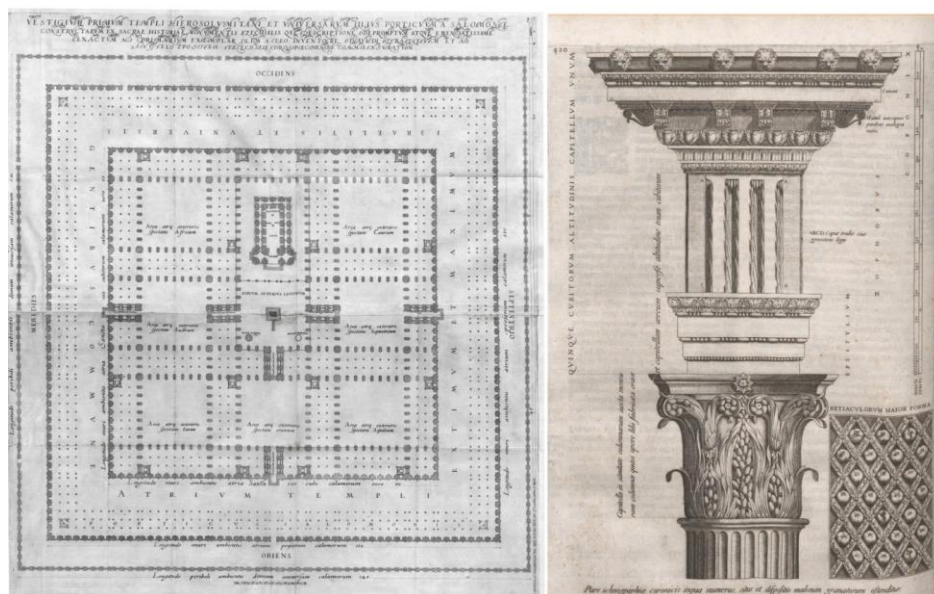


Рис. 1. Схема плана Храма Соломона. Фрагмент коринфского ордера. Реконструкция Виллальпандо

Неоспоримым заимствованием из реконструкций Храма Соломона являются вогнутые контрфорсы, которые выполняются из кирпичной кладки [4]. Данная деталь применялась в синагогах стиля «запаздывающей готики» как конструктивный элемент, а в дальнейшем как элемент сугубо идеологический.

Что касается ордера Храма, то в реконструкции Виллальпандо он приобретал коринфские капители с выразительной деталью - ветвью зрелых олив, имевшей широкое распространение в античной и христианской архитектуре. Над коринфскими капителями помещался дорический архитрав с триглифами и метопами.

Благодаря книге Виллальпандо коринфскому ордеру как ордеру Храма Соломона выпала роль особого, сакрального ордера. Однако синагога с идеологической точки зрения долгое время нарочито не олицетворялась с храмом и отождествлялась с сооружением временным и вынужденным. Поэтому ордер преобладал дорический, как ордер «низкого» стиля.

Распространение коринфская капитель получила в классицистический период на некоторых землях Украины и Речи Посполитой [5]. Сочетание 4 колонн, 9 сводов и коринфских капителей наблюдается в синагогах Львова и Острога. В остальных областях коринфский ор-

дер отсутствовал и наблюдается типичный для синагогальной архитектуры дорический.

Таким образом, дальнейшее распространение данного типа синагог на восток предпочтительнее обуславливать следствием утилитарных причин: удобства совершения ритуала, акцентирования центральности бимы четырьмя колоннами. При этом прямой преемственности Виллальпандовой реконструкции храма не прослеживается.

Существуют неоспоримые доводы в пользу того, что самой первой девятипольной четырехстолпной синагогой с равными полями сводов, была львовская Предместская синагога. План главного зала синагоги семантически был схож с планом Храма в Виллальпандовой реконструкции – девяти внутренним храмовым дворам, разделенным колоннадами, в львовской синагоге соответствовало девяти равным полям крестовых барочных сводов, разделяемых подпружными арками (рис.2).

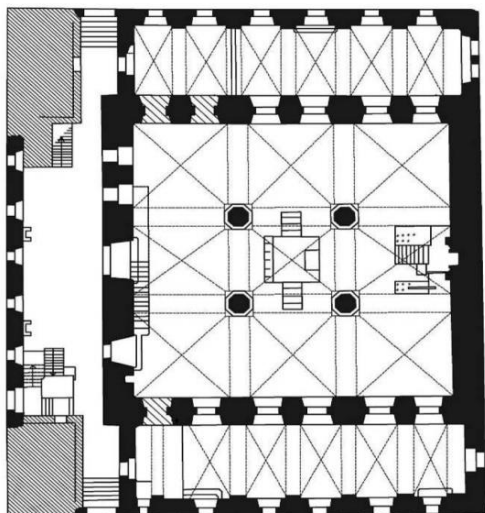


Рис. 2. План-схема первого этажа Предместской синагоги Львова

Интересным является также прием использования трех сходящихся колонн в узловых точках бимы-опоры, олицетворяющий 12 колен Израилевых.

Генезис конструктивной системы девятипольного типа синагог, в особенности - способы перекрытия зального пространства, нашел свое отражение в зданиях синагог Области Войска Донского и Кавказского края, вступая при этом в синтез с местной архитектурной традицией. Традиционно синагоги девятипольного типа возводили из камня и кирпича, а ряд синагог возводился методом «прусская стена» (Фахверковый): каркас из деревянных брусев с заполнением кирпичной, либо каменной кладкой, а также глиной [6]. Фахверковым методом возводились, как правило, синагоги небольших населенных пунктов. Данный метод был заимство-

ван из традиции строительства синагог «оборонного» типа периода средневековья, находящихся вне структуры городских оборонительных сооружений. До того момента, пока женское отделение и молельный зал не стали объединяться в единую структуру, оно располагалось в пристройках, выполненных в каркасных конструкциях [7]. При этом на протяжении всего эволюционного процесса конструктивной системы синагог самым сложным конструктивным элементом сооружения была крыша и сводчатое или купольное перекрытие главного зала.

Одним из основных средств организации пространства здания синагог являются своды различных типов, которыми перекрывали молитвенные залы и синагогальные помещения. Например, безстолпные молитвенные залы перекрывались полуциркульным сводом с распалубками [8]. Синагоги с бимой-опорой перекрывались системой крестовых сводов без подпружных арок или из двух типов сводов (крестовых и парусных) на подпружных арках. Конструкция перекрытия девятипольных синагог является результатом усовершенствования предыдущих типов и остается неизменной на протяжении всего своего существования. Преимущественно – это крестовые своды на подпружных арках, поздние – перекрытие парусными сводами. Больше 50 % зданий синагог девятипольного типа перекрыты девятью полями сомкнутых ступенчатых сводов [9]. Иногда центральное поле над бимой перекрывалось сферическим сводом, что имело не только конструктивное, но и идеологическое обоснование [10].

Подобные традиции в конструктивных решениях девятипольных синагог, сложившихся еще в XVIII веке отложили отпечаток и на конструкции перекрытий синагог XIX-XX вв.. Некоторые синагоги перекрыты кирпичными сводами на подпружных арках: например, три поля узких парусных сводов на полуциркульных подпружных арках в синагоге Круи и Кусары, два поля полуциркульных сводов - в Тимархан-Шуры [11]. Большие квадратные залы поздних синагог перекрывали фальшивым деревянным сводом (синагога Еврейской Слободы) (1880).

Примечательно конструктивное решение Солдатской синагоги Ростова-на-Дону. Архитектура здания представляет собой синтез восточноевропейской средневековой синагогальной традиции и господствовавших рационалистических тенденций модернистской архитектуры периода начала XX века [12]. Главный объем синагоги- молитвенный зал с женской галереей традиционной средневековой кубической формы перекрытый зеркальным сводом с распалуб-

ками в центре падуги восточной стены.

В девятипольных синагогах частым приемом являлось применение люнет, как правило в количестве двенадцати по числу колен Израилевых [13], в которых располагались круглые окна. Подобное решение встречается в Большой Тифлисской синагоге, в северной и южной стенах которой запроектированы круглые оконные проемы. Подобие люнетам представляют собой 12 стрельчатых оконных проемов под потолком в синагоге Кусары в Еврейской слободе Азербайджана [14]. Данные прием отражает приверженность традиционным принципам синагогальной архитектуры и одновременно является выражением рационалистических тенденций того времени (высокий оконный проем освещал молитвенный зал, а малый проем в том же створе освещал женскую галерею) [15].

Выводы. На основании проведенного анализа сделан вывод, что девятипольные синагоги являются заметным явлением в синагогальной архитектуре Восточной Европы и Российской Империи. Выделяется 2 источника возникновения девятипольного типа синагог:

- утилитарный, обосновывающий возникновение данного типа синагог эволюцией конструктивной системы перекрытия зального пространства и увеличением численности еврейских общин;

- идеологический, рассматривающий структуру девятипольных синагог как интерпретацию 9 внутренних дворов Храма Соломона согласно гравюрам в книге Виллальпандо.

Конструктивная система перекрытия зального пространства в девятипольных синагогах является следствием эволюции сводчатых конструкций четырехстолпных синагог с бимой-опорой, двунефных и безстолпных синагог. Выявлено непосредственное влияние синагог девятипольного типа на синагоги Кавказского края и Области Войска Донского, конструктивная и объемно-планировочная система которых является синтезом общеевропейских тенденций синагогального зодчества (в частности девятипольного типа синагог), региональных архитектурных традиций и тенденций, зародившихся в Санкт-Петербурге.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бернштейн-Вишницер Р. Искусство у евреев в Польше и Литве // История евреев в России. (Под ред. Браудо А.И., Вишницер М.Л., Гессен Ю. и др.). М.: Мир, 1914. Т.ХI. История еврейского народа. Т.1. С. 390–405.
2. Жолтовский П.Н. Памятники еврейского искусства // Декоративное искусство СССР. 1966. № 9. С. 28–33.
3. Макушенко П.И., Петрова З.А. Народная архитектура Закарпатья / Под ред. Ю.А. Нельговского. К.: Госстройиздат УССР. 1956. 162 С.
4. Хаймович Б. Подольское местечко: пространство и формы // 100 еврейских местечек Украины. Подolia: Исторический путеводитель. Иерусалим - СПб. 1998. Изд.2. Вып.1. С. 43–76.
5. Яргина З. Деревянные синагоги // Шедевры еврейского искусства. 1993. №5. С. 319–361.
6. Wishnitzer, R. The Architecture of the European Synagogues. Philadelphia: The Jewish Publication Society of America. 1964. 600 С.
7. Dominique Jarrassé, Synagogues: Architecture and Jewish Identity. Paris. 2001. 250 С.
8. Ivan Kalmar, "Moorish Style: Orientalism, the Jews, and Synagogue Architecture,"// Jewish Social Studies. № 7. 2001. С. 68–100.
9. Keßler, Katrin. Ritus und Raum der Synagoge. Petersburg. 2007. 120 С.
10. Rachel Hachlili. Ancient Jewish Art and Archaeology in the Diaspora. Leiden. 1998. 245 С.
11. Rivka and Ben-Zion Dorfman. Synagogues without Jews and the Communities that built and used them. Philadelphia. 2000. 380 С.
12. Zoya Yargina. Wooden Synagogues. Moscow. 1993. 120 С.
13. Bracha Yaniv. "Praising the Lord: Discovering a Song of Ascents on Carved Torah Arks in Eastern Europe". Ars Judaica № 2. 2006. С. 83–102.
14. Maria and Kazimierz Piechotka, Bramey Nieba. Bóznice murowane na ziemiach dawnej Rzeczypospolitej. Warsaw. 1999. 138 С.
15. David Kaufman. Shul with a Pool: The "Synagogue-Center" in American Jewish History. Hanover and London. 1999. 290 С.
16. Laura Rachel Felleman Fattal. American Sephardi Synagogue Architecture. Jewish Art 19–20. 1993–1994. С. 22–44.

Shapiro G.E.

THE NINE-POLE TYPE OF SYNAGOGUES : GENESIS, PECULIARITIES OF VOLUME-PLANNING AND CONSTRUCTIVE SOLUTION

In recent years, particular interest is researching and restoration of monuments of the Jewish sacral architecture of the south of Russia, as the most important objects of the region's material culture, as well as significant architectural monuments of artistic value. The works of Jewish religious architecture represent in this context unique and poorly studied example of the synthesis of a multi-century national culture and re-

gional identity of the Jewish Diaspora. This article discusses the issue of borrowing and influencing the synagogue architecture of the Region of the Troops of the Don and the Caucasus in the context of pan-European trends in synagogue architecture. A special place in the evolutionary process of synagogue architecture is occupied by the nine-pole type of synagogues, which originated at the turn of the XVIII-XIX centuries in Central Europe. This type assumes the presence of four vertex supports and nine forming vault fields. Such a constructive system has become widespread in the Baroque, and in the classic, and eclectic synagogues. In the process of the evolution of constructive systems and building technologies, the nine-field system was transformed, but the main ideas embedded in it concerning the semantics of the sacral space are also traced in the synagogue buildings of the late 19th and early 20th centuries.

Key words: *nine-pole synagogues, "bima-support", Aron-kodesh, four-pillar type.*

Шапиро Григорий Ефимович, аспирант, кафедры истории архитектуры, искусств и архитектурной реставрации

Южный федеральный университет.

Адрес: Россия, 344000, г. Ростов-на-Дону, пр. Буденновский, д. 39

E-mail: shapirogr@mail.ru

DOI: 10.12737/article_5926a059a61911.52601696

*Силин Р.В., магистрант,
Корбут Е.Е., канд. техн. наук, доц.
Белорусско-Российский университет г. Могилёв
Косицына Э.С., канд. техн. наук, проф.
Волгоградский государственный технический университет
Чернышева Н.В., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ ОЗЕЛЕНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ И ИХ ВЛИЯНИИ НА КАЧЕСТВО ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ г. МОГИЛЕВА

silinruslan@gmail.com

В условиях экологического неблагополучия растительный потенциал является одним из эффективных факторов оздоровления среды обитания человека. Зеленые насаждения выполняют санитарно-гигиенические и психофизиологические функции: продуцируют кислород, ассимилируют углекислоту, осаждают пыль, газообразные химические вещества, микроорганизмы, радионуклиды, смягчают климатические параметры, снижают интенсивность инфракрасного солнечного излучения. В этой связи все более актуальной становится задача поиска путей смягчения неблагоприятного воздействия на население возрастающих антропогенных нагрузок. Один из путей ее решения – это рациональное размещение зеленых насаждений в плане города, имея в виду площадь зеленых насаждений, конфигурацию объектов озеленения общего пользования, местоположение по отношению к жилой застройке. Зелёные насаждения – это неотъемлемая часть градостроительного комплекса. Они являются важным средством в оздоровлении воздушного бассейна, в создании благоприятных микроклиматических и санитарно-гигиенических условий для работы и отдыха населения, способствуют функциональной организации городских территорий, являются действенным фактором в повышении художественной выразительности архитектурных ансамблей.

Ключевые слова: город, планировочная структура, озелененные территории общего и ограниченного пользования, уровень озеленённости.

В настоящее время озеленённые территории – это не только средство эстетического оформления зданий и сооружений и композиционная основа городов Беларуси, они играют ключевую роль в смягчении или нивелировании влияния на городскую среду таких негативных антропогенных явлений, как:

- рост числа жителей городов [1];
- рост числа личных транспортных средств [2];
- возникновение незапланированных центров городской жизни;
- появление новых центров притяжения транспортных потоков;
- резкий рост уровень вредных и опасных факторов воздействующих на жителя (загазованность, шум, вибрация) [3];
- уплотнение застройки за счёт озеленённых территорий [4];
- застройка новых территорий без учёта их озеленения, препятствующих росту качества жизни горожан, повышающих их заболеваемость и ухудшающих экологическую обстановку [5].

Зеленые насаждения и городские леса – неотъемлемая часть градостроительной струк-

туры Могилева и часть его экологического каркаса. Они входят в систему жизнеобеспечения города, как важнейший средообразующий и средозащитный фактор, обеспечивающий комфортность и качество среды обитания человека, и как обязательный элемент городского ландшафта.

Согласно принятой в Беларуси классификации [6] Могилев входит в число крупных городов, являясь центром одноименной области. Планировочная структура города тяготеет к расчленённой (городскую территорию пересекают река Днепр и транзитные железнодорожные пути) с элементами радиальной структуры в правобережной части.

Город включает в себя две административно-территориальных единицы Ленинский [7] и Октябрьский районы [8], граница которых в основном проходит по реке Днепр.

Ленинский район расположен на правом берегу Днепра и включает в себя исторический центр города, заложенный по разным данным в X–XII веке [9]. В зоне охраняемой исторической застройки района располагается старейшая «Губернаторская», ныне площадь «Славы». Сюда же сходятся старейшие улицы, определившие

радиальную планировочную структуру этой части города [10].

По данным переписи 2009 года площадь Ленинского района – 6200 Га, численность населения 200 000 чел. [8].

Объекты озеленения общего пользования Ленинского района включают: 30 скверов, Аллея героев по улице Первомайской, Бульвар Ленина, озеленение Ротонд в микрорайоне «Юбилейный», бульвар Днепропетровский, Парк им. Горького, Лесной массив по Шкловскому шоссе, Печерский лесопарк.

Общая площадь объектов озеленения общего пользования Ленинского района составляет 352,935 Га, в том числе площадь зеленых насаждений 347,923 Га.

Октябрьский район – административно-территориальная единица города Могилёва. Образован в 1962 году. Расположен в южной части города. Большая часть района расположена на левом берегу Днепра. Исторически эта часть города развилась из посадских территорий, носивших историческое название «Луполово» и населенных ремесленниками, занимавшимися преимущественно выделкой кож.

В советский период Октябрьском район включал две промышленные зоны (южная промзона – центром которой является некогда крупнейшее в Европе ОАО «Химволокно» и ряд предприятий вокруг него; восточная промзона – её центром стал автозавод им. Кирова и вагоностроительный завод), а также микрорайоны, жители которых трудились на этих предприятиях.

По данным переписи 2009 года площадь Октябрьского района – 5289 Га, численность населения 168 000 чел. [7].

Таким образом, площадь города составляет 11489 га, численность населения 368 тыс. чел.

Число благоустроенных объектов озеленения общего пользования Октябрьского района весьма малочисленны и включают: 2 сквера, бульвар по улице «Непокоренных», набережная Днепра вдоль Пушкинского проспекта и улице Большой Чаусской, Парк «60 лет Великого Октября», зона отдыха «Святое озеро», стихийное место отдыха на заливе реки Днепр в р-не улицы Фатина, Мемориал «Буйничское поле». Не так давно в городскую черту на территории района была включена, часть пригородного лесного массива «Любужский лесопарк». На юго-востоке на территорию района входит неблагоустроенный лесной массив, расположенный между Славгородским и Чаусским шоссе.

Общая площадь объектов озеленения общего пользования Октябрьского района составляет 192,335 Га, в том числе озеленение 185,677 Га.

Для всестороннего раскрытия архитектурной роли и возможностей системы озеленения в градостроительстве были разработаны и с 1 мая 2016 года в Беларуси действуют Методические рекомендации по проектированию «Правила проведения озеленения населенных пунктов» [11]. В этом документе уже не используется термин «насаждения» при определении зон общего, ограниченного пользования и специального назначения, а применяется понятие «озелененные территории». Так, согласно вышеуказанным методическим рекомендациям, озелененные территории населенного пункта в зависимости от типа преимущественного использования и функционального предназначения подразделяются на:

- озелененные территории общего пользования;
- озелененные территории ограниченного пользования;
- озелененные территории специального назначения;
- прочие озелененные территории.

Как видим, эта классификация отличается еще и тем, что насаждения на улицах населенных пунктов уже не выделены в самостоятельную группу (как в предыдущих двух документах), а вошли в число насаждений специального назначения. Кроме того, в [11] уделено внимание разработке понятийного аппарата, терминологии, используемой при проектировании благоустройства территорий населенных пунктов, а также приводятся методические рекомендации по расчету обеспеченности жителей озелененными территориями.

Согласно [11] озелененные территории общего пользования – это «территории, предназначенные для организации различных видов отдыха населения. К ним относятся: парки, скверы, сады, бульвары, лесопарки, гидропарки, лугопарки, ландшафтные парки, зоны кратковременной рекреации у воды, городские леса, озелененные участки общественных центров общегородского и районного значения». Инвентаризация объектов озеленения, расположенных на землях населенных пунктов, проводится один раз в пять лет [12].

В соответствии с результатами натурных обследований, а также определениями объектов озеленения, приведенными в [11], в системе озеленения Могилёва можно выделить следующие озелененные территории общего пользования:

- скверы;
- бульвары;
- парки;
- лесопарки.

Так, в Могилеве насчитывается 31 сквер, 8 бульваров, 5 парков (с учетом мест купания, часть из них выполняют ещё и функцию гидропарков), 2 лесопарка.

В таблицах 1–3 приведена структура системы озеленения города Могилёва по административным районам и городу в целом.

Таблица 1

Структура системы озеленения Ленинского района г. Могилёва

Элементы озеленения Ленинского р-на	Структура озеленения Ленинского р-на г. Могилёва (Га)	Уд. вес %
Площадь района	6200	100 %
Не озеленённые территории	4853,97515	78,29
Площадь скверов	21,46999	0,35
Площадь бульваров и аллей	1,74706	0,03
Площадь парков и гидропарков	0,67933	0,01
Площадь лесопарковых зон	324,02645	5,23
Другие озеленённые территории района	998,10201	16,10
Итого: площадь озеленения района	1346,024847	21,71

Таблица 2

Структура системы озеленения Октябрьского района г. Могилёва

Элементы озеленения Октябрьского р-на	Структура озеленения Октябрьского р-на г. Могилёва (Га)	Уд. Вес %
Площадь района	5289	100%
Не озеленённые территории	4836,724847	91,45
Площадь скверов	1,71717	0,03
Площадь бульваров и аллей	16,55332	0,31
Площадь парков и гидропарков	95,49285	1,81
Площадь лесопарковых зон	71,91383	1,36
Другие озеленённые территории района	266,59799	5,04
Итого: площадь озеленения района	452,27515	8,55

Таблица 3

Структура системы озеленения Могилёва по данным инвентаризации за 2014 год [13]

Элементы озеленения Города Могилёва	Структура озеленения города (Га)	Уд. Вес %
Общая площадь города	11489	100%
Не озеленённые территории	9690,7	84,35
Площадь объектов озеленения общего пользования	533,6	4,64
Ограниченного пользования	441,3	3,84
Специального назначения	104,4	0,91
На улицах	59,6	0,52
Прочие объекты озеленения	659,4	5,74
Общая площадь объектов озеленения	1798,3	15,65

Несомненным минусом городского озеленения является неравномерность распределения зеленых массивов на территории города и недостаточный уровень озеленённости города Могилёва, который составляет 15,65 %. Обеспеченность жителей объектами озеленения – 4,89 м²/чел.

Решение этой проблемы намечено в корректировке к генеральному плану развития города, утверждённой в 2016 году [14]. Возможно, для экономии ограниченных государственных ресурсов и оптимизации процессов планирования стоит учесть и зарубежный опыт создания озеленённых территорий путём привлечения

средств общественных организаций и крупного частного капитала, широко практикуемый в Европе и США [15], а также модели включения городских озеленённых объектов в состав регионального зелёного каркаса территории [16].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Игнатовская Ю.А. Динамика развития городов Беларуси / Географические науки в обеспечении стратегии устойчивого развития в условиях глобализации: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. 25-28 окт. 2012 г., Минск, Беларусь, Белорусский государственный университет // Минск: Изд. центр БГУ, 2012. 362с.
2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс] URL: <http://www.belstat.gov.by> (дата обращения: 17.04.2017).
3. Здоровье населения и окружающая среда г.Могилева в 2015 году [Электронный ресурс] URL: <https://uzmzcge.by> (дата обращения: 17.04.2017).
4. К. Таберко Озеленение территорий массовой жилой застройки на примере города Минска // Архитектура и строительство. 2010. №1. С.32-34.
5. Городская экология: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.Н.Тетиор. – 2-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия». 2007. 336 с.
6. Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки: ТКП 45-3.01-116-2008. Введ. 28.11.08. Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, БЕЛНИИПГРАДО-СТРОИТЕЛЬСТВА, 2009. 64с.
7. Администрация Октябрьского района г. Могилева [Электронный ресурс] URL: <http://www.octmogilev.gov.by> (дата обращения: 26.03.2017).
8. Администрация Ленинского района г. Могилева [Электронный ресурс] URL: <http://lenadm-mogilev.gov.by> (дата обращения: 26.03.2017).
9. Могилёв. История возникновения города и краткая историческая справка [Электронный ресурс] URL: <http://www.mogilev.by> (дата обращения: 17.04.2017).
10. Архітэктура Могілёва: з гісторыі планіроўкі і забудовы горада / Т.І.Чарняўская – Выдавецтва «Навука і тэхніка», 1973.-96с.
11. Методические рекомендации по проектированию «Правила проведения озеленения населенных пунктов». Введ. 01.05.16. Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2016.87с.
12. Инструкции о порядке государственного учета объектов растительного мира, расположенных на землях населенных пунктов, и обращения с ними: утв. Министерством жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь 29.12.04:текст по состоянию на 20 янв.2012 г. /Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск. 2012. [Электронный ресурс] URL: <http://www.pravo.by> (дата обращения: 08.05.2012).
13. Отчёт о зеленых насаждениях за 2014 г. МГКУП «Управление коммунальных предприятий г. Могилёв». Приказ №129 Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь. Минск 28.11.15.
14. Генеральный план г. Могилёва (корректировка). Основные положения. Том1 // Научно-проектное республиканское унитарное предприятие «БЕЛНИИПГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА», Минск, сент. 2016. 75с.
15. A guide to community park and recreation planning. For Oregon communities. April 2013 [Электронный ресурс] Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://www.oregon.gov> (дата обращения: 15.04.2017).
16. Creation of parks 1882–2014, December 2014. Version 1 [Электронный ресурс] Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://www.parkweb.vic.gov.au> (дата обращения: 11.04.2017).

Silin R.V., Korbut E.E., Kositsyna E.S., Chernysheva N.V.

TO THE QUESTION ABOUT THE STATE OF GREEN AREAS OF COMMON USE AND THEIR VLIYANIYE ON THE QUALITY OF THE URBAN ENVIRONMENT MOGILEV

In conditions of ecological trouble plant capacity is one of the effective factors in the improvement of the human environment. You green areas-perform sanitary-hygienic and psycho-physiological functions: produce sour-rod, assimilate carbon dioxide, precipitated dust, gaseous chemicals, microorganisms, radionuclides, mitigate climate parameters, reduce the intensive-ness of the infrared solar radiation. In this regard, all the more urgent becomes the task of finding ways to mitigate adverse impacts on the population increasing anthropogenic pressures. One of the ways of its solution is the rational distribution of green space in the city plan, keeping in mind the greenery, the configuration of green space common areas, and location relative to residential construction. Green spaces is an integral part of the urban complex. They are an im-

portant tool in improving air basin, the creation of favourable microclimatic and sanitary-hygienic conditions for work and rest of the population, contribute to the functional organization of urban areas, are effective factor in enhancing the artistic expression of architectural ensembles.

Key words: *town planning structure, green spaces and General restricted, the level of ozelenen*

Силин Руслан Владимирович, магистрант, кафедра «Промышленное и гражданское строительство».

Белорусско-Российский университет

Адрес: Белоруссия, 212000, г. Могилев, проспект Мира, 43.

E-mail: silinruslan@gmail.com

Корбут Елена Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Промышленное и гражданское строительство».

Белорусско-Российский университет

Адрес: Белоруссия, 212000, г. Могилев, проспект Мира, 43.

E-mail: korbutee@mail.ru

Косицына Эльвира Сергеевна, профессор

Волгоградский государственный технический университет

Адрес: Россия, 400005, Волгоград, пр. им. Ленина, 28

E-mail: kositsyna_elvira@mail.ru

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

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

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

ВОЗНИКНОВЕНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО БЕЛГОРОДСКОЙ ЗАСЕЧНОЙ ЧЕРТЫ

ksenia.tribuntseva@yandex.ru

В исследовании рассматривается возникновение и строительство Белгородской засечной черты и получившее развитие широтная система расселения, основанная на возникновении крепостей и слобод в период освоения «дикого поля». Рассмотрено формирование градостроительной структуры исторических малых городов Белгородской области. Описан исторический процесс развития Белгородской засечной черты (XVI в.) и характерные черты местности, повлиявшие на пространственное развитие нынешней территории Белгородской области.

Ключевые слова: градостроительное развитие, территориально-пространственное развитие, историческое развитие, система расселения, малые города, город-крепость, историко-культурный потенциал.

Градостроительное развитие Белгородчины является непрерывным историческим процессом, начиная с древнейших времен и до наших дней [2–4]. Пограничный характер расположения территории определил специфические особенности исторической системы расселения на территории области. Современная Белгородская региональная система расселения обусловлена строительством Белгородской засечной черты, состоящей из населенных пунктов – крепостей и слобод. Широтная система расселения получила меридиональные связи и узлы – поселки городского типа, являющиеся центрами муниципальных районов в современных административных границах Белгородской области [5].

Временные границы исследования определяются началом строительства Белгородской засечной черты в XVI веке и пространственным развитием возникших населенных пунктов до начала XX века (1917 г.). Пространственные границы определяются административными границами Белгородской области, на территории которой расположены пять исторических малых городов Белгородской области: Короча, Грайворон, Алексеевка, Новый Оскол, Валуйки, Бирюч [6].

Плодородная земля Белгородчины и обустроенная территория не могла не привлекать внимания ближних и дальних соседей. Белгородская область исторически является приграничным регионом – и как восточная окраина Киевской Руси и как южный рубеж Московского государства. Территория подвергалась набегам и грозным нашествиям самых разных племен и народностей: хазаров, печенегов, половцев, татаро-монголов, польско-литовских, шведских, французских, немецких и других завоевателей в разные исторические периоды времени. Безусловно, самым страшным и опустошительным было нашествие татаро-монгольской орды, в результате которого белгородский край был

разорен полностью, а южнорусские земли стали безлюдными и долгое время назывались «диким полем». Большая часть населения ушла на север и запад, и растворилась среди других славянских племен. Возрождение края началось лишь после свержения монголо – татарского ига, когда многие крестьяне, стремясь избавиться от помещичьей кабалы, бежали на юг, чтобы освоить богатую черноземом степь и найти здесь себе свободную жизнь. Селился беглый люд в густых лесах, по берегам рек. Так оформилось казачество.

Чтобы защитить русскую землю от набегов, в 1593 г. по указу царя Федора Иоановича было решено строить города-крепости, вокруг них – глубокие рвы, земляные валы и другие укрепления для защиты, соединяя их между собой в неприступную оборонительную черту.

Так получила свое развитие широтная система расселения, которая формировалась в период освоения «дикого поля» и была обусловлена строительством Белгородской засечной черты, состоящей из населенных пунктов – крепостей и слобод. Белгородская засечная черта проходила по территории современной Сумской, Белгородской, Воронежской, Липецкой и Тамбовской областей, от реки Ворскла в районе нынешнего с. Томаровка до реки Черновая на Тамбовщине. Элементы широтной системы расселения формировались с целью преградить путь по меридиональным пространственным связям, путей «татарских шляхов». Первой татарской дорогой был Муравский шлях. Несколько позднее возникли два новых шляха – Изюмский и Кальмиусский. По ним татары совершали регулярные нападения на южную часть Московского государства вплоть до начала XVIII века (на протяжении более 200 лет) [5, 11].

Осенью 1636 г. в течение двух месяцев в районе между городами Воронеж, Валуйки и

Белгород под руководством воеводы Фёдора Вахромеевича Сухотина работала экспедиция, целью которой было определение наиболее удобных мест для строительства городов и земляных валов. Исследователей сопровождали две сотни казаков и знатоки местности из пограничных городов, в том числе из Воронежа. В январе 1637 г. боярская дума приняла решение о строительстве валов у других городов юга.

Строительство Белгородской черты. Первый период. Служилые люди южнорусских крепостей приступили к строительству оборонительной линии. Перед ними стояла задача: на расстоянии 800 километров возвести 25 городов-крепостей и, используя особенности местности, соединить их бревенчатыми заборами, валами и рвами. В результате в 1637–1645 годах в первом и валом протяженностью 25 км была пере-

горожена Изюмская дорога. По обе стороны от Изюмской дороги встали две мощные крепости: Яблонь и Короча. На старом городище, заброшенном славянском поселении, в 1640 г. возникла крепость Хотмыжск. Во время первого периода строительства Белгородской черты (1635–1645 гг.) построены города-крепости: Козлов, Яблонь, Усерд, Короча, Хотмыжск, Вольный, Костёнок, Ольшанск, Усмань, сооружены Козловский и Яблоневский земляные валы (рис. 1).

Для создания засечной черты широко использовались местные естественные препятствия: реки, озёра, болота, овраги. На открытых безлесных промежутках сооружались валы, выкапывались рвы, создавались частоколы из заостренных бревен, эти и иные препятствия, часто чередовались между собой.

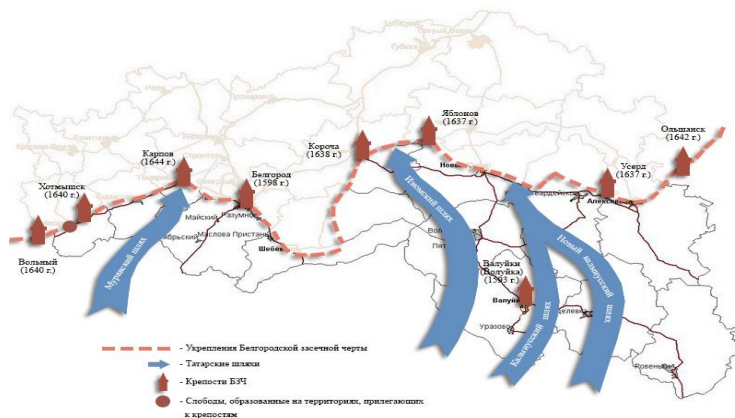


Рис. 1. Строительство Белгородской черты. Первый период (1635–1645 гг.) (по схемам Ильина А.И.) [19, 20]

Во время второго периода (1646–1653 гг.) строительство Белгородской черты, в основном, завершилось (рис. 2). В 1646–1647 годах поперек Муравьёвского шляха от города-крепости Карпова до северского Донца был сооружен вал

длиной почти 30 км. В 10 км от Донца и в 20 км от Карпова построена земляная крепость Болховец. Однако сплошная линия построена не была, и татары, находя незащищённые места, продолжали опустошать русские земли.

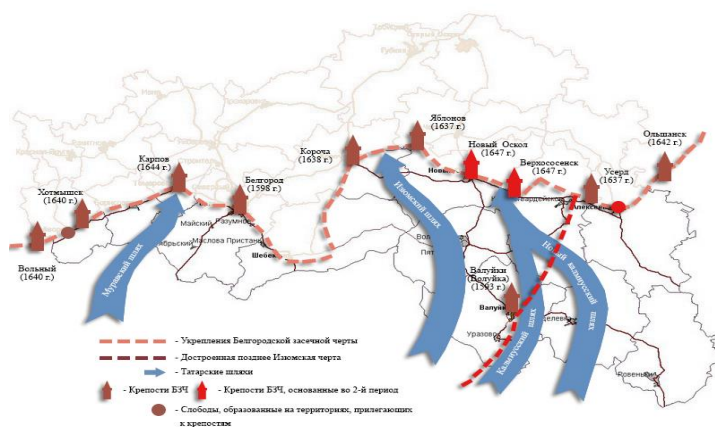


Рис. 2. Строительство Белгородской черты. Второй период (1646–1653 гг.). Сост. Трибунцева К.М. (по схемам Ильина А.И.) [19, 20]

В 1647 году была «перекрыта» последняя татарская дорога – Кальмиусский шлях. Он ока-

зался между новыми городами Царевым Алексеевым (с 1655 г. – Новый Оскол) и Верхоосо-

сентском был сооружен вал длиной около 20 км. Завершилось строительство переносом в 1650 году города Белгорода на берег реки Везелицы. Действия засечных сторожей подкреплялись системой военно – инженерных сооружений, специально предназначенных для сторожевой службы. На лесных дорогах, переправах и узловых местах устраивались укрепления, тверды – крепостцы, башни, которые часто были вооружены пушками. Здесь же селились и ратные люди. Неподалеку, на расстоянии 1–2 км друг от друга располагались сигнальные вышки. Как правило, для этого использовались высокие деревья или курганы. С них можно было подать сигнал о приближении врага. У самих засек устраивались дозорные посты «птичьи гнезда» на высоких деревьях, с которых попеременно сторожа вели наблюдение за местностью. В одном из документов XVII в. сохранилась инструкция дозорным на засеках: «...По вестям на засеке от поля на больших деревьях держать кузов по-прежнему с берестою и со смолою, и смотря по вестям, велеть кузовы с берестою и со смолою зажигать, чтобы в подлесных селах и в деревнях про приход воинских людей было ведомо». Также, между наблюдательными пунктами всегда поддерживалась постоянная конная связь с целью «обмену приметам».

Таким образом, во время второго этапа строительства, построены города-крепости: Карпов, Болховец, Орлов, Новый Оскол, Коротояк, Верхососенск, Добрый, Сокольск, Урыв, Острогожск, перенесён на другое место Белгород, насыпаны Карповский, Новооскольский, Усманский земляные валы.

В 1652 г. черниговский полковник Иван Дзиньковский во главе тысячи семей украинских переселенцев подошёл к русской границе и попросил разрешения перейти на жительство в Россию. Украинцам разрешили поселиться в городе Острогожске, строительство которого было совсем недавно начато под руководством воеводы Арсентьева. У места впадения речки Острогощи в Тихую Сосну русские служилые люди и украинские казаки вместе возвели “Новый черкасский городок” – Острогожск.

Во время третьего периода (1654–1658 гг.) полностью завершилось строительство черты (рис.3). За это время построили лишь один город Нежегольск, в 1658 г. сформировали Белгородский полк, город Белгород определён главным городом на черте, утверждён Белгородский разряд как новая военно-административная единица. Все города Белгородской засечной черты, а также находящиеся поблизости от неё, были переданы в подчинение белгородскому воеводе. Воронежский воевода, как и воеводы других городов черты, подчинялся белгородскому. На территории нынешней Воронежской области было построено 200 километров укреплений Белгородской черты и 6 городов: Костёнск в 1642 г. (с. Костёнки), Ольшанск в 1644 г. (с. Верхне-Ольшан), Орлов в 1646 г. (с. Орлово), Коротояк в 1647 г. (с. Коротояк), Урыв в 1648 г., Острогожск в 1652 г. (г. Острогожск). Седьмым городом в цепи крепостей был Воронеж. Белгородская черта на востоке примкнула к Симбирской, а та – к Закамской. Россия защитилась от степняков от Ахтырки до Уфы [источники добавить, включая монографию нашу].

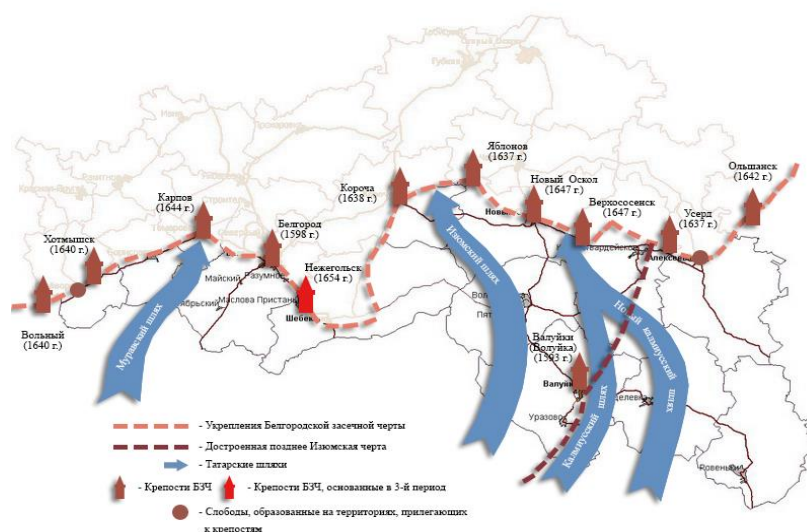


Рис. 3. Строительство Белгородской черты. Третий период (1654-1658 гг.). Сост. Трибунцева К.М. (по схемам Ильина А.И.) [19,20]

Двадцать три года в условиях постоянной смертельной опасности строили Белгородскую

черту. Ее возводили десятки тысяч служилых людей, стрельцов, казаков, крестьян под руко-

водством воевод. Техническое руководство осуществляли как иностранные инженеры, так и отечественные мастера – «горододельцы». Она стала надёжной защитой Российского государства от грабительских татарских набегов и для того времени была уникальным оборонительным сооружением (рис. 4).

Таким образом, Россия защитила народ от степняков. В течение 1679–1680 гг. от крепости Усерд через Изюм до Коломака была построена Изюмская черта, защитившая Белгород, Харь-

ков, Новый Оскол, Чугуев и всю прилегающую к этим городам территорию. Изюмскую черту возводили служилые люди Воронежского, Землянского, Коротоякского и Острогожского уездов [12]. Засечная стража (ополчение) насчитывала во второй половине XVI века до 35 тысяч ратных людей. Засеками ведали засечные приказчики, воеводы, головы, которым подчинялись поместные и приписные сторожа. Лесные укрепления строго охранялись пограничными воеводами.



Рис. 4. Схема Белгородской засечной черты в современных административных границах Белгородской области [14].

Таким образом, Белгородская черта, строительство которой завершилось в 1653 г., имела важное значение для внешней и внутренней политики России. Она позволила закрыть русские земли от татарских набегов, заселить обширные южные районы и подготовиться к войне с Польшей за Украину в 1654–1667 гг.; в отличие от Смоленской войны 1632–1634 гг. южный фланг русских войск был надёжно защищен новопостроенной чертой [9].

Многие из городов Черты, утратив роль укреплений и не приобретя других функций, превратились в селенья, а некоторые исчезли вовсе. По данным писцовых книг, в первой чет-

верти XVII в. на территории современной Белгородской области было три уезда – Белгородский, Оскольский и Валуйский. Получили пространственное развитие и стали историческими малыми городами Белгородской области: Новый Оскол, Короча, Алексеевка, Грайворон [1, 8].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перькова М.В., Большаков А.Г. Теоретическая модель развития региональной системы расселения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 105–111.
2. Перькова М.В., Трибунцева К.М., Крушельницкая Е.И. Особенности развития Белго-

родского региона и его элементов / Сб. докл. Региональная научно-техническая конференция по итогам ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. // Белгор. гос. технол. ун-т. Белгород: Изд-во БГТУ. 2016. С. 265–275.

3. Перькова М.В. Градостроительное развитие Белгородской региональной системы расселения и ее элементов // Архитектура и строительство России. 2016. № 4 (220). С. 84–89.

4. Perkova M., Zaikina A. Historical peculiarities of formation of small town of Shebekino structure // Architecture and Engineering. 2016. Т. 1. № 3. С. 18–23.

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

6. Перькова М.В., Трибунцева К.М., Киселев С.Н. Исторический аспект формирования функционально-планировочной структуры малых городов Белгородской области / Сб. докл. Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. // Белгор. гос. технол. ун-т. Белгород: Изд-во БГТУ. 2015. С. 331–343.

8. Перькова М.В. Закономерности эволюционного развития Белгородской региональной системы расселения // Архитектура и строительство России. 2015. № 11-12. С. 10–15.

11. Крушельницкая Е.И., Перькова М.В. Формирование территорий рекреационно-туристического назначения в малых и средних городах Белгородской области / Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии. Сб. статей XVI Междунар. науч.-практ. конф., (Пенза, 01 апреля 2014 г.) // Пенза: Изд-во Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. С. 44–48.

14. Гуляницкий Н.Ф. Градостроительство Московского государства XVI - XVII веков. Под общ. Ред. Н.Ф. Гуляницкого. М.: Стройиздат, 1994. 317 с.

15. Бородин А.С. Районы Белгородской области. Белгород. 1988. 111 с.

16. Ильин А.И., Ткаченко, К.Е., Битюгин К.Е. Белгородские воеводы. Конец XVII века. Белгород: «Отчий край», 2004. 56 с.

17. Государственный архив Белгородской области. Ф. Р-70. Оп. 1. Ед.хр. 209

18. Государственный архив Белгородской области. Ф. Р-1528. Оп. 2. Ед.хр. 209.

19. Ильин А.И., Лимаров А.И. Белгородский кремль. Харьков: Коллегиум, 2008. 56 с.

20. Перькова М.В., Трибунцева К.М. Возникновение и развитие малых городов Белгородской области. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 145 с.

Tribuntseva K.M.

THE APPEARANCE AND CONSTRUCTION OF THE BELGOROD DEFENSE LINE

The study addresses the emergence and construction of the Belgorod defense line and received the latitudinal development of the settlement system, based on the occurrence of fortresses and settlements in the period of development of the "wild field". Considered the formation of the urban structure of the historic small towns of the Belgorod region. Describes the historical process of development of the Belgorod defense line (XVI century) and the characteristics of the terrain that influenced the spatial development of the present territory of the Belgorod region.

Key words: urban development, spatial development, historical development, settlement system, small towns, the fortress city, historical and cultural potential.

Трибунцева Ксения Михайловна, аспирант кафедры архитектуры и градостроительства
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

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

E-mail: ksenia.tribuntseva@yandex.ru

СИСТЕМНАЯ ПАРАДИГМА И АРХИТЕКТУРНАЯ МОРФОЛОГИЯ

vk.goro@yandex.ru

Системные принципы онтологического моделирования прочитываются в семантике архитектурных форм, организованности которых соотносят природные компоненты и искусственные части материала. Среди морфологических типов различают: изоморфы – иконические знаки, формы которых копируют естественную связность частей и неделимость природного объекта; метаморфы – парные образы знаков, отображающие течение процесса или шаги изменения формы в ходе моделирования; параморфы – знаковые организованности форм искусственного типа в действительности архитектурного мышления. Языки архитектуры, связанные с разными принципами категориального замыкания, образуют целостности систем материального, процессуального и структурного типа, появились в разные периоды истории и проявлялись в разных креативных техниках.

Ключевые слова: *изоморфизм, метаморфоз, параморфизм в языке архитектуры.*

1. Системные принципы можно обнаружить в архитектуре со времени определения её языковой сущности, у Витрувия - надстроенной над рефлексией целесообразности (им определённой как «суть вещей»), и над практикой зодчества. Собранную из мраморных блоков стойку, архитектор один раз моделирует как живой организм, имеющий тело («фуст») и голову («капитель»). Другая часть колонны представляется ему каменной постройкой. – При составлении частей колонны органическая жизнь умирает: «голова» накрыта не платком, а каменной плитой, названной «абак», «тело» колонны базируется на каменной подкладке, именуемой «плинт» [6]. Двусмысленность архитектурной формы, объединившей характеристики, полученных из отнесения к органической (живой) и к неорганической частям природы, является онтологической сущностью архитектуры, проявляемой в каждом случае моделирования от тропов олицетворения до метафор «застывания музыки» и «окаменения истории». Для объединения антропоморфного представления с представлением о монтаже камней в архитектуре необходима особая предметность, устанавливающая соразмерность частей и непрерывность процесса соизмерения. Так мог появиться «параморфизм» – теория логической связности формы в (модульной) пропорции. Упомянутая Витрувием процедура анализа зависимостей роста мужчин и женщин от длины стопы, раскрывает путь скульптурных канонов Поликлета и Лиссипа в архитектуру, но также, указывает на необходимость онтологического абстрагирования в предмете архитектуры [9]. Принципы системности направлены на поиск единства естественной (природной) и искусственной (строительной) компонент в процессе архитектурного формообразования. Целостность таких систем может

интерпретироваться широко: как непрерывность процесса формообразования – в одном типе систем, или структурное единство принципов – в другом типе, или цикличность формообразующих процедур – в системах третьего типа, и так далее.

2. *Изоморфизм архитектурного формообразования* возник в доисторическое время, когда территория «второй», освоенной природы не представлялась в оппозиции к площади «первой», нетронутой её части. Могущество Природы не могло вместиться ни в человеческое тело, ни в тело зверей. Смыслы божественного происхождения требовали физического объединения разных частей природного материала в комбинации типа кентавра и минотавра. Также и формы построек должны были быть одновременно природными - колонна - дерево, но дерево, символизирующее природное целое - «мировое древо», подпирающее небесный покров (свод и покрытие), уходящее корнями в подземное царство мёртвых. Символические формы могли быть естественными организованностями мифологического миропонимания, изобразительными знаками «дозвукового письма» и им соответствующей культуре «ритуальной коммуникации», выявленной в обрядах, в тотемических плясках, в фольклоре. В.Л. Глазычев в книге «Зарождение зодчества» объяснил экспансию древних архитектурных форм – дольмена и других мегалитических сооружений – с помощью современных открытий, позволивших реконструкцию морских путей миссионеров культа Солнца [3]. Утверждение о предназначении архитектора – «возвести на земле храм во славу Бога», распространённое не меньше дефиниций архитектуры: «каменная летопись» или «застывшая музыка», отражает приоритет феномена символического формообразования. Состав-

ление мифопоэтических элементов в зримое единство материальной формы отличается от поиска художественной формы в других областях искусства, создающих вымышленные образы, непредсказуемым характером будущих значений, который в архитектуре восполняется избыточной формальностью, смысловой открытостью и пустотой. Изоморфный процесс основан на обнаружении характерных черт естественных объектов и их перенесения в искусственные конструкции. В таких случаях художественному анализу подвергнуты поверхностные абрисы и контуры естественного объекта, абстрагированные в структуры образующие сходство конструкции с естественным объектом. Становление модернизма в начале прошлого века, как и смена модернистской парадигмы в конце XX века, проходило нулевую фазу языкового развития, связанного с обращением и переосмыслением, в первую очередь, доисторического опыта [1], [8]. Подтверждением этой гипотезы служит развивавшаяся в модернизме, доктрина органичной архитектуры, которая утверждала ценность взаимосвязи природной составляющей ландшафта и его строительных компонент. Фрэнк Ллойд Райт, продолжая теорию Салливена и Ричардсона, называл архитектуру *органичной*, если она интегрирована в природное окружение и предстаёт взору его продолжением. Другими словами, интегральная теория Райта декларирует изоморфизм как главный принцип архитектурного формообразования. Один из периодов творчества Райта связан с концепцией «стиля прерий» - привнесения в архитектуру геоморфных структур: вторящие равнине плоскости «парящих крыш», цокольные террасы, напоминающих подошвы, скаты и террасы холмов и т.д. Поиски «стиля прерий» в «городе широких горизонтов» сменила концепция «органической метафоры» в 30-е, и её принцип являет вилла Кауфмана в Беар-Ране (1936). Стоящий над ручьём «дом-водопад» – «изоморф», изображающей выход скалы на кромку воображаемого водопада. Композиция стелющихся террас дома и вертикальных пилонов дополнили пейзаж до сходства с природными формами. В те же годы им был изобретён и применён «бетон прерий» – забутовка глыб колотого бетона смешенного с природным камнем – удивляющая грубость мастера, доселе предпочитавшего изящную резьбу по известняку и мрамору. Но уже через 10 лет, с начала работы над музеем современного искусства, концепция «природной метафоры» преобразуется в создание искусственного, «фантазийного ландшафта», – концепция всех послевоенных построек Райта (рис.1).



Рис. 1. Воронкообразный пандус музея современного искусства им. Гугенхейма. Нью-Йорк, 1959

3. *Метаморфозы экспрессивных форм.* Автор термина «морфология» И.В. Гёте, ввёл его в исследования по биологии начала XIX века, где толковал морфемы представлениями о законченных фазах изменяющейся формы в процессе развития организма, «моментальными срезами организменного морфопроцесса» [2, 259]. Он также использует понятие «морфологический тип», онтологическая модель которого отвлекает биологическую форму от конкретных свойств, кроме её целостной организации, свойственной ей «от природы». Для классификации морфологических элементов он использовал параметры – критериев места в системе организма; критериев функции (назначения) элемента в ряду других; принцип соответствия между формой и функцией, и критерий переходных рядов – метаморфоз. Такие принципы архитектурная морфология обнаруживает в предметном изоморфизме: геоморфы, биоморфы, зооморфы – заимствуют представления наук о природе – морфотипы, созданные по принципу «уместности». Схожесть с природными объектами утверждают «функциональные» метафоры и символы – от «каменпада» в Беар-Ране и до гостиницы мечты – «парус», созданной быть символом Дубаев. В переходных рядах И.В. Гёте различает два вида метаморфоза: сукцессивный (последовательный) и симультанный (одновременный). Примером симультанного метаморфоза в архитектуре может служить отлитая в бронзе идея Сиднейского оперного театра (рис. 2).

Сукцессивный метаморфоз представляют формы, выстроенные на последовательностях двух типов: интерактивная модель – олицетворение формами антропологических ролей (рис.3); процессуальная модель изменений формы (рис.4), в том числе, тектонический метаморфоз, в котором перспективный образ сопоставляется с образами исторической перспективы [4].

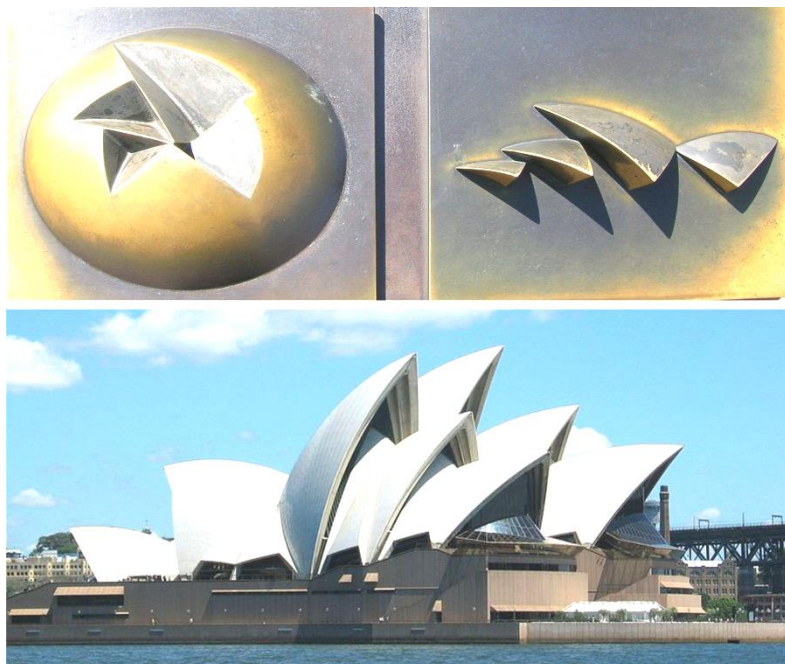


Рис. 2. Йорн Утзон изменил первоначальную идею скользящих в заливе лёгких парусников, на тяжёлые «дольки», вырезанные из сферы, после того как Ове Аруп объявил невыполнимость конструкции армоцементных оболочек



Рис. 3. Ф. Гери. Комплекс офисов «Джинджи и Фред». Прага, 1996

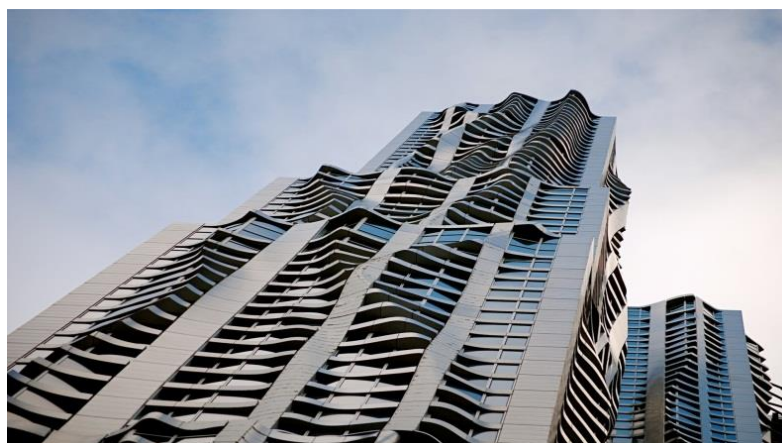


Рис. 4. Ф. Гери. «Бетонные дюны» фасадов небоскрёба в Нижнем Манхеттене, Нью-Йорк, 2011

4. **Параморфизм.** В бестселлере «структура научных революций» Т. Кун связал сущность подхода, воспроизводимого научной школой в «нормальный» период (эволюции), с устойчивой категориальной парадигмой [5, 287-289]. Рассматривая проблемы системной организации деятельности, Генисарецкий О.И. считает минимальным и достаточным для системной рефлексии четыре категории: целостность, материал, процесс, структура. Соответственно этому,

Олег Игоревич определяет 3 способа замыкания целостности и три типа систем: системы материально-целостного типа, системы процессуального типа, и системы структурного типа [7, 433]. В нашем тексте эти типы проиллюстрированы и представлены изоморфизмом (материальный тип); метаморфозом (процессуальный тип) структурному типу систем соответствует процессы формообразующего параморфизма (рис.5).

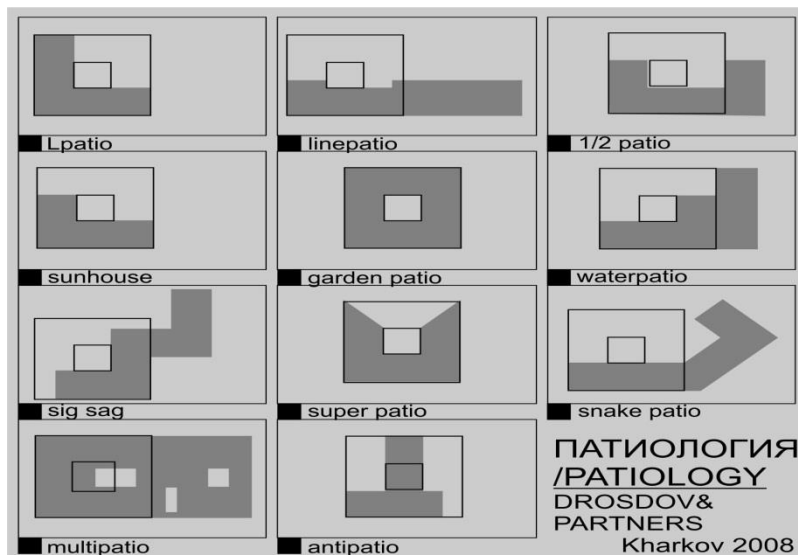


Рис. 5. О. Дроздов. Патиология. Харьков 2008

Комбинаторная схема дворов, определяющих конфигурацию плана жилого дома, не явилась теорией, но истинность положений классификации была доказана проектной практикой автора, осуществившего строительство всех 11

типов. Изданная брошюра стала проспектом выставки проектов, макетов и фотографий с построек, а также, международного теоретического дискурса на тему «патио – домов» [10].

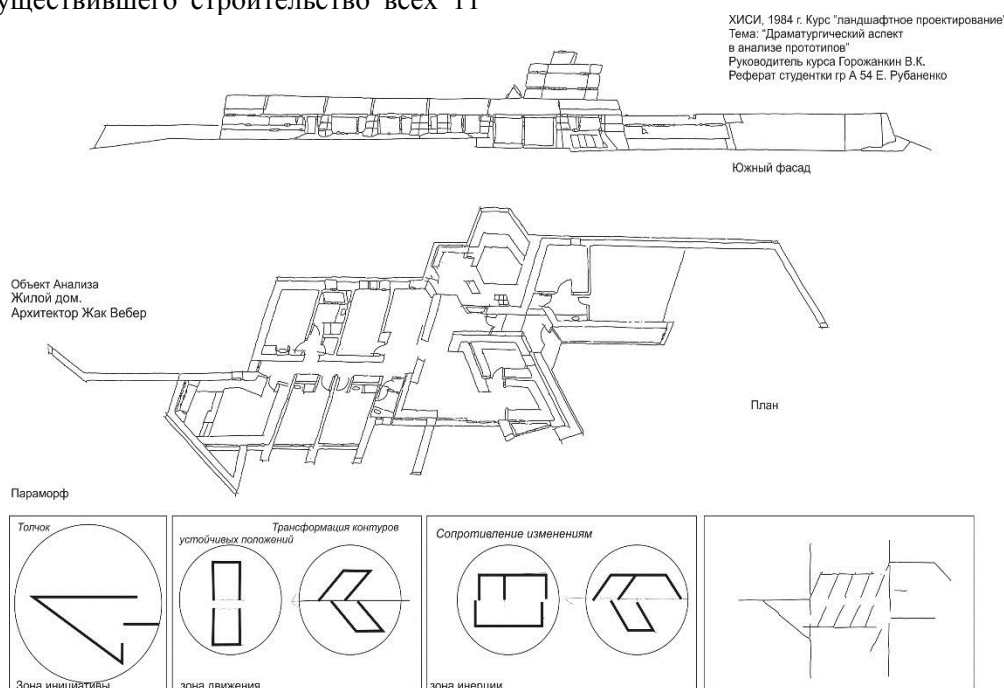


Рис. 6. Рубаненко Е., Горожанкин В. Параморфизм дома парижского архитектора Ж. Вебера. Харьков, 1984

Опыт параморфизма мы приобретали в ходе руководства исследованиями студентов, где удалось сформулировать драматические принципы формообразования (в композициях, представляющих конфликт черт формообразующих характеров). Параморфный сценарий был получен при анализе динамичной композиции путём выделения зон одного характера и логической последовательности перехода от одной зоны к другой: «зона инициации, толчка», затем «зона движения», наконец «зона инерции, угасания» (рис. 6).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреева Е.Ю. Постмодернизм. Искусство второй половины XX – начала XXI века. СПб.: Азбука-Классика, 2007. 488 с.
2. Бендарчик А. Системный подход к морфологии (на материале морфологии И.В. Гёте)/ Системные исследования. М.: Наука, 1973. С. 258-264.
3. Глазычев В.Л. Зарождение зодчества. М.: Стройиздат, 1983. 126 с.
4. Горожанкин В.К. Сценарий тектонических метаморфоз в проектах Оскара Нимейера // Вестник БГТУ. 2015. № 5. С. 63–67.
5. Кун Т. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1977. 300 с.
6. Михайловский И.Б. Теория классических архитектурных форм. М.: Академия архитектуры СССР, 1944. 270 с.
7. Разработка и внедрение автоматизированных систем в проектировании. М.: Стройиздат, 1975. 527 с.
8. Россинская Е.И. В поисках языка // Архитектура Запада, вып.4. М.: Стройиздат, 1987. С. 27–39.
9. Тадеев В.А. От живописи к проективной геометрии. Киев.: Выща школа, 1988. 232 с.
10. Фойо А., Буряк А., Дроздов О. Патиология. Харьков: Waterpas Print, 2008. 30 с.

Gorozhankin V.K.

SYSTEM PARADIGM AND THE ARCHITECTURAL MORPHOLOGY

Abstract: System principles of ontological modeling are read in the semantics of architectural forms of organization which relate the natural and artificial components of the material. Among the morphological types are distinguished: isomorphic to – iconic signs, which replicate the natural flow of the parts and the indivisibility of the natural object; the changelings are paired images of the insignia that shows the process or steps shape changes during the simulation; Paramore – the sign of organization forms of artificial type is in fact of architectural thinking. Languages of architecture associated with different principles of the categorical circuit, forming a system integrity of the material, procedural and structural type, appeared in different periods of history and manifested in different creative techniques.

Key words: *isomorphism, metamorphosis, paramorphism in the language of architecture.*

Горожанкин Валентин Константинович, старший преподаватель кафедры архитектуры и градостроительства.

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

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

E-mail: vk.goro@yandex.ru

Коврижская О.В., ст. преп.,
Вовженяк П.Ю., ассистент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

КОМПОЗИЦИЯ. ТВОРЧЕСТВО. КЕРАМИКА

architektura_bgty@mail.ru

Базовая дисциплина «Основы композиции» специализации «Технологии художественной обработки материалов» состоит из лекционного и практического курсов. Большой объем теоретического материала объемно-пространственной композиции, макетно-композиционная практика и художественно-графические работы в совокупности играют ведущую роль в эффективности развития художественно-композиционных представлений учащихся на первом этапе их обучения в высшей школе. Итогом изучения дисциплины «Основы композиции» является экзаменационная работа, состоящая из теоретических и практических вопросов. В практический вопрос экзамена входит клаузная разработка эскиза росписи тарелки круглой формы. На базе собранного материала была осуществлена ангобная роспись реальных керамических изделий, во время прохождения производственной практики на промышленном предприятии ООО «Борисовская керамика».

Ключевые слова: объемно-пространственная композиция, формообразование, моделирование, пропорционирование, композиционный центр, ангоб, роспись.

Введение. «Композиция исполняет свою ведущую роль, обеспечивая соединение несоединимого, как то, впрочем, и следует из латинской этимологии термина»[1].

Дисциплина «Основы композиции» входит в профессиональный цикл базовой части основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 29.03.04. «Технологии художественной обработки материалов».

В дисциплине «Основы композиции» лекционный курс знакомит учащихся с законами объемно-пространственной композиции; объективными свойствами формы; видами композиций; закономерностями построения композиции и т. д. «Объемно-пространственная композиция основана на количественных изменениях пространственных форм, и их сочетаний (величина, масса, положение в пространстве, геометрический вид и т.д.) и опирается на особенности зрительного восприятия человека»[2].

Курс имеет узкую профессиональную направленность, излагая теоретические основы объемно-пространственной композиции, реализует их на практических занятиях при выполнении заданий в плоскостном и объемном моделировании. Студенты изучают процесс макетирования, построения композиции на плоскости, графику и ее техники. «Основные законы формообразования учащиеся испытывают в практической деятельности, причем практический раздел выступает в роли ведущего при приобретении опыта композиционного мышления и технической интуиции, которые формируют

профессиональные качества, такие как чувство целого, чувство пропорции, ритма, равновесия»[3].

Методика. Практическая подготовка по композиции начинается с творческих композиционных заданий, выполненных в макетировании и графике. Первые художественно-графические упражнения – построение композиции на плоскости, выполняются, используя основной закон – целостность композиции и единство ее элементов. Целостность композиционного построения в заданиях учащиеся достигают подчинением второстепенных элементов главному композиционному элементу. Таким элементом бывает композиционный центр или доминанта. Этот метод в дальнейшем они смогут использовать в разработке эскизов росписи керамических изделий. Но это не единственный путь в построении целостности композиционного решения.

«Пути достижения единства и целостности композиции обеспечиваются использованием универсальных схем, выраженных в закономерностях ритма, пропорциональности, симметрии, контраста-нюанса»[4] (рис. 1).

Следующие задания по изучению метрических и ритмических закономерностей выполняются в макетном варианте. «Работа над макетом – это процесс решения композиции в форме предметно-материальных действий, которые формируют пространственные представления, что в свою очередь развивает объемно-пространственное мышление»[5]. Объемная модель макета дает возможность

эксперимента с ней и показывает результаты поведения объема в различных условиях.

Макетный вариант заданий «на выявление пластики поверхности с помощью метрических закономерностей и членения поверхности с

помощью ритмических рядов» [6] имеет цель – овладеть первичными моторными навыками макетирования и изучить метро-ритмические закономерности.



Рис. 1. Упражнение на тему «Композиция на плоскости»

Задание на основные виды композиции, разработанное школой МАРХИ, было использовано в программе курса и дополнено преподавателем Коврижкиной О. В. применением цветового решения композиции. В создании цветовых отношений элементов

композиции рассматриваются закономерности «тождество – нюанс – контраст». Компактная и простая форма задания с применением сразу нескольких закономерностей многообразит и обогащает курс «Основы композиции» (рис. 2).

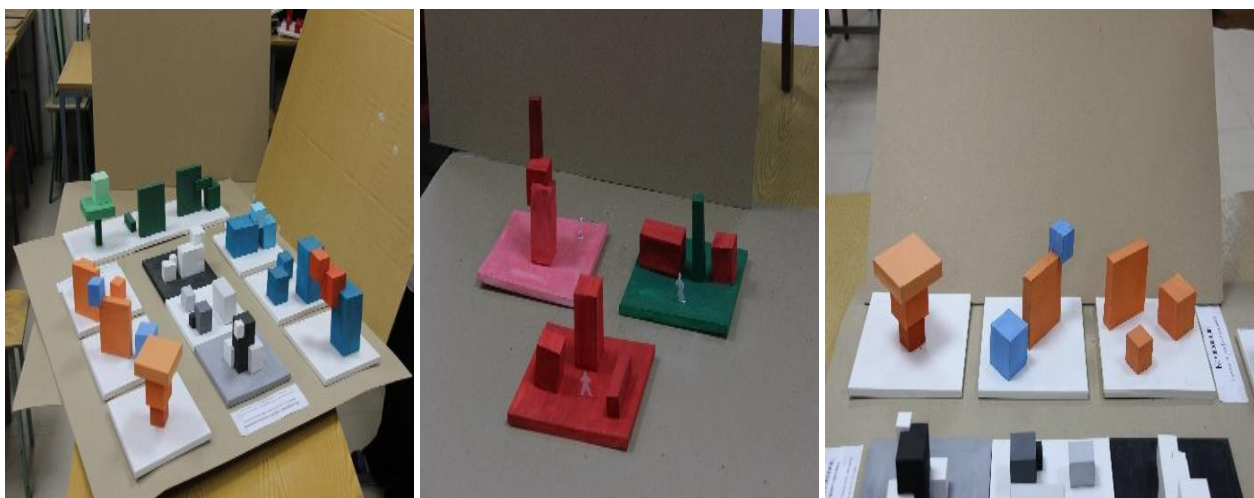


Рис. 2. Учебные макеты задания на тему «Основные виды композиции»

Изучение пропорционирования было закреплено заданием на выполнение цветного мозаичного панно в аппликативной технике на плоскости. Форма и размеры элементов подчинены определенной системе пропорционирования. Цветовая гамма элементов и их композиционное расположение должны были создать чувствительный реальный образ : утро – вечер, зима – весна, небо – вода и т. д. Задание разработано на выявление индивидуального композиционного почерка студента, на выявление его чувствительности на уровне интуиции. К творческой

индивидуальности должны были привести собственные переживания и собственный опыт учащихся. Данное задания носило исследовательский характер и предлагало изучение и анализ композиционного творчества, выявленного на первом этапе обучения (рис. 3)

Упражнения и задания курсовой работы по дисциплине «Основы композиции» подвели учащихся к цели – «Пробудить творческие силы и вместе с ними художественные способности обучающихся. Сделать так, чтобы личные переживания и особенности восприятия каждого определяли своеобразие их работы» [7].

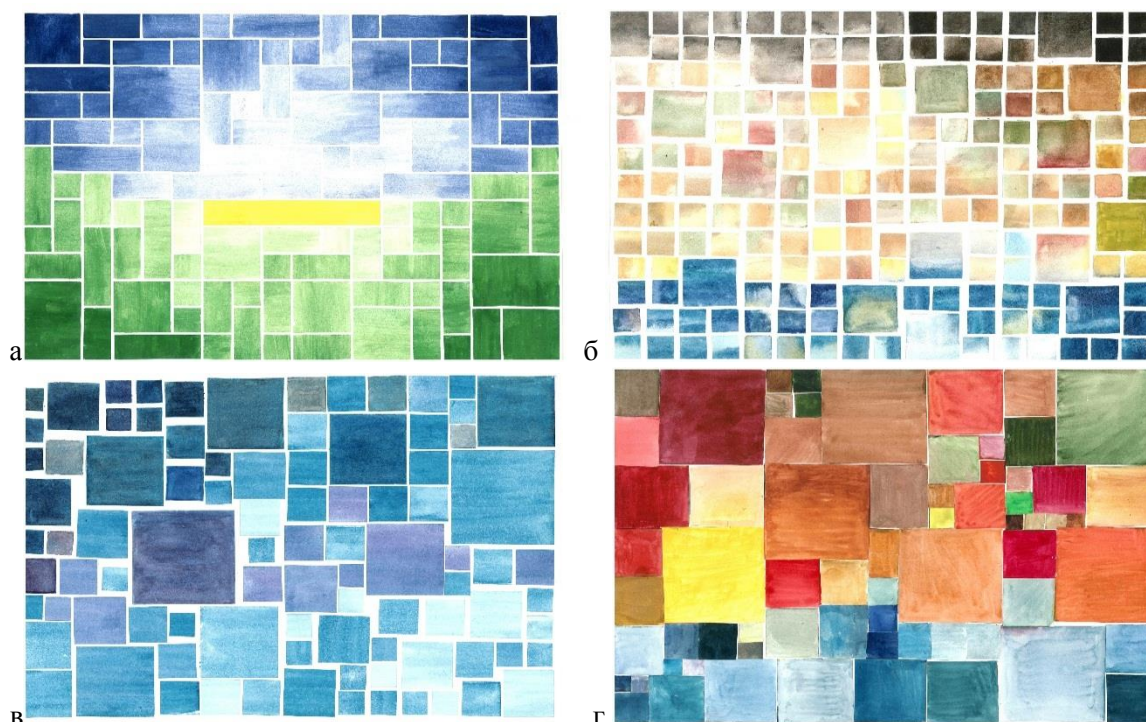


Рис. 3. Учебные задания Мозаичное панно

Основная часть. Задания и упражнения композиции нового цикла разработаны на выявление индивидуального творческого потенциала студента. «Основная цель любого преподавания – развитие непосредственной наблюдательности, непосредственного чувства мышления. От пустого, поверхностного подражания надо избавляться как от нежелательных бородавок. Если поощрять студентов вернуться к заложенным в них природой творческим началам, это освободит их от нормативности, возникающей в процессе» [7].

С первых же художественно-графических упражнений студенты из простейших форм и их элементов создавали композицию, как единое целое, используя закон соподчинения элементов композиционному центру. Для раскрытия индивидуального творчества учащиеся должны были изучить основы художественной композиции, без чего нельзя стать профессионалом. Изучению основ композиции способствовал лекционный курс дисциплины. Практические занятия закрепляли композиционные представления учащихся. «Художественно-графические упражнения и композиционно-макетная форма заданий отвлечены от условий реального задания проекта, чем открывают возможность для проявления творческой фантазии» [8]. Такие упражнения подготавливают почву для беспредметного восприятия формы, что ведет к

большим возможностям освоения выразительных средств композиции.

Последнее задание практического курса на создание цветового панно акцентировалось на творческую сторону и делался упор на развитие субъективных качеств, но не во вред объективно-формальным принципам композиции. Это две стороны художественного профессионализма в композиции.

Итогом изучения дисциплины «Композиция» является экзаменационная работа, состоящая из теоретического и практического вопросов. В практический вопрос экзамена входит клаузная разработка эскиза росписи тарелки. На базе собранного материала – эскизов росписи посуды, была осуществлена ангобная роспись керамических изделий на базе предприятия ООО «Борисовская керамика». Большое разнообразие сюжетов и направлений композиционной росписи отразилось на качестве и количестве, разрабатываемых эскизов. «Учащиеся шаг за шагом, от эскиза к эскизу освобождались от всех условностей и накапливали решимость для самостоятельного творчества» [7]. Классическое направление декоративной росписи плавно перетекало в современное индивидуальное понимание оформления и росписи формы (рис. 4).

Во время прохождения производственной практики с 27 июня по 12 июля 2016 года, в поселке Борисовка, студенты группы ТУ-21 проживали на территории санаторно-

оздоровительного лагеря «Технолог». Хорошие условия проживания давали возможность продолжить работу над эскизами росписи посуды в свободные от работы на производстве дни. Таким образом, композиционный творческий практикум стал основой постижения на личном опыте композиционной грамоты.

«Напряженная творческая атмосфера – вот то самое ценное что может получить студент» [4].

В данной, сложившейся ситуации можно было выполнить эскизы для росписи посуды с новыми темами и стилистическими направлениями. Постепенно создавалась творческая атмосфера. Многие студенты, доверяя своей интуиции и имея «за плечами»

знания основ художественной композиции, открыли для себя свой собственный почерк и стиль в искусстве декорирования. Втягиваясь в работу, они постепенно овладевали тем, как научиться в своих работах сочетать индивидуальность росписи и законы композиции в решении проблем формы и цвета (рис. 5).

«Субъективный характер может проявляться по разному: в пропорциях, в интерпритации форм, в предподчинении, например, контрасту светлого и темного, в линиях, текстурах, колорите и нередко в сочетании всех этих особенностей художественной выразительности вместе» [7].

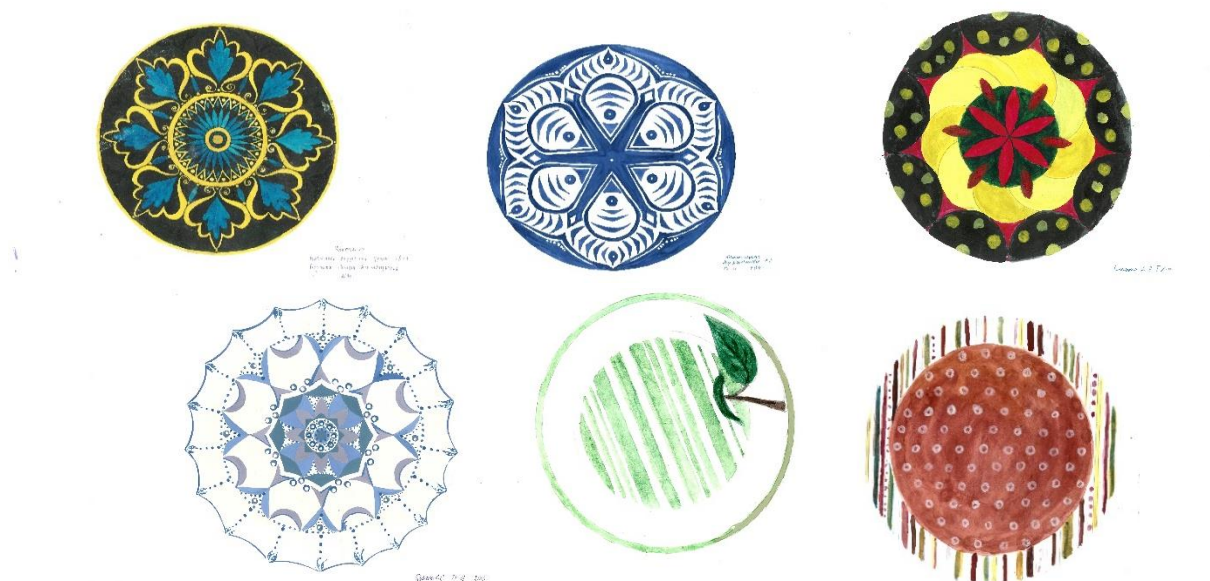


Рис 4. Учебный эскиз росписи керамической тарелки



Рис. 5. Ангобная роспись керамической посуды

Похвала студентов преподавателя, за их творческие поиски, вызвала у них прилив сил к созданию новых красивых композиционных находок в росписях. На производстве студенты занимались росписью посуды ангобами по сырой глине. «Ангобная роспись наносится кисточкой, путем распыления, с помощью груши или трафаретов» [8]. Практиканты изучили и освоили ангобную роспись изделий. Данные приемы ангобной росписи будут в дальнейшем использоваться студентами в учебном процессе.

Выводы. Изучение теории курса «Композиция» и параллельное выполнение практических заданий в объемном и плоскостном моделировании обогащает опыт конкретной композиционной работы. Производственная практика на предприятии, рассматриваемая как продолжение процесса композиционного практикума, помогла многим студентам высвободить творческие силы и выявить художественные способности. Всего было расписано 110 керамических изделий, 25 из них отобраны руководством производства для дальнейшего использования, что явилось итогом композиционного творчества студентов.

Наряду с успешным прохождением творческой практики студентов на производстве, хочется обратить внимание, что даже в лучших работах учащихся ощущается низкий уровень графической культуры, чувствуется поспешность и эскизность в прорисовке росписи изделий. Возможно необходимо усилить процесс обучения рисунку, живописи, графики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азизян И. А., Добрицина И. А., Лебебева Г. С. Теория композиции как поэтика архитектуры. М.: Прогресс-Традиция, 2002. 510 с.
2. Перькова М. В., Коврижкина О. В. Архитектурное конкурсное проектирование в учебном процессе. Белгород: Изд-во БГТУ 2014. 126 с.

3. Коврижкина О. В. Композиция. Творчество. Архитектура: в 2 ч.: учебное наглядное пособие. Белгород: изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015, 1. 148 с.
4. Мелодинский Д. Л. Школа архитектурно-дизайнерского формообразования. М.: Изд-во «Архитектура – С», 2004. 312 с.
5. Коврижкина О. В. Композиция. Творчество. Архитектура: в 2 ч.: учебное наглядное пособие. Белгород: изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015, 2. 122 с.
6. Стасюк Н. Г., Киселева Т. Ю., Орлова И. Г. Основы архитектурной композиции. учебное пособие. М: Изд-во «Архитектура – С», 2003. 95 с.
7. ИоханнесИттен. Искусство формы. М.:издатель Д. Аронов, 2006. 135 с.
8. Степонов А. Ф. Объемно-пространственная композиция. М.: Стройиздат, 2006. 256 с.
9. ДжованнаБуббино, Хуан Крус. Керамика: техники, материалы, изделия. Перевод с итал. издательство Нокола-Пресс, 2006. 127 с.
10. Долорс Рос. Керамика: техника, приёмы, изделия. Пер. с нем. Ю. О. Бем. М.: АСТ. ПРЕСС книга, 2003. 143 с.
11. Тиц А. А. Основы архитектурной композиции и проектирования. Киев, 1976. 255 с.
12. Кринский В.Ф., Ламцов И. В., Туркус М. А. и др. Объемно-пространственная композиция в архитектуре. М., Стройиздат, 1975. 192 с.
13. Франсис Д. К. Чинь. Архитектура. Форма, пространство, композиция. М., АСТ. Астрель, 2005. 399 с.
14. Коврижкина О. В. Основы дизайн-проекта и его художественно-композиционный практикум в БГТУ им. В. Г. Шухова // Керамика и огнеупоры: перспективные решения и нанотехнологии: сб. док. II Семинара – совещания ученых, преподавателей, ведущих специалистов и молодых исследователей. Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. 360 с.
15. Михайлов С. М. История дизайна. Том 1: Учеб. для вузов. М.: «Союз Дизайнеров России», 2004. 280 с.

Kovrizhkina O.V., Vovzhenyak P.Yu. COMPOSITION. CREATIVITY. CERAMICS

"Composition" as a basic discipline consists of lecture and practical courses. A large amount of theoretical materials in spatial composition, model compositional practice and graphic art together play a leading role in the effective development of artistic and compositional ideas of pupils in their first stage of education in high school. The outcome of the study of this discipline "Composition", is an examination paper consisting of theoretical and practical questions. A figurative painting of a round-shaped plate is required to be designed in the practical section of the exam. An engobed painting of real ceramic products was made from gathered materials at a practical training in an industrial plant- "Borisov Ceramics".

Key words: volumetric spatial composition, shaping, modeling, proportioning, engobe composition, painting.

Коврижкина Ольга Викторовна, старший преподаватель.

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

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

E-mail: architektura_bgty@mail.ru

Вовженяк Полина Юрьевна, ассистент.

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

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

E-mail: architektura_bgty@mail.ru

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI: 10.12737/article_5926a059824a22.24626416

Мамаев В.В., инженер,
Новиков С.А., инженер,
Петров С.И., кан. физ.-мат. наук
ЗАО «Научное и технологическое оборудование», Санкт-Петербург
Зайцев С.В., мл. н.с.,
Прохоренков Д.С., инж.-исс.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ НИТРИДОВ III-ЕЙ ГРУППЫ НА СТРУКТУРНОЕ СОВЕРШЕНСТВО ПРИБОРНЫХ СТРУКТУР ДЛЯ СВЧ ТРАНЗИСТОРОВ И ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ДИАПАЗОНА*

petrov@semiteq.ru

Показано, что использование высокотемпературных буферных слоев AlN/AlGaIn , выращенных на сильно рассогласованных подложках методом МЛЭ при использовании аммиака и экстремально высокой температуре (до 1150 °C), позволяет кардинально улучшить структурное совершенство активных слоев и понизить плотность дислокаций в них до значений $4\text{--}5 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2}$. Представлены результаты выращивания слоев AlN с использованием Ga в качестве сурфактанта. В гетероструктурах с двумерным электронным газом, выращенных с использованием сурфактанта была достигнута подвижность носителей до 2000 $\text{см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$. Получены транзисторы С диапазона с КПД 50 % при удельной мощности 5 Вт/мм на 4 ГГц. Представлены результаты выращивания буферных слоев $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ с высоким содержанием Al ($x=70\%$) для нитридных фотокатодов. Плотность дислокаций в слое $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{N}$, непосредственно прилегающем к активной области, составила $1\text{--}2 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2}$. Были получены УФ фотокатоды, которые показали квантовую эффективность в режиме пропускания 14–16 %.

Ключевые слова: нитридные гетероструктуры AlN/AlGaIn , УФ фотокатоды, СВЧ транзисторы, плотность дислокаций.

Введение. Среди всего спектра материалов особый интерес представляют нитриды металлов третьей группы (III-N), так как они обладают уникальными свойствами и интенсивно исследуются с целью создания оптоэлектронных и СВЧ мощных высокотемпературных приборов на их основе. Особо отмечаются эффекты спонтанной и пьезоэлектрической поляризации, которые приводят к повышению концентрации двумерного электронного газа, что делает их наиболее подходящими материалами для изготовления транзисторов с высокой подвижностью электронов, сочетающих в себе высокие рабочие частоты и высокие удельные мощности [1]. Прямозонная структура энергетических зон позволяет проектировать и создавать оптоэлектронные приборы, работающие в широком спектральном диапазоне [2].

Одной из основных проблем при изготовлении приборов на основе III-нитридов является отсутствие недорогих согласованных по параметру решетки подложек. Выращивание на рассогласованных подложках приводит к высокой плотности дислокаций в GaN ($10^9\text{--}10^{10} \text{ см}^{-2}$ для МЛЭ, $10^8\text{--}10^9 \text{ см}^{-2}$ для МОГФЭ), что усложняет

задачу получения приборных гетероструктур [2]. В слоях, выращиваемых при помощи МОГФЭ, плотность дислокаций в среднем на порядок полтора меньше, чем в слоях, получаемых при помощи МЛЭ. Уменьшение плотности дислокаций, связано с характерными для МОГФЭ более высокими температурами подложки, что выражается в лучшей, по сравнению с МЛЭ, коалесценцией зародышевых блоков на начальном этапе роста. В методе МЛЭ условие сохранения высокого вакуума для обеспечения пролета частиц без столкновений (режима баллистического пролета) не позволяет увеличить отношение V/III до значений сравнимых с МОГФЭ, и увеличение температуры роста ограничено термическим разложением материала. При этом метод МЛЭ обладает рядом достоинств по сравнению с МОГФЭ, а именно: позволяет осуществлять *in situ* диагностику роста на уровне одного монослоя и получать резкие гетерограницы, обеспечивает высокую чистоту камеры роста и выращиваемого материала, предоставляет возможность построения высоковакуумных кластерных систем, более безопасен [3].

Одним из важнейших применений III-N материалов является изготовление мощных полевых транзисторов с высокой подвижностью электронов в канале (HEMT) на основе гетероструктур AlGaIn/GaN, обладающих рядом преимуществ по сравнению с аналогичными СВЧ транзисторами на основе традиционных полупроводников.

Электрофизические параметры таких транзисторов сильно зависят от качества эпитаксиальных слоев, а, следовательно, зависят от конструкции буферных и барьерных слоев и условий их получения.

Другим важным применением нитридов металлов третьей группы является создание так называемых солнечно-слепых ультрафиолетовых фотоприемников на основе фотокатодов. Максимальная чувствительность фотоприемников должна обеспечиваться в спектральном диапазоне с длинами волн от 240 до 290 нм, поскольку излучение в более коротковолновых диапазонах сильно поглощается атмосферой, а излучение с большими длинами волн занимает заметную часть спектра солнечной радиации [4]. Существенным достоинством приборов на основе соединений $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ является возможность управления в них длинноволновой границы фоточувствительности в пределах от 360 до 200 нм за счет изменения состава твердого раствора ($x=0-1$, соответственно). Получение р-легированных активных слоев таких фотокатодов является сложной технологической задачей. Повышенная плотность дислокаций, возникающая вследствие рассогласования параметров решетки слоя и подложки, приводит к увеличению компенсации носителей заряда и, соответственно, уменьшению эффективности р-легирования. Таким образом, задача снижения плотности дислокаций в буферном слое между подложкой и активной областью является актуальной и для создания нитридных фотокатодов.

В настоящей работе представлены результаты выращивания высокотемпературных буферных слоев AlN методом аммиачной МЛЭ, а также исследование возможности использования Ga в качестве сурфактанта для роста таких слоев. Представлены результаты выращивания транзисторных гетероструктур, а также структур с высоким содержанием алюминия для УФ-фотокатодов.

Экспериментальная часть. Гетероструктуры на основе GaN были выращены на подложках Al_2O_3 (0001) в Прикладной лаборатории ЗАО «НТО» на установках МЛЭ серии STE3N российского производства, выпускаемых ЗАО «НТО» под торговой маркой SemiTEq. Уникальными особенностями данного оборудования яв-

ляются значительно расширенный диапазон рабочих температур подложки и отношений V/III. В частности, благодаря криопанелям увеличенной площади и усиленной системе откачки в ростовой камере обеспечивается вакуум не хуже $5 \cdot 10^{-3}$ Па при увеличении температуры подложки до 970 °С при потоке аммиака 400 см³/мин. В результате дополнительной модернизации узла нагрева образца и ростового манипулятора обеспечивается возможность длительного роста с вращением на подложках диаметром до 100 мм при температуре до 1200 °С (показания пирометра). При этом вакуум находится на уровне не хуже $1 \cdot 10^{-3}$ Па (при потоке аммиака 60 см³/мин).

В качестве инструментов для in-situ контроля скорости роста и состояния ростовой поверхности использовалась лазерная интерферометрия и отраженная дифракция быстрых электронов ОДБЭ (RHEED). Свойства выращенных образцов исследовались при помощи просвечивающей электронной микроскопии (ТЕМ), Холловских измерений и рентгеновской дифракции.

Использование высокотемпературного буферного слоя для снижения плотности дислокаций в слоях GaN и AlGaIn

Как уже говорилось выше основной проблемой при изготовлении приборов на основе III-нитридов, является отсутствие недорогих согласованных по параметру решетки подложек. Выращивание на рассогласованных подложках приводит к высокой плотности дислокаций, что сказывается на приборных характеристиках.

Одним из способов улучшения структурного совершенства выращиваемых слоев является повышение поверхностной подвижности атомов за счет увеличения ростовых температур. Увеличение температур для роста GaN ограничивается термическим разложением материала, что отрицательно сказывается на качестве растущего слоя.

В тоже время термическое разложение AlN происходит при более высоких температурах по сравнению с GaN. В связи, с этим было предложено выращивать на начальном этапе роста относительно “толстый” буферный слой AlN при экстремально высокой для МЛЭ температуре.

При оптимизации условий выращивания начальных слоев AlN использовались слои толщиной 200 нм. Структурное совершенство этого слоя чрезвычайно важно для совершенства всей последующей структуры. Поэтому, для выращивания слоя AlN использовалась температура нагревателя образца, которая с одной стороны не приводит к его значительному износу, а с другой стороны обеспечивает экстремально высокую температуру подложки – 1200 °С. Улучшение кристаллического совершенства многослойной

гетероструктуры подтверждается данными рентгеновской дифракции: значения полуширин пиков (0002) слоев AlN и GaN уменьшаются в 1,5–

2 раза при увеличении температуры роста слоя AlN (рис. 1).

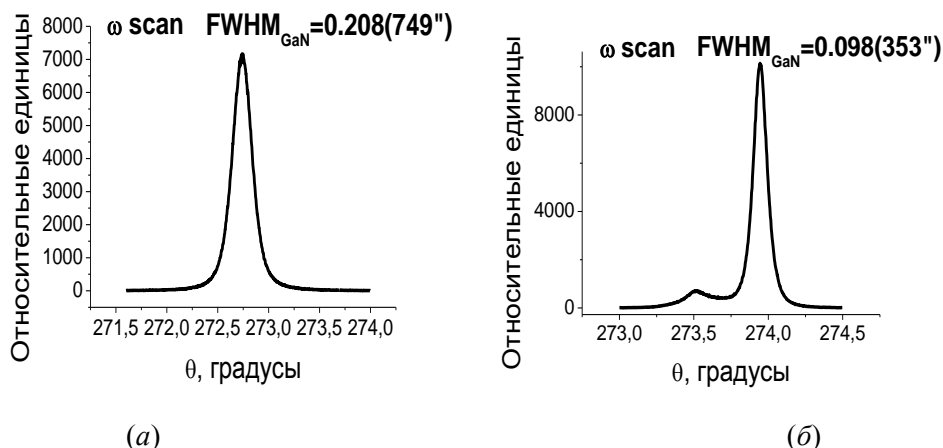


Рис. 1. Рентгеновская дифракция для слоев GaN толщиной 1 мкм, выращенных на тонком зародышевом слое AlN (а) и на «толстом» слое AlN (б)

При исследовании ОДБЭ в течение начального этапа роста установлено, что увеличение температуры подложки приводит к более быстрому переходу из трехмерного в двумерный режим роста (переход из точек в тяжи при наблюдении ОДБЭ). Кроме того, при использовании меньшей температуры роста даже после перехода в тяжи на них остаются утолщения, что свидетельствует о более грубой поверхности по сравнению с выращиванием AlN при повышенной температуре.

При выращивании на «толстых» слоях AlN слоев AlGaIn или GaN необходимо использовать специальные технологические приемы для снижения влияния напряжений, вызванных различием в параметрах решетки. Для этой цели между слоями AlN, AlGaIn и GaN можно использовать слои градиентного состава, либо многопериодные комбинации тонких слоев $Al_xGa_{1-x}N/Al_yGa_{1-y}N$ (сверхрешеточных структур – СР). Установлено, что использование второго варианта, СР $Al_xGa_{1-x}N/Al_yGa_{1-y}N$, позволяет получить слои AlGaIn и GaN с более высоким структурным совершенством.

Было исследовано влияние указанных режимов роста на свойства слоев AlGaIn. Увеличение состава Al в тройном растворе $Al_xGa_{1-x}N$ от $x=0.3$ до $x=0.5$ при помощи выравнивания потоков галлия и алюминия приводит уменьшению шероховатости поверхности и улучшению структурных свойств. Увеличение состава Al при помощи увеличения температуры роста в течение роста $Al_{0.3}Ga_{0.7}N$ выше температуры заметного термического разложения приводит к увеличению шероховатости поверхности и снижению структурных свойств.

В итоге для улучшения качества структур

предложен способ получения низкодислокационных буферных слоев AlN/сверхрешетка/AlGaIn, выращенных при экстремально высоких температурах.

Выращивание на начальной стадии роста слоев AlN толщиной более 200 нм при температуре 1150 °С на подложке, а затем выращивание переходных областей AlGaIn, включая сверхрешетки, при температуре 900–920 °С привело к улучшению свойств всей структуры. Оптимизация сверхрешетки AlN-AlGaIn состояла в подборе параметров (шаг, состав, температура) позволяющих сохранить высокий процент алюминия в твердом растворе, при этом обеспечивающих схлопывание прорастающих дислокаций путем загиба их на гетерограницах. Итоговая оптимизация позволила выйти на твердый раствор AlGaIn с содержанием алюминия 50 % при сохранении 2D режима роста.

При помощи сканирующей просвечивающей электронной микроскопии (STEM) получено изображение гетероструктуры, состоящей из слоев AlN, сверхрешетки AlN-AlGaIn, $Al_{0.5}Ga_{0.5}N$, GaN (рис. 2). Установлено, что плотность дислокаций находится на уровне $2\text{--}4\cdot 10^{10}\text{ см}^{-2}$, $3\text{--}5\cdot 10^9\text{ см}^{-2}$, $(8\text{--}10)\cdot 10^8\text{ см}^{-2}$ для слоев AlN, AlGaIn, GaN соответственно.

Максимальная подвижность электронов в слабодегированном кремнием слое GaN толщиной 1.5 мкм находится на уровне $600\text{--}650\text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ при концентрации электронов $3\text{--}5\cdot 10^{16}\text{ см}^{-3}$. Экспериментальные значения подвижности и плотности дислокаций согласуются с данными расчетов [5, 6]. Для сравнения типичные значения подвижности электронов в слоях GaN, выращенных методом МЛЭ на сапфире или SiC с использованием различных тон-

ких буферных слоев (обычно GaN, AlGaIn или AlN толщиной менее 50 нм) составляют 350–

400 см²/В·с [7, 8].

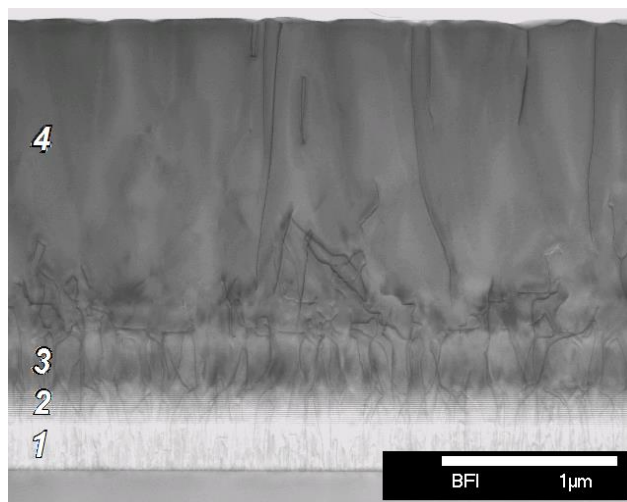


Рис. 2. Изображение скола многослойной гетероструктуры полученное с помощью STEM; указаны слои 1 – AlN; 2 – SLS; 3 – Al_{0.5}Ga_{0.5}N; 4 – GaN

Использование указанных слоев GaN в двойной гетероструктуре с барьерным слоем Al_xGa_{1-x}N различного состава ($x = 0.25–0.4$) позволило контролируемо изменять слоевое сопротивление, концентрацию и подвижность в двумерном электронном газе в диапазоне 230–400 Ом/ед.пл., $(1.0–1.8) \cdot 10^{13}$ см⁻² и 1300–1700 см²/В·с, соответственно. При этом барьерный слой состоял из тонкого слоя AlN толщиной 1 нм и модулировано легированного кремнием слоя AlGaIn толщиной 24 нм.

Использование Ga в качестве сурфактанта для улучшения структурного совершенства буферных слоёв.

Было исследовано влияние потока сурфактанта Ga и температуры подложки при выращивании буферного слоя AlN на свойства гетероструктуры AlN/AlGaIn/GaN/AlGaIn. Было проведено выращивание нескольких серий гетероструктур с двумерным газом, отличающиеся потоком сурфактанта Ga при росте слоя AlN. Рассмотрено влияние соотношения потоков Al и Ga в диапазоне от 20:1 до 1:1 при температурах подложки от 1050 °C до 1150 °C. При этом необходимо отметить, что данные соотношения потоков являются достаточно условными, поскольку определялись по скорости роста при температуре подложки менее 800 °C, при которой десорбция с поверхности и термическое разложение нитрида галлия не так существенны. При температурах выше 1000 °C и небольшом потоке аммиака (60 sccm) скорость термического разложения нитрида галлия существенно выше скорости его роста, кроме того становится существенной десорбция металлов (в большей степени Ga) с поверхности. Таким образом, реальное

соотношение потоков Al:Ga при температурах подложки 1050–1150 °C заметно выше и существенно отличается от температуры 800 °C. Было установлено, что даже использование равных потоков Al и Ga не приводит к изменению скорости роста AlN при температуре подложки 1150 °C, что говорит о том, что атомы галлия не встраиваются в решетку AlN, при этом обеспечивается ускоренный переход в двумерный режим роста. При температуре подложки 1050 °C и отношениях потоков алюминия и галлия 1:1–2:1 наблюдается небольшое увеличение скорости роста AlN. На рис. 3 представлена картина отраженной дифракции быстрых электронов (ОДБЭ, RHEED) во время роста слоя AlN при различных соотношениях потоков Al/Ga при температуре 1150 °C.

Видно, что наиболее быстрый переход к двумерной картине роста происходит при соотношении потоков около 10:1. Эти данные коррелируют с данными подвижности в двумерном электронном газе (рис. 4). Для сравнения на рисунке также представлены значения подвижности электронов в гетероструктуре, выращенной без использования сурфактанта (для наглядности точка обозначена на рисунке как точка, соответствующая отношению потоков 100:1).

Следует отметить, что при повторных экспериментах для одних и тех же значений отношения Al:Ga наблюдался определенный разброс значений подвижности, а на графике приведены максимальные полученные значения. При этом, можно заключить, что подвижность в двумерном электронном газе в гетероструктурах AlN/AlGaIn/GaN/AlGaIn, выращенных при температуре 1150 °C с использованием сурфактанта

на 10–30 % выше, чем в аналогичных структурах без сурфактанта, а оптимальное соотношение потоков Al:Ga находится в диапазоне от 15 до 5. При использовании других температур подложки оптимальный диапазон будет отли-

чаться. Уменьшение температуры подложки приведет к уменьшению десорбции галлия и, соответственно, увеличению оптимального соотношения Al:Ga.

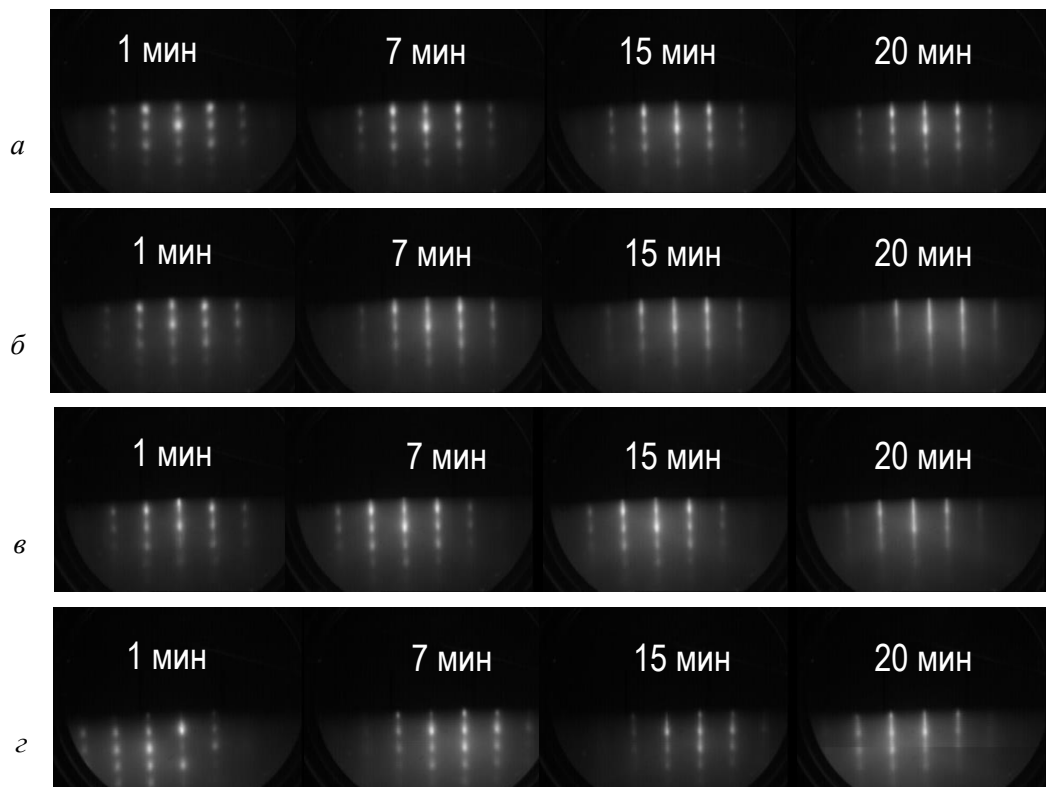


Рис. 3. Картина отраженной дифракции быстрых электронов (ОДБЭ, RHEED) во время роста слоя AlN при различных соотношениях потоков Al/Ga при температуре 1150°C, а) – без Ga, б) – 10:1, в) – 2:1, г) – 1:1

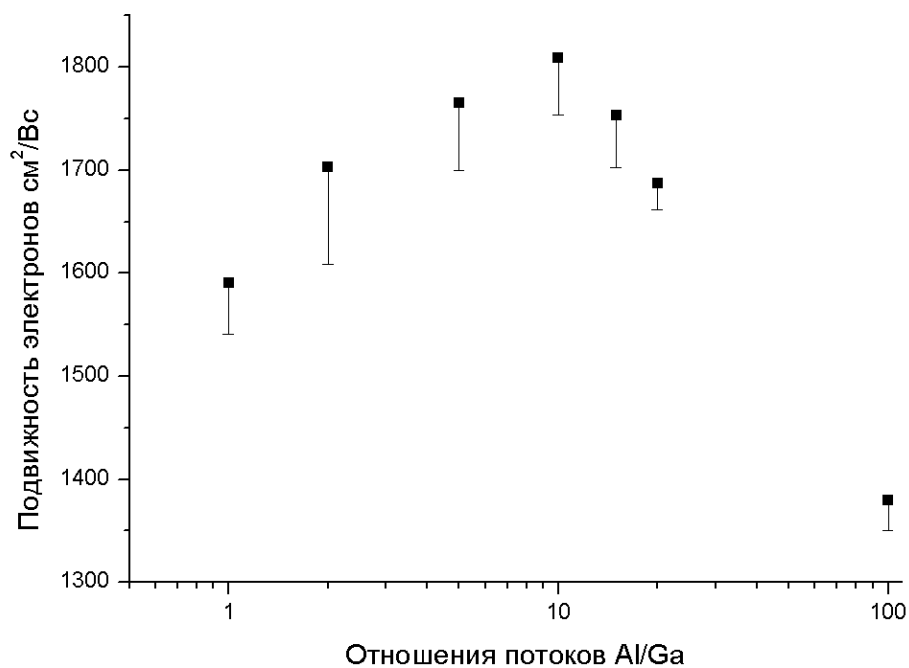


Рис. 4. Зависимость подвижности в двумерном газе GaN/AlGaIn в гетероструктуре AlN/AlGaIn/GaN/AlGaIn от соотношения потоков алюминия и сурфактанта Ga в течении роста буферного слоя AlN. Указана максимальная подвижность электронов

Максимальная подвижность в двумерном электронном газе $1800 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$ при концентрации $1,4 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2}$ была получена при соотношении потоков алюминия к галлию 10:1. При понижении концентрации в двумерном электронном газе до $1,0 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2}$ за счет понижения уровня легирования была получена подвижность до $2000 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$. В настоящее время проводятся исследования плотности дислокаций в гетероструктурах, полученных с использованием сурфактанта.

Применение, описанных выше, технологий и конструкций на подложках SiC, позволило создать полевые транзисторы, которые продемонстрировали статические параметры мирового уровня: ток сток-исток до 1–1.2 А/мм, крутизна 180–200 мС/мм, напряжение пробоя более 50 В, токи утечки менее 100 мкА при напряжении 50 В. Достигнуто КПД 50% при удельной мощности 5 Вт/мм на 4 ГГц.

Транзисторы продемонстрировали долговременную стабильность параметров в течение более 3500 часов при температуре 85 °С. Данные параметры получившихся устройств подтвер-

ждают высокое качество гетероструктур и правильность выбора конструкций и условий роста.

Рост буферных слоев с высоким содержанием Al для нитридных фотокатодов.

Одним из важных применений структур на основе нитридов металлов третьей группы является создание так называемых солнечно-слепых ультрафиолетовых фотоприемников на основе фотокатодов.

Максимальная чувствительность фотоприемников в этих системах должна обеспечиваться в спектральном диапазоне с длинами волн от 240 до 290 нм, поскольку излучение в более коротковолновых диапазонах сильно поглощается атмосферой, а излучение с большими длинами волн занимает заметную часть спектра солнечной радиации. На рис. 5 представлена зависимость ширины запрещенной зоны от состава алюминия в твердом растворе AlGa_{1-x}N. Содержание алюминия в буферном слое AlGa_{1-x}N должно обеспечивать пропускание при длине волны более 240–250 нм. Таким образом необходимо использовать буферные слои с содержанием алюминия не менее 70–80 %.

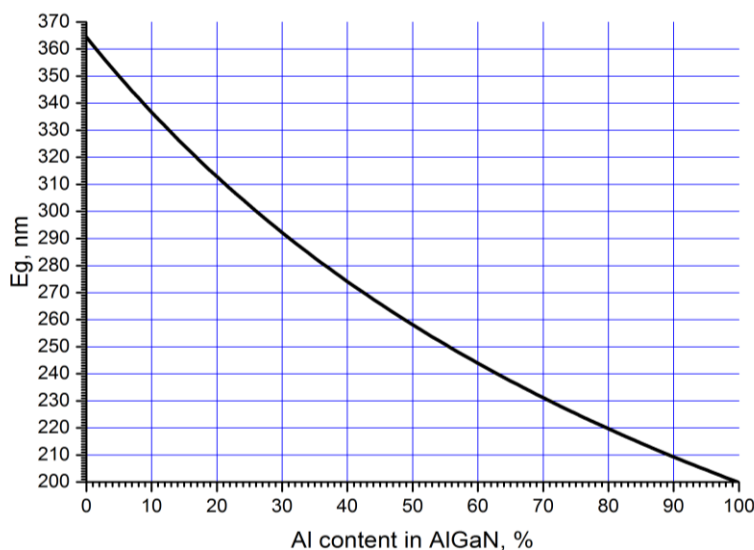


Рис. 5. Зависимость ширины запрещенной зоны от состава алюминия в твердом растворе AlGa_{1-x}N

Для выращивания буферных слоев с содержанием алюминия выше 70% прозрачных в ультрафиолетовом диапазоне, использовались режимы сходные описанным выше (экстремально высокая температура подложки, использование сурфактанта). По изображениям гетероструктур AlN/CP/Al_{0.7}Ga_{0.3}N полученным просвечивающей электронной микроскопией была оценена плотность дислокаций в слое Al_{0.7}Ga_{0.3}N (рис. 6), непосредственно прилегающем к активной области, которая составила $1\text{--}2 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2}$.

Была проведена приборная апробация технологии низкодислокационных буферных слоев для получения нитридных фотокатодов. Выращивание активных слоев p-GaN происходило

при помощи плазменного источника аммиака. Для легирования использовался источник Mg. Калибровка потока магния производилась при помощи датчика Байарда-Альперта. Далее структуры обрабатывались на установке формирования фотокатода в ЦНИИ "Электрон". В вакуумной камере установки, имеющей предельное давление $5 \cdot 10^{-11}$ Торг, образцы подвергались очистке методом прогрева в вакууме, после чего производилась их активировка цезием и кислородом по технологии близкой к описанной в работе [9]. На рис. 7 представлены результаты измерений квантового выхода в режиме пропускания для конечных структур.

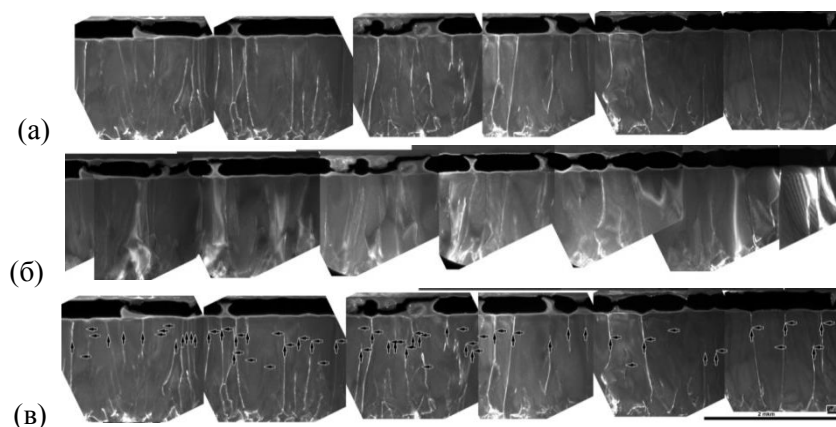


Рис. 6. ТЕМ изображения гетероструктуры AlN/CP/Al_{0.7}Ga_{0.3}N в двух взаимортогональных отражениях (а) – $g=(0002)$, (б) – $g=(-12-10)$ и (в) суперпозиция винтовых, краевых и смешанных дислокаций

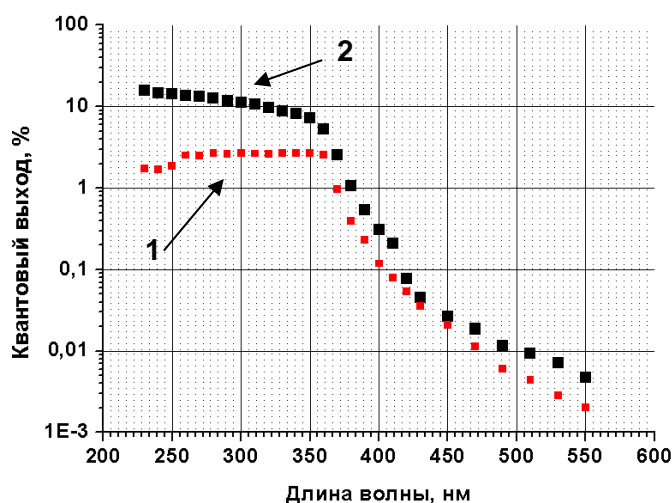


Рис. 7. Зависимость квантового выхода от длины волны фотокатода с активной областью p-GaN в режиме пропускания.

1 – неоптимизированная структура с высокой плотностью дислокаций,
2 – структура со сниженной плотностью дислокаций

Снижение плотности дислокаций в буферных слоях за счет оптимизации условий роста, а также оптимизация условий роста активного слоя p-GaN позволила совместно с ЦНИИ "Электрон" получить фотокатоды, которые показали квантовую эффективность в режиме отражения 30 % в режиме пропускания на уровне 14–16 %.

Заключение. Использование высокотемпературных буферных слоев AlN позволяет значительно улучшить структурное совершенство нитридных гетероструктур и повысить подвижность электронов в слоях GaN.

Установлено, что использование сурфактанта Ga при высокотемпературной аммиачной МЛЭ AlN позволяет на 10–30 % увеличить подвижность в двумерном электронном газе в гетероструктурах, выращенных при температуре подложки 1150 °C, а оптимальное соотношение потоков Al:Ga находится в диапазоне от 15 до 5. В гетероструктурах с двумерным электронным газом GaN/AlGaIn была получена подвижность

электронов до 2000 см²/В·с.

Получены структуры буферных слоев с содержанием алюминия >70 % (прозрачных в ультрафиолетовом диапазоне до 230 нм) с плотностью дислокаций в слое, непосредственно прилегающем к активной области, $3\text{--}5 \cdot 10^9$ см⁻².

Была проведена приборная апробация технологии. получены транзисторы С диапазона с КПД 50 % при удельной мощности 5 Вт/мм на 4 ГГц, а также УФ фотокатоды с квантовой эффективностью в режиме пропускания 14–16%.

**Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта РФФИ 14-41-08048 р_офи_м и Программы стратегического развития БГТУ им В.Г. Шухова на 2012–2016 годы.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Shur M. S. GaN based transistors for high power applications //Solid-State Electronics. 1998. Т. 42. №. 12. С. 2131–2138.

2. Ambacher O. Growth and applications of group III-nitrides //Journal of Physics D: Applied Physics. 1998. Т. 31. №. 20. С. 2653.
3. Akasaki I., Amano H. Crystal growth of column-III nitride semiconductors and their electrical and optical properties //Journal of crystal growth. 1996. Т. 163. №. 1. С. 86-92.
4. Айнбунд М.Р., Суриков И.Н., Чернова О.В., Чикунов. В.В. Малогабаритный солнечно-слепой усилитель яркости 2+ поколения // Вопросы радиоэлектроники. Серия: Техника телевидения. 2007. №. 1. С. 69–74.
5. Ng H.M., Doppalapudi D., Moustakas T. D., Weimann N. G., Eastman L. F.. The role of dislocation scattering in n-type GaN films //Applied physics letters. 1998. Т. 73. №. 6. С. 821–823
6. Weimann N.G., Eastman L.F., Doppalapudi, D., Ng H. M., Moustakas T.D. Scattering of electrons at threading dislocations in GaN //Journal of Applied Physics. 1998. Т. 83. №. 7. С. 3656–3659.
7. Webb J.B., Tang H., Bardwell J.A., Moisa S., Peters C., MacElwee T. Defect reduction in GaN epilayers and HFET structures grown on (0001) sapphire by ammonia MBE //Journal of crystal growth. 2001. Т. 230. №. 3. С. 584–589.
8. Nakamura S., Mukai T., Senoh M. In situ monitoring and Hall measurements of GaN grown with GaN buffer layers //Journal of applied physics. 1992. Т. 71. №. 11. С. 5543–5549.
9. Айнбунд М.Р., Вилькин Е.Г., Пашук А.В., Петров А.С., Суриков И.Н. Солнечно-слепые УФ-фотокатоды на основе гетероструктур AlGaIn с границей спектральной чувствительности в диапазоне 300-330 nm //Письма в Журнал технической физики. 2012. Т. 38. №. 9. С. 88–95.

Mamaev V.V., Petrov S.I., Novikov S.A., Zaycev S.V., Prohorenkov D.S.

THE INFLUENCE OF CONDITIONS OF FORMATION OF HETEROSTRUCTURES BASED ON NITRIDES OF III GROUP, ON THE STRUCTURAL PERFECTION OF THE INSTRUMENT STRUCTURES FOR MICROWAVE TRANSISTORS, AND OPTOELECTRONIC DEVICES IN THE ULTRAVIOLET RANGE.

It is shown that using high temperature buffer layer AlN/AlGaIn grown on strongly mismatched substrates by MBE using ammonia and extremely high temperatures (up to 1150 °C), allows you to dramatically improve the structural perfection of the active layers and lower dislocation density up to values of $4-5 \cdot 10^9 \text{ cm}^{-2}$. The results of growing AlN layers using Ga as the surfactant. In heterostructures with two-dimensional electron gas grown with the use of surfactant was achieved carrier mobility up to $2000 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$. The resulting transistors range with an efficiency of 50% at a power density of 5 W/mm at 4 GHz. The results of growing buffer layers $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ with high Al content ($x=70\%$) for the nitride. The dislocation density in the layer of the $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{N}$ immediately adjacent to the active area, made up of $1-2 \cdot 10^9 \text{ cm}^{-2}$. Was obtained by UV photo cathodes, which showed the quantum efficiency in transmission of 14–16 %.

Key words: nitride heterostructures AlN/AlGaIn UV photo cathodes, microwave transistors, the density of dislocations.

Мамаев Виктор Викторович, инженер.

ЗАО «НТО»

Адрес: Россия, 194156, Санкт-Петербург, пр. Энгельса, д. 27

Новиков Сергей Андреевич, инженер.

ЗАО «НТО»

Адрес: Россия, 194156, Санкт-Петербург, пр. Энгельса, д. 27

Петров Станислав Игоревич, кандидат физико-математических наук, начальник прикладной лаборатории.

ЗАО «НТО»

Адрес: Россия, 194156, Санкт-Петербург, пр. Энгельса, д. 27

E-mail: petrov@semiteq.ru

Зайцев Сергей Викторович, младший науч. сотрудник

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

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

Прохоренков Дмитрий Станиславович, инженер-исследователь

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

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

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

DOI: 10.12737/article_5926a0598b7e58.27665013

Земан Д.А., аспирант,
Шишкин С.Ф., канд. техн. наук, доц.,
Шишкин А.С., канд. техн. наук, доц.,
Бараковских Д.С., инженер

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ ЧАСТИЦ В УСЛОВИЯХ ПНЕВМОТРАНСПОРТА

pass-carnag@mail.ru

Приведена схема экспериментальной установки для определения скорости частиц в условиях пневмотранспорта. Использовался метод магнитной метки. Система пневмотранспорта реализована на базе пневмокамерного насоса. Измерение скорости частиц проводилось на прямом участке с установившимся движением. Варьировались режимные параметры двухфазного потока – расход воздуха, концентрация, давление. Опыты проводились на различных сыпучих материалах. Приводится сравнение экспериментальных и расчетных значений относительной скорости частиц по различным известным зависимостям.

Ключевые слова: пневмотранспорт, двухфазный поток, расход воздуха, относительная скорость частиц, индикаторная частица.

Как известно, аэродинамическое сопротивление пневмотранспортного тракта складываются из потерь давления на разгон частиц, потерь давления по длине, потерь давления на подъем материала и местных потерь давления. При этом потери давления по длине составляют основную долю. Однако чтобы определить потери давления на длинных участках с установившимся движением необходимо знать относительную скорость движения частиц твердой фазы [1, 2, 3]. Поэтому, вопросу определения относительной скорости частиц посвящено большое количество работ и предложено достаточно большое число различных зависимостей. Так в работах [4, 5] приводится анализ шести зависимостей, предложенных разными авторами. В тоже время работ, посвященных экспериментальному определению скорости частиц в условия пневмотранспорта очень мало. Цели настоящей работы – экспериментальное определение относительной скорости и выбор зависимости для ее расчета.

Схема установки для определения скорости движения частиц в условиях пневмотранспорта приведена на рис.1. и представляет собой систему высоконапорного пневмотранспорта на базе лабораторного пневмокамерного насоса (ПКН) емкостью 30 литров. Транспортный трубопровод имеет внутренний диаметр 16 мм и длину 25 м. Установка включает в себя: 1 – подвод сжатого воздуха из коллектора; 2 – ПКН; 3 – клапан загрузки материала; 4 – пневмотранспортный тракт; 5 – циклон с накопительным бункером,

для отделения материала от воздуха; 6 – фильтр санитарной очистки; 7 – регулировочные вентили расхода воздуха; 8 – стандартная диафрагма, с импульсными трубками; 9,10,11,12 – импульсные трубки для измерения давления; 13 – измерительный комплекс включающий в себя: аналогово-цифровой преобразователь, пять датчиков давления серии «Метран 100», преобразователь интерфейса; 14 – устройство ввода индикаторной частицы; 15 – индукционные датчики; 16 – аналогово-цифровой преобразователь электромагнитных импульсов с частотой дискретизации 44 кГц; 17 – компьютер для обработки данных; 18 – эжектор.

Длина прямого, горизонтального участка перед индукционными датчиками составляет 437 калибров, это позволяет материалу разогнаться и выйти на установившийся режим движения. Во время установившегося режима движения двухфазного потока вводится индикаторная частица, представляющая собой пенопластовый шарик диаметром 10–12 мм, внутри которого помещена малая магнитная частица. Как показали визуальные наблюдения на стеклянной трубке, такой шарик в условиях пневмотранспорта движется с осредненной скоростью твердой фазы и не может обогнать поток, или отстать от него. Прохождение частицы регистрируется индукционными датчиками, расположенными друг от друга на расстоянии $l=160$ мм. Сигнал от индукционных датчиков фиксируется быстродействующим аналогово-цифровым пре-

образователем и записывается в файл на компьютере. На рис. 2. представлен временной график

сигналов от индукционных датчиков при пролете индикаторной частицы.

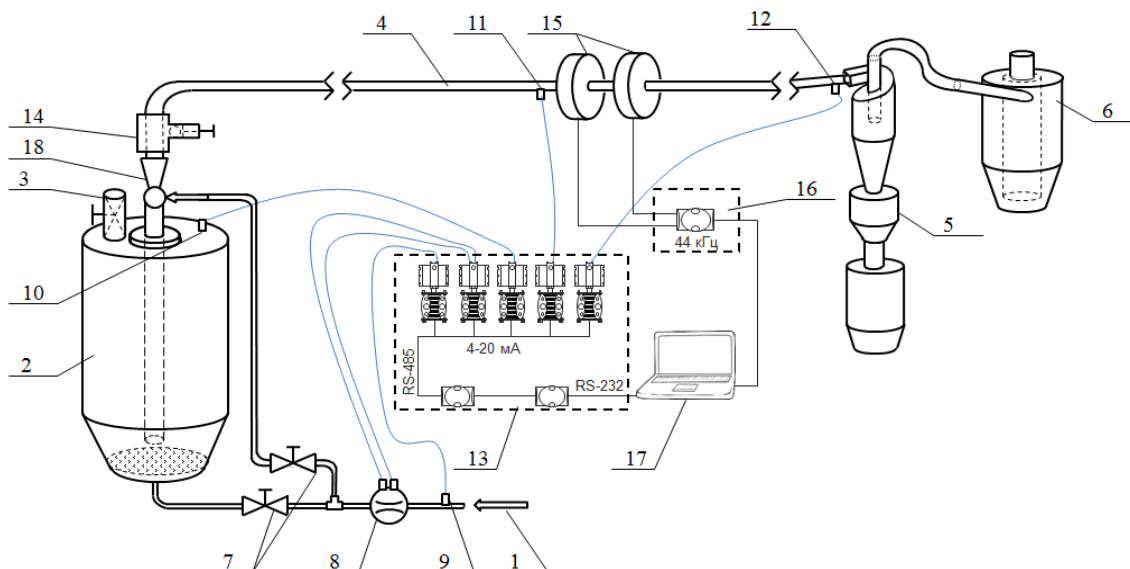


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для определения относительной скорости частиц

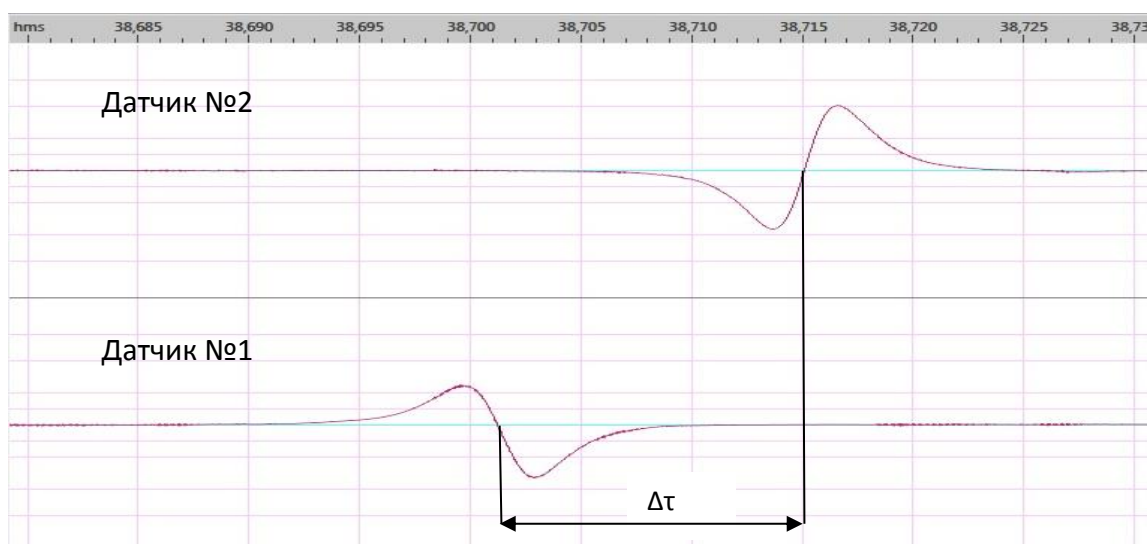


Рис. 2. Треки прохождения магнитной частицы-индикатора через сечение катушек

Измерив, промежуток времени Δt между импульсами, можно вычислить скорость движения индикаторной частицы U , м/с по очевидной зависимости:

$$U = \frac{l}{\Delta t} \quad (1)$$

Опыты проводились на двух типах сыпучего материала – монодисперсном и полидисперсном. В качестве монодисперсного материала использовался пропант представляющий собой шарообразные частицы узкой фракции со средневзвешанным диаметром 1243,7 мкм и насыпной плотностью 1940 кг/м³. Кажущаяся плотность – 2750 кг/м³. Полидисперсный полевой шпат имеет размеры частиц в диапазоне 0-400

мкм, со средневзвешанным диаметром 492,5 мкм. Насыпная плотность равна 1440 кг/м³, кажущаяся плотность 2398 кг/м³ (см. табл. 1).

Таблица 1

Гранулометрический состав полевого шпата

Сита, мкм	R, гр	r, гр
1600	0,3	0,3
1000	3,1	2,8
630	21,1	18
400	57,8	36,7
200	92,7	34,9
160	96	3,3
100	98,8	2,8
63	99,5	0,7
0	100	0,5

Измерив, массовый расход воздуха q_m , кг/с, по стандартной диафрагме, можно вычислить скорость воздушного потока перед индукционными датчиками W_{ud} , м/с, по известной зависимости:

$$W_{ud} = \frac{q_m}{\rho_{ud} F_T}, \quad (2)$$

где, F_T – площадь сечения трубы, м²; плотность воздуха ρ_{ud} , кг/м³, определяем по уравнению состояния:

$$\rho_{ud} = \frac{P_{бар} + P_{ud}}{RT}, \quad (3)$$

где, $P_{бар}$ – барометрическое давление, Па; P_{ud} – давление в районе установки индукционных дат-

чиков, Па; R – удельная газовая постоянная для воздуха, Дж/(К·кг), T – абсолютная температура воздуха, К.

Экспериментальное значение относительной скорости $j_{экс}$ определяется по зависимости:

$$j_{экс} = \frac{U}{W_{ud}}. \quad (4)$$

На рис.3. изображен график изменения скорости в сечениях на трех участках транспортной трубопровода. Вертикальная линия на графике обозначает момент пролета индикаторной частицы через сечение индукционных датчиков.

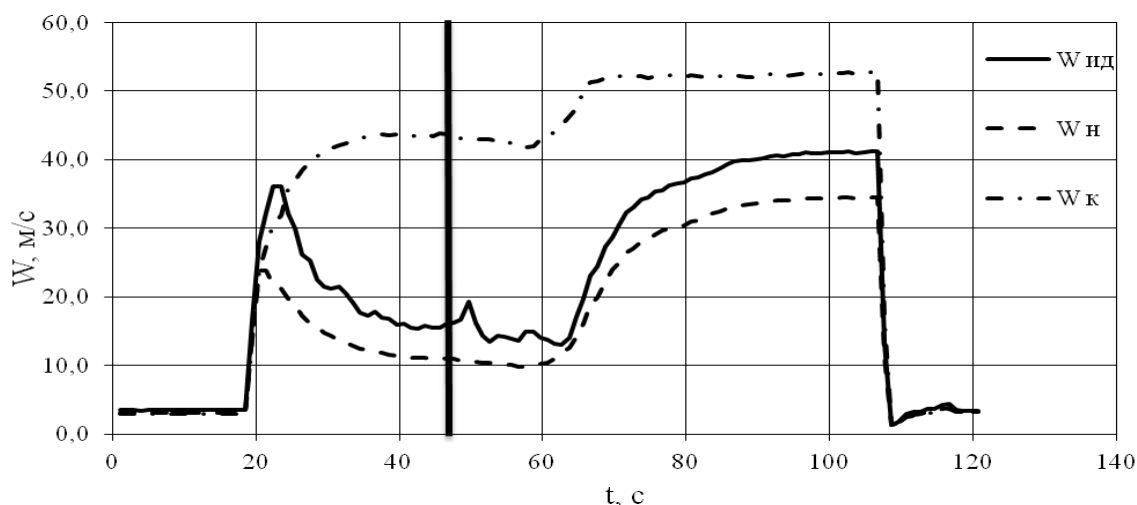


Рис. 3. Изменение скоростей воздушного потока в транспортной трубе на различных участках:

W_{ud} – скорость перед индукционными датчиками; W_n – скорость в начале тракта; W_k – скорость в конце тракта

При вычислении расчетных значений относительной скорости частиц использовались следующие формулы.

Зависимость (5) Овена, Разумова [2, 3], где v_{os} – скорость осаждения частиц, м/с; w – средняя по сечению скорость потока, м/с.

$$j = 1 - \frac{v_{os}}{w}. \quad (5)$$

Зависимость (6) Басова [2], где d – диаметр частицы, м.

$$j = 1 - 375 \frac{v_{os}}{w} d^{-0.845}. \quad (6)$$

Зависимость (7) Калугина [6], где ζ_∂ – коэффициент сопротивления потока; C_x – коэффициент сопротивления частицы; μ – расходная концентрация твердой фазы, кг/кг; ρ_t , ρ – соответственно плотность частиц и плотности среды, кг/м³; D – диаметр трубы, м.

$$j = \left(1 + \frac{\zeta_\partial \rho_t d}{3 C_x \rho \mu D} \right) - \sqrt{\left(1 + \frac{\zeta_\partial \rho_t d}{3 C_x \rho \mu D} \right)^2 - 1}. \quad (7)$$

Зависимость (8) Шухарта [2], где C – константа, $C=0,014 - 0,05$; Fr – критерий Фруда; Fr_0 – критерий Фруда, рассчитанный по скорости потока соответствующей осаждению частиц.

$$j = \left[1 + C \left(\frac{\rho_t}{\rho} - 1 \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{d}{D} \right)^{\frac{2}{3}} \left(1 + \frac{200}{Fr - Fr_0} \right) \right]^{-1}. \quad (8)$$

Зависимость (9) Гастерштадта [7].

$$j = 1 - \left(0,0117 + \frac{0,178}{w} \right) v_{os}. \quad (9)$$

Формула (10) зональной модели [4], где S_1 , S_2 – отношение площадей зон к площади сечения трубы.

$$j = \frac{S_1}{S_1 - S_2} - \sqrt{\left(\frac{S_1}{S_1 - S_2} \right)^2 - \frac{S_1}{S_1 - S_2}}. \quad (10)$$

В табл. 2 приведены экспериментальные и расчетные данные.

Таблица 2

Соотношение экспериментальных и расчетных данных

Режимные параметры	Монодисперсный (пропант)					Полидисперсный (шпат)			
Давление P_c , кПа	0,452	0,342	0,353	0,370	0,344	0,437	0,287	0,447	0,456
Концентрация μ , кг/кг	27,25	22,49	23,27	21,74	22,32	24,51	16,58	24,06	30,15
Скорость W_u , м/с	20,41	16,34	15,93	15,93	16,57	11,25	19,34	18,75	21,34
Экспериментальное значение скорости частиц									
Скорость U , м/с	13,14	10,6	9,94	9,94	11,36	10,6	16,74	12,23	12,23
Экспериментальное значение относительной скорости									
Скорость $j_{экс}$	0,644	0,649	0,624	0,624	0,686	0,942	0,865	0,652	0,573
Расчетные значения относительной скорости по различным зависимостям									
Зональная модель	0,933	0,944	0,942	0,943	0,944	0,983	0,984	0,984	0,984
Калугин	0,988	0,988	0,988	0,988	0,988	0,992	0,992	0,992	0,992
Басов	0,715	0,740	0,729	0,732	0,744	0,985	0,986	0,989	0,991
Овен, Разумов	0,687	0,715	0,702	0,706	0,719	0,984	0,985	0,987	0,990
Шухарт	0,591	0,687	0,686	0,690	0,691	0,698	0,677	0,625	0,590
Гастерштадт	0,871	0,895	0,892	0,894	0,896	0,945	0,941	0,931	0,924

Исходя из представленных в табл.1 данных следует, что наиболее близкие значения к экспериментальным данным дают зависимости для расчета относительной скорости (8) Шухарта и (5) Овена и Разумова. Эти зависимости можно использовать как для полидисперсных, так и для монодисперсных составов. Для монодисперсных материалов, также можно использовать зависимость (6) Басова [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шишкин С.Ф., Шишкин А.С. Движение двухфазного потока в трубе постоянного сечения / Физико-химия и технология оксидно-силикатных материалов: материалы междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург, 17-19 февр. 2000 г. // Урал. гос. техн. ун-т, Урал. отд-ние Ассоц. строит. вузов РФ. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2000. С. 251.

2. Разумов И. М. Пневмо- и гидротранспорт в химической промышленности. М.: Химия, 1979. 248с.

3. Сукомел А.С., Цветков Ф.Ф., Керимов Р.Р. Теплообмен и гидравлические сопротивления при движении газовзвеси в трубах. М.: Энергия, 1977. 192 с.

4. Гаврилюк Д.Н., Шишкин С.Ф. Относительная скорость движения пневмотранспорта на стационарных участках // Вестник БГТУ им. В. Г Шухова. 2009. №3. С. 122–126.

5. Бусройд Р. Течение газа со взвешенными частицами. М.: Мир, 1975. 378 с.

6. Калугин Б.Ф. Потери напора от ударов частиц о стенки при пневматическом транспорте по горизонтальным трубам // Инженерно-физический журнал. 1960. Т. IV. №7. С. 40–46.

7. Медников Е. П. Турбулентный перенос и осаждение аэрозолей. М.: Наука, 1980. 176 с.

Zeman D.A., Shishkin S.F., Shishkin A.S., Barakovskikh D.S.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE RELATIVE SPEED OF PARTICLES IN THE CONDITIONS OF PNEUMOTRANSPORT

The scheme of the experimental device for the determining of the velocity of particles in pneumatic transport conditions was given.

The method of magnetic marking was used.

The pneumatic transport system was implemented on the basis of a pneumatic chamber pump. The particle velocity was measured on a straight section with steady motion.

The mode parameters of the two-phase flow were varied: air flow, concentration, pressure. The experiments were carried out with various bulk materials. Comparison of the experimental and calculated values of the relative particle velocity was given in respect to various known dependences.

Key words: *pneumatic transport, two-phase flow, air flow, relative particle velocity, indicator particle.*

Земан Денис Александрович, аспирант.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт Новых Материалов и Технологий, департамент строительного материаловедения.

Адрес: Россия, Екатеринбург, 620002, ул. Мира, 28.

E-mail: pass-carnag@mail.ru

Шишкин Сергей Федорович, кандидат технических наук, доцент.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт Новых Материалов и Технологий, департамент строительного материаловедения.

Адрес: Россия, Екатеринбург, 620002, ул. Мира, 28.

E-mail: shsf@planet-a.ru

Шишкин Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт Новых Материалов и Технологий, департамент строительного материаловедения.

Адрес: Россия, Екатеринбург, 620002, ул. Мира, 28.

E-mail: a.s.shishkin@urfu.ru

Бараковских Дмитрий Сергеевич, инженер.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт Новых Материалов и Технологий, департамент строительного материаловедения.

Адрес: Россия, Екатеринбург, 620002, ул. Мира, 28.

E-mail: d.s.barakovskikh@urfu.ru

Уральский В.И., канд. техн. наук, доц.,
Синица Е.В., канд. техн. наук, доц.,
Уральская Л.С., ст. преп.,
Фарафонов А.А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ АГРЕГАТ КОМБИНИРОВАННОГО СПОСОБА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

WIURAL@mail.ru

В статье представлены научно-технические разработки по созданию центробежного помольного агрегата комбинированного способа измельчения, конструкция которого позволяет повысить качество готового продукта за счет обеспечения сухого и мокрого способа измельчения материала в одном агрегате, а также повысить производительность агрегата за счет обеспечения непрерывного процесса измельчения.

Ключевые слова: центробежный агрегат, комбинированный способ, измельчение, сухой способ, мокрый способ, энергосбережение.

Проведенный нами анализ существующего помольного оборудования малотоннажных технологических комплексов для тонкого и сверхтонкого измельчения материалов показывает, что конструкция основополагающего агрегата-измельчителя, входящего в состав комплекса, должна обеспечивать функциональные возможности организации технологического процесса по различным схемам в зависимости от существующих требований к конечному продукту [1–5].

При данном подходе к созданию технологического комплекса наибольшему числу требований удовлетворяет разработанный нами центробежный агрегат комбинированного способа измельчения, конструкция которого позволяет повысить качество готового продукта за счет обеспечения комбинирования одновременно сухого и мокрого способа измельчения материала в одном агрегате, а также повысить производительность агрегата за счет обеспечения непрерывного процесса измельчения [6].

Недостатками предыдущих агрегатов центробежного типа являются недостаточные производительность и качество готового продукта, отсутствие возможности комбинирования сухого и мокрого способа измельчения, а также реализации мокрого измельчения в непрерывном режиме. Именно поэтому предлагается создать центробежный агрегат комбинированного способа измельчения.

Разработанный центробежный агрегат комбинированного способа измельчения (рис.1) содержит станину 1 с опорными стойками 3, в которых закреплен эксцентриковый вал 4 с противовесами, вертикальные направляющие 2, соединенные через ползуны 7 с рамой 5 и горизонтально расположенные верхнюю 8, среднюю 9 и нижнюю 10 цилиндрические помольные камеры с ограничительными и классификацион-

ными решетками и патрубками. В предложенном решении верхняя 8 (рис. 2) помольная камера имеет классификационные решетки 11, а средняя и нижняя – ограничительные 16, 17, 20, при этом решетки камер соединены на входе с загрузочной 12, 18, 21, на выходе – с разгрузочной переходными камерами 13, 19, 22, а соединяющие их патрубки 23, 24 выполнены жесткими и расположены вертикально, нижняя 10 помольная камера имеет шарнирно установленную заслонку 29 (рис. 3), снабженную регулируемой пружиной 30, на верхней наружной поверхности средней 9 помольной камеры вмонтированы штуцера 25 для подачи жидкости из резервуара 27 с дозатором 28.

За счет того, что смачивание материала происходит в средней камере, осуществляется комбинированный способ измельчения. Образованная суспензия, попадая в третью камеру, задерживается специальной заслонкой на выходе из мельницы.

Сущность конструкции разработанного агрегата заключается в том, что жидкость из предварительно подготовленного резервуара по трубопроводу поступает в начало средней камеры центробежного помольного агрегата, на верхней части которой установлены штуцера. При этом помольные камеры выполнены цилиндрическими и снабжены загрузочными и разгрузочными переходными камерами, а соединительные жесткие патрубки установлены вертикально между разгрузочной и загрузочными переходными камерами. При этом, верхняя помольная камера снабжена классификационными решетками, в средней и нижней помольных камерах размещены ограничительные решетки. Так как в верхней камере осуществляется предварительное измельчение материала, а в средней с добавлением жидкости, это позволяет обеспечить комбинированное измельчение материала: пред-

варительное сухое – в верхней камере агрегата и последующее мокрое – в средней и нижней камерах. Разгрузочная переходная камера нижней

помольной камеры имеет шарнирно установленную заслонку, снабжённую регулируемой пружиной.

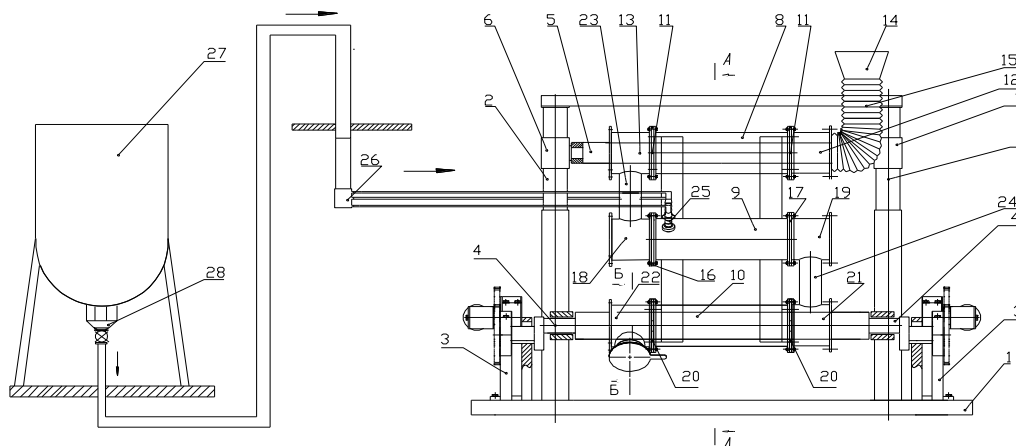


Рис. 1. Схема центробежного агрегата комбинированного способа измельчения

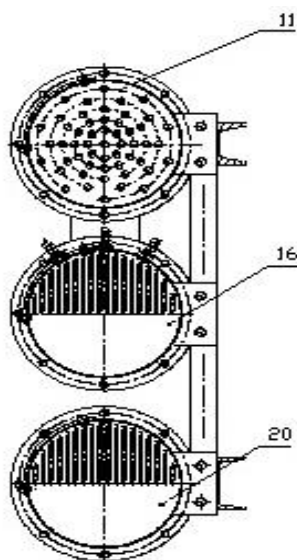


Рис. 2. Конструкции помольных камер с ограничительными решетками

Исходный материал в первую очередь подвергается интенсивному ударному воздействию мелющих тел в верхней камере агрегата при сухом измельчении, в результате чего в частицах материала активно образуются микротрещины. Процесс образования микротрещин с дальнейшим соединением измельчаемого материала с жидкой фазой в последующих камерах агрегата способствует существенному увеличению удельной поверхности, а, следовательно, и качества готового продукта. Возможность непрерывного комбинированного измельчения материала при обеспечении его перемещения вдоль камер и регулируемой выгрузки готового материала значительно повышает производительность агрегата.

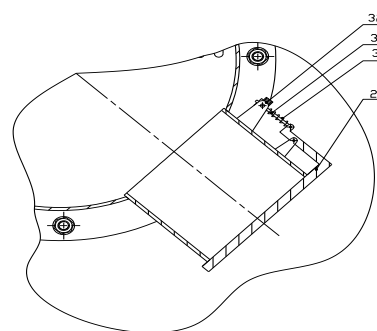


Рис. 3. Механизм заслонки нижней разгрузочной камеры

Центробежный агрегат комбинированного способа измельчения работает следующим образом.

В сухом виде исходный материал, например кварцитопесчаник, подается в загрузочный бункер 14 и с помощью гибкого патрубка 15 материал последовательно поступает в помольные камеры 8, 9 и 10. В верхнюю 8 помольную камеру материал поступает через загрузочную переходную камеру 12 и классификационную решетку 11. Движение материала в верхней 8 помольной камере, осуществляется в вертикальном направлении, так как она закреплена в верхней точке рамы 5, и поступательно за счет соединения рамы сверху с ползунами 6 и 7, закрепленных на вертикальных направляющих 2. Поэтому мелющим телам сообщается высокая энергия, способствующая их интенсивному ударному воздействию на материал. При этом классификационные решетки 11 способствуют удержанию мелющих тел внутри помольной камеры 8. Перемещение материала внутри верхней 8 помольной камеры обеспечивается в процессе измельчения за счет подпора загружаемым ма-

териалом. Помольная верхняя 8 камера предназначена для предварительного сухого измельчения материала. Далее материал через классификационную решетку 11 поступает в разгрузочную переходную камеру 13 и попадает в загрузочную переходную камеру 18 средней 9 помольной камеры, через жесткий патрубок 23, а оттуда через ограничительную решетку 16 в рабочее пространство средней 9 камеры.

Средняя 9 камера движется по эллипсовидной траектории, так как она закреплена в средней части рамы 5, которая соединена с эксцентриковым валом 4, имеющим противовесы и размещенным в опорных стойках 3, которые в свою очередь закреплены на станине 1. В этой камере к материалу добавляется жидкость из резервуара 27 через трубопровод 26 и штуцера 25. Необходимое количество жидкости обеспечивается объемным дозатором 28. При смешении в средней 9 помольной камере предварительно измельченного материала и жидкости образуется суспензия требуемого состава. Смоченный материал измельчается и через ограничительную решетку 17 поступает в разгрузочную переходную камеру 19 и далее через жесткий патрубок 24 – в загрузочную переходную камеру 21 и через ограничительную решетку 20 – в нижнюю помольную камеру 10, где материал под действием мелющих тел при круговом движении камеры подвергается интенсивному истиранию. Выход материала из нижней 10 помольной камеры происходит через ограничительную решетку 20 расположенную на выходе в разгрузочную переходную камеру 22. Установка ограничительных решеток на входе и выходе средней и нижней камер способствует улучшению измельчения за счет удержания необходимого уровня воды внутри камер. Образо-

ванная суспензия, попадая в разгрузочную камеру 22, задерживается специальной шарнирной заслонкой 29, состоящей из пружины 30, штифта 31 и регулировочной гайки 32. Заслонка 29 автоматически открывается при накоплении в разгрузочном патрубке 22 определенного количества суспензии, что обеспечивается путем расчета усилия сжатия пружины 30 с учетом количества массы удерживаемого материала.

Результатом проведенных комплексных исследований является разработка и создание новой конструкции центробежного помольного агрегата комбинированного способа измельчения (рис. 4), технические характеристики которого представлены в табл. 1.



Рис. 4. Общий вид центробежного помольного агрегата комбинированного способа измельчения

Данный агрегат позволяет измельчать сыпучие материалы различной прочности такие как кварцевые породы, отходы перлитового и вермикулитового производств, стеклобой и др. до удельной поверхности $S_{уд} = 600\text{--}800 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Таблица 1

Технические характеристики

№ п/п	Характеристики	Размерность	Обозначение	Значение
1.	Диаметр камеры помола	м	$D_{вн}$	$280 \cdot 10^{-3}$
2.	Длина камеры помола	м	L_k	$500 \cdot 10^{-3}$
3.	Коэффициент загрузки камер		ψ	0,25–0,35
4.	Производительность	кг/ч	Q	50–250
5.	Частота вращения эксцентрикового вала	мин ⁻¹	n	350–420
6.	Величина эксцентриситета	м	e	$20 \cdot 10^{-3}$
7.	Мощность привода	кВт	$P_{\Sigma дв}$	2,2
8.	Габаритные размеры: -длина -ширина -высота	м	L B H	$2340 \cdot 10^{-3}$ $1400 \cdot 10^{-3}$ $1286 \cdot 10^{-3}$
9.	Масса	кг	m	950

Использование разработанного измельчителя в различных технологических линиях может сократить энергозатраты на 15-20 %, а также позволяет улучшить физико-механические свойства конечного продукта.

Простота конструкции позволяет осуществлять быструю замену рабочих элементов помольных камер и существенно сокращает затраты при простоях машины во время ремонта или технического обслуживания.

Разработанная нами конструкция центробежного агрегата комбинированного способа измельчения является базовой основой для реализации в нем и других технологических операций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 2277973 Российская Федерация, В 02 С 17/08. Помольно-смесительный агрегат / Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С., Уральский В.И., Сеница Е.В.; заявитель и патентообладатель ООО «ТК РЕЦИКЛ». №2005118705/03, заявл. 24.06.05; опубл. 20.06.06, Бюл. №17. с. 8.
2. Пат. 2381837 Российская Федерация, В 02 С 17/08. Помольно-смесительный агрегат / Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С., Уральский В.И., Уральский А.В., Сеница Е.В.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова, ООО «ТК РЕЦИКЛ». - №2008109444/03, заявл. 11.03.08; опубл. 20.02.10, Бюл. №5. – с. 11.
3. Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С., Уральский В.И., Сеница Е.В., Уральский А.В. Энергосберегающие помольные комплексы для получения механоактивированных композиционных смесей // Известия вузов. Строительство. 2009. №5. С. 68–79.
4. Сеница Е.В., Уральский А.В., Плетнев А.В. Влияние движения мелющей загрузки на динамику центробежного помольно-смесительного агрегата // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии: сб. докладов Международной научно-практической конференции. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. С. 188–192.
5. Уральский А.В., Севостьянов В.С. Многофункциональный центробежный агрегат с параллельными помольными блоками // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. №1. С. 106–112.
6. Уведомление о приеме и регистрации заявки, дата поступления 16.12.2016; входящий № 079862, регистрационный № 2016149707.

Uralskiy V.I., Sinita E.V., Uralskaya L.S., Farafonov A.A. CENTRIFUGAL UNIT OF COMBINED METHOD OF MILLING

The article presents scientific and technical developments on the creation of a centrifugal grinding unit of the combined grinding method, whose design allows to improve the quality of the finished product by providing a dry and wet method of grinding the material in one unit, and to increase the productivity of the unit by providing a continuous grinding process.

Key words: centrifugal aggregate, combined method, grinding, dry method, wet method, energy saving.

Уральский Владимир Иванович, кандидат технических наук, профессор кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

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

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

E-mail: WIURAL@mail.ru

Сеница Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

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

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

E-mail: evsinica@gmail.com

Уральская Любовь Сергеевна, старший преподаватель кафедры начертательной геометрии и графики.

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

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

Фарафонов Александр Александрович, аспирант кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

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

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

Тетерина И.А., аспирант, вед. инж.,
Любимый Н.С., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОБРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ МЕТАЛЛ-МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНОЙ ПЛОСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ ПРЕСС-ФОРМЫ*

Irinochka1611@rambler.ru

В статье приводится решение задачи обеспечения качества поверхностей смыкания металлополимерных пресс-форм. Авторами представлены результаты экспериментальных исследований по обеспечению требуемой шероховатости металлополимерных формообразующих. Дано обоснование выбора метода шлифования, как наиболее приемлемого для обеспечения качества металлополимерных поверхностей.

Ключевые слова: Металлополимер, формообразующая деталь, шлифование, шероховатость, пресс-форма, обработка поверхности.

В современном конкурентном мире компании, занятые в области переработки пластмасс, постоянно совершенствуют методы переработки, оборудование, материалы и технологическую оснастку с целью сделать производственный процесс наиболее технологичным [1]. В единичном и мелкосерийном производстве наибольшую долю в себестоимости изготовления изделия занимает стоимость изготовления технологической оснастки, а именно стоимость изготовления пресс-форм. Современные технологии ускоренной подготовки производства описаны в [2]. Исследования полученные отечественными учеными [3, 4] показывают, что одним из наиболее перспективных направлений в инструментальной промышленности при изготовлении пресс-форм для мелкосерийного литья термопластов, является изготовление комбинированной металл-металлополимерной оснастки. Применение комбинированной оснастки с фор-

мообразующими деталями из термостойкого металлополимера позволяет существенно ускорить сроки изготовления формующего инструмента и снизить стоимость оснастки, а следовательно и стоимость конечного изделия. Однако на сегодняшний день технология изготовления комбинированной металл-металлополимерной оснастки является малоизученной, так в частности отсутствуют данные по обработке плоских комбинированных металл-металлополимерных поверхностей.

На рис. 1 показана схема комбинированной металл-металлополимерной формообразующей детали пресс-формы (матрица). Где, 1 – это металлическая часть пресс-формы, изготавливаемая из стали 40Х13; 2 – металлополимерная часть (металлополимер WEIDLING) [5]; 3 – формообразующая поверхность; 4 – плоская поверхность смыкания пресс-формы.

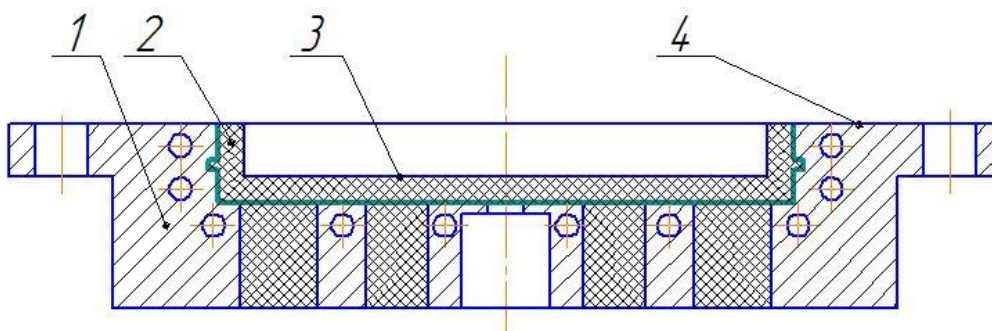


Рис. 1. Схема комбинированной металл-металлополимерной формообразующей детали пресс-формы.
1 – металлическая часть; 2 – металлополимерная часть; 3 – формообразующая поверхность; 4 – поверхность смыкания пресс-формы

Для обоснования выбора метода обработки плоской комбинированной металл-металлополимерной поверхности смыкания пресс-формы проведем анализ обрабатываемых материалов, требований предъявляемых к обра-

батываемой поверхности и существующих методов обработки.

В табл. 1 показаны основные физико-механические свойства обрабатываемых материалов, необходимые при выборе метода обработки.

Таблица 1

Свойства металлополимера WeidlingC и стали 40X13

Марка материала	Прочность, МПа. на сжатие;	Модуль Юнга, МПа	Твёрдость НВ	Температуростойкость до °С
WeidlingC	140	5800–6000	630	220
Сталь 40X13	1165–1700	2,14	229	400–450

К обрабатываемой поверхности предъявляются следующие требования. Плоскости плит имеют шероховатость поверхности не ниже 7-го класса чистоты [6], что соответствует не ниже Ra 1,25. По [7] шероховатость поверхности смыкания пресс-формы должна быть не ниже Ra 0,8. Допуск плоскостности опорных плоскостей плит, плоскостей разъема пресс-форм должен соответствовать 6-й степени точности [8] (для размеров 250–400 – 16 мкм). Помимо этого опорные поверхности воспринимают усилия смыкания, удерживая полуформы в замкнутом состоянии, уплотняют и герметизируют полость формы.

Проанализируем виды обработки плоских поверхностей деталей из стали.

Строгание позволяет достигать приемлемого качества обработки поверхностей заготовок, их размерную точность и шероховатость поверхности. Потеря времени при холостых ходах делает строгание менее производительным методом обработки.

Шабрение является слесарной операцией плохо поддающейся механизации, которой можно достигнуть высокой размерной точности (0,003–0,01 мм) и шероховатости (Ra 0,63 мкм) поверхности. Однако из-за высокой трудоемкости обработки деталей шабрением, связанной со сложностью контроля плоскостности поверхности (по числу пятен приходящихся на единицу обрабатываемой поверхности) и наличием ручного труда, такой вид обработки поверхности не является предпочтительным.

Альтернативой ручному шабрению является чистовое (шабрающее) фрезерование. Шабрающее фрезерование производят при высокой скорости резания (200–300 м/мин), но при малой подаче (0,05–0,15 мм/об), поэтому производительность получается низкой, не смотря на применение высокой скорости резания. Шабрающее фрезерование обеспечивает шероховатость поверхности стальных и чугунных заготовок до Ra 0,32–1,25 мкм, а заготовок из бронзы и алюминиевых сплавов – до Ra 0,16–0,32 мкм, достигаемое отклонение от плоскостности соответствует 0,02–0,03 мм. Чистовое фрезерование алюминиевых сплавов осуществляют однозубыми фрезами, а черных и цветных металлов и сплавов –

двухзубыми ступенчатыми, при этом применяется широкая режущая кромка резца.

Тонкое торцевое фрезерование так же позволяет достичь параметров точности, шероховатости и плоскостности поверхности смыкания пресс-формы. Высокоскоростное фрезерование (HSC) наиболее перспективный и производительный способ обработки поверхностей. Однако технология HSC требует современного оборудования с высоким числом оборотов шпинделя, а так же дорогостоящего износостойкого инструмента. Следует так же отметить, что основной идеей высокоскоростной обработки резанием является достижение в зоне резания достаточно высокой температуры и снижения сил резания, тепло при этом отводится вместе со стружкой. Такое условие накладывает ограничения при обработке материалов имеющих низкую теплопроводность, так как при обработке материалов имеющих низкую теплопроводность возможна термо-окислительная деструкция [9] материала.

Протягивание является не технологичным методом обработки заготовок машин для единичного и мелкосерийного производства, так как требует изготовления дорогостоящего специального режущего инструмента [11].

Обработка плоских поверхностей смыкания пресс-форм плоским шлифованием периферией круга отвечает требованиям по точности, шероховатости и взаимному расположению поверхностей, но из-за ограничений по глубине резания не относится к высокопроизводительным видам обработки.

Проведенный эксперимент по шлифованию полимерно-композиционного материала WEIDLINGC показал, что при скорости резания 50 м/с кругом 25A при глубине резания от 0,01 до 0,1 и на всем диапазоне скоростей перемещения стола станка 3Б722 от 2 до 40 м/мин, температура в зоне резания не превышает температуры 50 °С, что значительно ниже температуростойкости металлополимера равной 220 °С. Измерение температуры производилось тепловизором Fluke Ti400. На рис. 2 изображена диаграмма измерения температурных полей при шлифовании металлополимерного образца WeidlingC: глубина резания 0,1 мм, скорость перемещения стола 9 м/мин, максимальная темпе-

ратура в зоне резания при этом соответствует 35,2 °С.

Для удобства представим данные по точности, шероховатости и взаимному расположению

поверхностей при различных видах обработки в табл. 2.



Рис. 2. Диаграмма температурных полей при шлифовании металлополимера WeidlingC

Таблица 2

Виды обработки плоских поверхностей деталей и достигаемые параметры

Вид обработки	Достижимая шероховатость, Ra мкм.	Квалитет допуска размера при обработке.	Плоскостность поверхности, достигаемая степень точности
Строгание (долбление) тонкое	0,32-1,6	8	5-6-7
Торцевое фрезерование (тонкое)	0,32-1,25	7	4-5-6
Высокоскоростное фрезерование HSC	0,8-1,6	6-8	6-7
Протягивание	0,32-1,25	6	3-4-5
Плоское шлифование (чистовое)	0,32-1,6	7	4-5-6

Анализ видов обработки показывает, что заданные параметры (размерная точность, шероховатость, плоскостность) для поверхностей смыкания пресс-форм можно достичь различными методами, однако остается вопрос обработки комбинированной металл-металлополимерной поверхности. Можно сделать вывод, что при выборе вида механической обработки плоской комбинированной металл-металлополимерной поверхности смыкания пресс-формы основным критерием является возможность одновременной обработки двух материалов с различными физико-механическими свойствами, в частности различным модулем Юнга и теплопроводящими свойствами. В табл. 3 описаны недостатки и выявлена целесообразность совместной обработки стали 40X13 (сталь) и металлополимера WeidlingC

(полимерно-композиционный материал ПКМ) различными видами обработки.

Анализ табл. 3 показывает, что для обработки комбинированных металл-металлополимерных плоских поверхностей смыкания пресс-форм при обеспечении заданной размерной точности, шероховатости, технологичности и плоскостности, наилучшим образом соответствует плоское шлифование периферией круга. Это обусловлено отсутствием ударных воздействий при врезании в металлополимер, имеющий высокое значение модуля упругости, которые могут привести к сколам и браку формообразующей поверхности, а также низкой температурой в зоне резания, что исключает термо-окислительную деструкцию металлополимерной поверхности.

Таблица 3

Определение возможности совместной обработки Weidling C и стали 40X13

Вид обработки	Особенности обработки полимерно-композиционного материала ПКМ	Целесообразность использования
Строгание (долбление) тонкое	В момент врезания в часть детали из ПКМ на скорости резания для стали возможны сколы из-за разных значений модуля Юнга материалов	Не целесообразен
Торцевое фрезерование (тонкое/шабрыщее)	Для обработки ПКМ и стали используют инструмент с различным числом зубьев, так же из-за разных значений модуля Юнга материалов возможны сколы при врезании в ПКМ. Заданные значения шероховатости для материалов достигаются на различных скоростях резания	Не целесообразен
Высокоскоростное фрезерование HSC	Высокие температуры при обработке требуют высокой теплопроводности обрабатываемого материала. У ПКМ теплопроводность значительно ниже чем у стали. Заданные значения шероховатости для материалов достигаются на различных скоростях резания	Не целесообразен
Протягивание	Обработка не технологична при мелкосерийном и единичном производстве	Не целесообразен
Плоское шлифование (чистовое)	Может быть использован для совместной обработки ПКМ и стали на одинаковых скоростях резания [10].	Целесообразен

**Работа выполнена в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по Соглашению №14.577.21.0193 от 27 октября 2015 г. «Разработка роботизированного комплекса для реализации полномасштабных аддитивных технологий инновационных материалов, композитов, конструкций и сооружений».*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чепчуров М.С., Погонин А.А., Схиртладзе А.Г. Модернизация машин для литья термопластов на базе персональных копрютеров // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2007. №5. С. 7–14.
2. Менгес Г., Микаэли В., Морен П. Как делать литьевые формы. СПб.: Профессия, 2007. 614 с.
3. Першин, Н.С., Чепчуров М.С. Изготовление формообразующих деталей пресс-форм из композиционных материалов // Вестник сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2015. №6. С. 76-81.
4. Першин, Н.С., Чепчуров М.С. Использование металлополимеров в пресс-формах для литья пластмасс // Вестник сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2015. №4. С. 86–90.

5. Мини-каталог химии WEICON. М.: Издательство «Офис ЮМП», 2013. 20 с.

6. Владимиров, В.М. Изготовление штампов, пресс-форм и приспособлений: Учебник. М.: Высшая школа, 1974. 431 с.

7. ГОСТ 27358-87. Пресс-формы для изготовления изделий из пластмасс. Общие технические условия. М.: Издательство стандартов, 2004. 16 с.

8. ГОСТ 24643-81. Допуски формы и расположения поверхностей. М.: Издательство стандартов, 2004. 10 с.

9. Фролов К.В. Технология изготовления деталей машин (МЭ том 3). М.: Изд. Машиностроение, 2000. 840 с.

10. Андреев А.С., Шубина К.О., Вольфов Д.Ю., Янковская Н.Ф., Филиппов Ю.А. Высоко-скоростная обработка термопластов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. Т.1. №11. С. 17–19.

11. Иващенко Ю.Г., Фомина Н.Н., Полянский М.М., Пименов С.А. Разработка составов композиционных материалов на основе смешанных термопластичных полимерных отходов/ Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства : сб. материалов международной научно-практической конференции, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. 2016. С. 327–332.

Teterina I.A., Lubimyi N.S.**METAL-METAL/POLYMER FLAT SURFACE PROCESSING OF SHAPING PART OF MOLD**

The paper proposes a solution to the problem of a quality assurance of jointing surfaces of metal-polymer molds. The results of experimental research for achieving the required roughness of metal-polymer shaping part are presented by the authors. The justification for selection of processing method of grinding as the most appropriate to ensure the quality of metal-polymer surfaces are given in the paper.

Key words: Metal polymer, shaping part, grinding, roughness, mold, surface processing.

Тетерина Ирина Александровна, аспирант, ведущий инженер кафедры технологии машиностроения.

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

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

E-mail: mssh@mail.ru

Любимый Николай Сергеевич, аспирант кафедры технологии машиностроения.

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

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

E-mail: ogenin@mail.ru

Бойко А.Ф., д-р техн. наук, проф.,
Переверзев С.С., аспирант,
Лойко А.М., аспирант,
Шинкарев И.Ю., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КООРДИНАТНОГО СТОЛА ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО СТАНКА 04ЭП-10М

Lam.bel@mail.ru

В статье представлены результаты исследований точности перемещений координатного стола электроэрозионного прошивочного станка модели 04ЭП-10М. Была разработана и экспериментально апробирована методика определения погрешности специфического ручного привода поперечного перемещения стола. Установлено, что относительная погрешность перемещения составила 1 %. Причиной погрешности является неточная установка микрометрического винта по углу его разворота относительно направления перемещения стола. В результате расчетов установлено, что погрешность установки составляет приблизительно 1° . По результатам исследований был предложен и реализован метод устранения выявленной погрешности.

Ключевые слова: электроэрозионный станок, координатный стол, погрешность перемещения, эксперимент, микрометрические винты.

Введение. Электроэрозионный координатно-прошивочный станок модели 04ЭП-10М предназначен для получения малых высокоточных отверстий диаметром от 10 до 500 мкм в токопроводящих изделиях. Станок нашел широкое применение в целом ряде отраслей промышленности: электронной, приборостроительной, медицинской, авиационной, аэрокосмической, оборонной и других. В большинстве случаев на станке осуществляют прошивку единичных отверстий в изделии, при этом установку обрабатываемой детали относительно электрода-инструмента осуществляют с помощью координатного стола. Визуальный контроль относи-

тельного положения детали и электрода ведется с использованием двух оптических головок типа ОГМЭ-П2 с регулируемым увеличением до 56-ти крат [1–5].

Основная часть. При прошивке нескольких отверстий координатные перемещения детали осуществляют, используя отсчетные устройства координатного стола, представляющие собой микрометрические винтовые пары с ценой деления 0,01 мм. На рис.1 представлена фотография координатного стола станка модели 04ЭП-10М.



Рис. 1. Координатный стол станка 04ЭП-10М

Координатный стол представляет собой систему двух платформ с шариковыми направля-

ющими качения. С помощью пружин растяжения каждая платформа прижимается к рабочим

торцам микрометрических винтов с целью исключения люфтов. Конструктивной особенностью координатного стола станка модели 04ЭП-10М является различное положение осей микрометрических винтовых пар относительно направлений перемещения платформ. Продольная платформа (координата X) перемещается микрометрическим винтом, ось которого строго параллельна направлению перемещения плат-

формы, т.е. координате X, поэтому точность перемещения по этой координате высокая и находится в пределах нескольких микрометров. Поперечная платформа (координата Y) перемещается от микрометрического винта, ось которого расположена под углом α относительно направления перемещения платформы по координате Y (см. рис. 2).

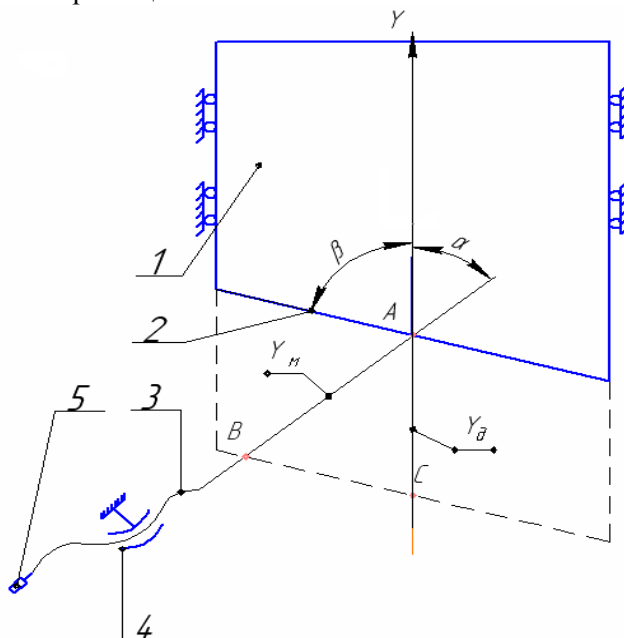


Рис. 2. Схема преобразования направления перемещения координатного стола по оси Y

Передний торец перемещений платформы 1 имеет точную шлифованную плоскую поверхность 2, расположенную под углом β относительно направления перемещения платформы. С ней в постоянном контакте находится рабочий торец микрометрического винта 3, вращающегося в неподвижной гайке 4. Если обозначить перемещение торца винта Y_m (отрезок AB), отсчитываемому его лимбу 5, а действительное перемещение платформы Y_d (отрезок AC), то из приведенной схемы перемещений можно установить:

$$Y_d = Y_m \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha / \operatorname{tg} \beta). \quad (1)$$

Исходя из эргономических требований (удобства работы оператора) для данной модели станка был принят угол $\alpha = 60^\circ$. Тогда для обеспечения равенства $Y_d = Y_m$ необходимо выполнения условия:

$$\cos \alpha + \sin \alpha / \operatorname{tg} \beta = 1. \quad (2)$$

Откуда, при заданном значении угла $\alpha = 60^\circ$, находим $\beta = 60^\circ$.

Из уравнения (1) видно, что точность перемещений платформы по оси Y зависит от точности микрометрического винта, которая влияет на Y_m , и точности выполнения углов α и β . Уста-

новлено, что точность микрометрического винта гарантирована стандартной прецизионной конструкцией винтовой пары, а угла β высокоточной технологической операцией — шлифованием. Точность выполнения угла α обеспечивается при монтаже микрометрической винтовой пары на операции сборки координатного стола и зависит от квалификации сборщика. Была поставлена задача: определить с использованием методов математической статистики точность перемещений по координате Y экспериментально, предложить и реализовать способ повышения точности.

В ходе проведения эксперимента погрешность перемещения определялась путем сравнения показаний отсчетного устройства микрометрического винта с показаниями индикатора часового типа ИЧ-10, установленного в специальном приспособлении и точно сориентированного для измерения действительного перемещения Y_d стола вдоль оси Y.

В табл. 1 приведены результаты измерений перемещения Y_m по микрометрическому винту и индикатору часового типа (перемещение Y_d). Перемещение Y_m производилось с шагом 0,5 мм (один оборот винта).

Таблица 1

№ измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y_m , мм	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Y_d , мм	0,46	0,98	1,48	1,97	2,47	2,96	3,45	3,95	4,48	4,94
№ измерения	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Y_m , мм	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10
Y_d , мм	5,43	5,94	6,43	6,92	7,44	7,92	8,41	8,91	9,38	9,90

На рис. 3 показан график зависимости погрешности перемещений $\Delta = Y_m - Y_d$ в мкм от перемещения Y_m . Из графика видно, что зависимость близка к линейной. Если измерения № 1, 9, 19 исключить из статистического ряда как резко выходящие из усредненной линейной зависимости (см. рис. 3), т.е. отнести их к грубой ошибке измерений, то оставшиеся 17 измерений можно использовать для корреляционного анализа и

математического моделирования линейной зависимости:

$$Y_d = K \cdot Y_m + b, \quad (3)$$

где K и b – коэффициенты модели.

Оценим тесноту связи между перемещениями Y_m и Y_d через коэффициент корреляции K_k [6, 7], используя данные 17 измерений:

$$K_k = \frac{n \cdot \sum_1^n Y_m \cdot Y_d - \sum_1^n Y_m \cdot \sum_1^n Y_d}{\sqrt{n \cdot \sum_1^n Y_m^2 - (\sum_1^n Y_m)^2} \cdot \sqrt{n \cdot \sum_1^n Y_d^2 - (\sum_1^n Y_d)^2}} = \frac{17 \cdot 600,35 - 90,5 \cdot 89,5}{\sqrt{17 \cdot 606,75 - 90,5^2} \cdot \sqrt{17 \cdot 594,01 - 89,5^2}} = 0,99999 \approx 1. \quad (4)$$

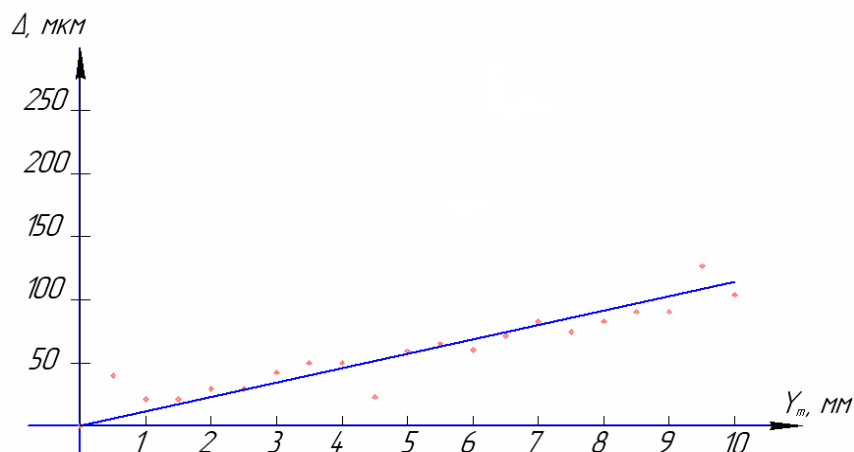


Рис. 3. График зависимости погрешности Δ перемещения стола по координате Y от перемещения Y_m микрометрического винта

Так как $K_k \approx 1$, то связь между перемещениями Y_m и Y_d прямая пропорциональная и может быть представлена линейной зависимостью:

$$Y_d = K \cdot Y_m + b. \quad (5)$$

Для отыскания коэффициентов модели K и b используем метод наименьших квадратов [7–9], в соответствии с которым:

$$K = \frac{n \cdot \sum_1^n Y_m \cdot Y_d - \sum_1^n Y_m \cdot \sum_1^n Y_d}{n \cdot \sum_1^n Y_m^2 - (\sum_1^n Y_m)^2} = \frac{17 \cdot 600,35 - 90,5 \cdot 89,5}{17 \cdot 606,75 - 90,5^2} = 0,99, \quad (6)$$

$$b = \frac{1}{n} (\sum_1^n Y_d - K \sum_1^n Y_m) = \frac{1}{17} \cdot (89,5 - 0,99 \cdot 90,5) = -0,006. \quad (7)$$

Так как $b \approx 0$, то прямая $Y_d = f(Y_m)$ проходит вблизи начала координат. Но значение коэффициента пропорциональности $K = 0,99 \neq 1$ показывает, что относительная погрешность перемещения стола составляет около 1 %. Очевидно, эта погрешность вызвана неточной установкой микрометрического винта по углу $\alpha = 60^\circ$. Определим эту погрешность используя зависимость (1) и экспериментально полученный коэффициент пропорциональности $K = 0,99$, который теоретически определяется из (1):

$$K = \cos \alpha + \sin \alpha / \operatorname{tg} 60^\circ = 0,99, \quad (8)$$

откуда $\alpha = 61,04^\circ$. Таким образом, погрешность установки микрометрического винта составляет: $\Delta \alpha = 61,04^\circ - 60^\circ = 1,04^\circ$.

Выводы:

1. Между перемещением микрометрического винта Y_m и действительным перемещением координатного стола по оси Y существует прямая пропорциональная зависимость с коэффициентом пропорциональности $K = 0,99 \neq 1$,

что обуславливает относительную погрешность перемещения стола около 1%.

2. Причиной погрешности является неточная установка микрометрического винта по углу α . Погрешность установки составляет $\Delta\alpha = 1,04^\circ \approx 1^\circ$.

3. Устранение погрешности перемещения координатного стола возможно следующими способами:

– ручная корректировка положения микрометрического винта с державкой с использованием слесарно-монтажных и измерительных средств;

– конструктивная доработка привода перемещений по типу устройства координаты X, но с учетом соблюдения эргономических требований к станку.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бойко А.Ф. Эффективная технология и оборудование для электроэрозионной прошивки прецизионных микроотверстий. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 314 с.

2. Лойко А.М., Шинкарев И.Ю. Краткий обзор отечественного оборудования для электроэрозионной прошивки микроотверстий // Международная научно-техническая конферен-

ция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. С. 2363–2368.

3. Домашенко Б.В. Разработка технологии и оборудования электроэрозионной прошивки капиллярных отверстий в аэротравматических иглах: дис. ... канд. техн. наук. Белгород: Изд-во БГТУ, 2007. 158 с.

4. Бойко А.Ф., Бративник Ю.М., Хукаленко Ю.А. Прецизионный станок 04ЭП10М для высокочастотной электроэрозионной прошивки отверстий малого диаметра // Электронная обработка материалов. 1983. №3. С. 76–78.

5. Пузачева Е.И. Совершенствование технологии малоизносной электроэрозионной обработки высокоточных малых отверстий: Автореф. дис. канд. техн. наук. Брянск, 2015. 22 с.

6. Юрьев А.Г. Основы научных исследований. Белгород: Изд-во БГТУ, 2005. 87 с.

7. Погонин А.А., Бойко А.Ф., Блинова Т.А. Научно-исследовательская работа по специальности. Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. 56 с.

8. Рогов В.А. Методика и практика технических экспериментов. М.: Изд-во «Академия», 2005. 288 с.

9. Горский В.Г., Адлер Ю.П. Планирование промышленных экспериментов. М.: Металлургия, 1974. 264 с.

Boyko A.F., Pereverzev S.S., Loyko A.M., Shinkaryov I.Y. ANALYSIS OF AN ERROR OF MOVEMENT OF A COORDINATE TABLE OF THE ELECTRICAL DISCHARGE MACHINE 04EP-10M

Results of researches of accuracy of movements of a coordinate table of the electrical discharge machine of model 04EP-10M are presented in article. The technique of definition of an error of the specific manual drive of cross movement of a table has been developed and experimentally approved. It is established that the relative error of movement has made 1 %. Inexact installation of the micrometric screw on a corner of his turn concerning the direction of movement of a table is the reason of an error. As a result of calculations it is established that the error of installation makes about 1°. By results of researches the method of elimination of the revealed error has been offered and realized.

Key words: *electrical discharge machine, coordinate table, movement error, experiment, micrometric screws.*

Бойко Анатолий Федорович, доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Переверзев Станислав Сергеевич, аспирант кафедры технологии машиностроения. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: perewerzev.ctanislav@yandex.ru

Лойко Алексей Михайлович, аспирант кафедры технологии машиностроения. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: lam.bel@mail.ru

Шинкарев Иван Юрьевич, аспирант кафедры технологии машиностроения. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Пчёлкин В. М., аспирант,
Дуюн Т.А., д-р техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СТОЙКОСТЬ УПРОЧНЯЮЩИХ ПОКРЫТИЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В УСЛОВИЯХ УДАРНЫХ НАГРУЗОК

pvm0106@mail.ru

Представлены результаты экспериментальных исследований стойкости упрочняющих покрытий твёрдосплавных пластин при точении коррозионно-стойкой жаропрочной стали 08X18H10T. Эксперимент проводился в производственных условиях с применением действующего промышленного оборудования, технологической оснастки и инструмента. В качестве обрабатываемого изделия использовался тройник – соединительная деталь трубопроводов. Особенностью проведения эксперимента являлся прерывистый характер резания с ударными нагрузками. Исследовалась стойкость твёрдосплавных пластин с различными методами нанесения упрочняющих покрытий. С использованием электронного микроскопа выполнен анализ микроструктуры режущих пластин после воздействия тепловых, силовых и ударных нагрузок процесса резания. Установлено влияние технологических режимов точения на стойкость инструмента, выявлены особенности износа в зависимости от метода нанесения упрочняющего покрытия. Полученные результаты позволяют обоснованно назначать технологические режимы и прогнозировать стойкость инструмента при точении жаропрочной стали в условиях ударных нагрузок.

Ключевые слова: износостойкие покрытия, метод нанесения покрытий, точение коррозионно-стойкой жаропрочной стали, стойкость твёрдосплавного инструмента, результаты микроисследования режущих пластин.

Введение. В инструментальном производстве наибольшее промышленное применение получили два основных метода нанесения износостойких покрытий: метод химического осаждения покрытий CVD (Chemical Vapour Deposition) и метод физического осаждения покрытий PVD (Physical Vapour Deposition) [1].

Метод химического осаждения покрытий CVD основан на протекании гетерогенных химических реакций в парогазовой среде, окружающей инструменты, в результате которых образуется износостойкое покрытие. Получение покрытий из тугоплавких соединений путем осаждения их из газовой фазы основано на восстановлении летучих соединений металлов водородом в присутствии активных составляющих газовой смеси, которые, взаимодействуя с выделяющимся в свободном виде металлом, образуют соответствующие тугоплавкие соединения. Конденсация покрытий осуществляется на поверхности инструмента, нагретого до необходимой температуры 900–1200 °C при давлении близком или равном атмосферному [2].

Метод физического осаждения покрытий PVD основан на получении в среде вакуума пара осаждаемого материала в результате воздействия на изготовленный из него катод различных источников энергии. Данный метод позволяют получать пар практически любого твердого вещества, а для синтеза его соединений на поверхности инструмента, например нитридов,

оксидов или карбидов, используются нетоксичные газы – азот, кислород, ацетилен и другие, не представляющие опасности для окружающей среды. Метод физического осаждения покрытий универсален с позиции получения гаммы одно и многослойных покрытий практически любого состава, в том числе с алмазоподобной и наноразмерной структурами, а также позволяет реализовывать процессы нанесения при более низких температурах 500–600 °C [3].

Метод нанесения износостойкого покрытия оказывает существенное влияние на стойкость режущего инструмента в различных технологических условиях. Покрытия CVD позволяют вести обработку на более высоких скоростях резания, но являются более хрупкими, по сравнению с PVD покрытиями. Задачей исследования являлось сравнение стойкости и выявление особенностей износа многослойных покрытий, полученных методами CVD и PVD, при одинаковых технологических режимах в условиях ударных нагрузок при точении труднообрабатываемого материала.

Методика. Эксперимент проводился в производственных условиях на ОАО «Ракитянский Арматурный Завод» с использованием действующего оборудования, инструмента и технологической оснастки. В качестве основного оборудования использовался токарный обрабатывающий центр для тяжелых условий обработки модели PUMA480LM, в качестве режущего ин-

струмента – токарный резец со сменной многогранной пластиной из твердого сплава, состоящий из державки A25R-DWLNR08 и пластины. Применялись два типа твердосплавных пластин с покрытием, полученным разными технологическими способами – CVD и PVD. Для качественного и бесперебойного отвода стружки из зоны резания, а также для ее эффективного ломания, был выбран стружколом геометрии MM [4]. Для закрепления инструмента была использована базовая револьверная головка станка DOOSAN модели PUMA480LMc 12 инструмен-

тальными позициями для закрепления инструмента. Обрабатываемое изделие – тройник из коррозионно-стойкой жаропрочной стали 08X18H10T [5], соединительная деталь трубопровода, предназначенная для разветвления и изменения направления потока среды основной магистрали (рис. 1) [6]. Технологической особенностью обработки тройника являются периодически возникающие ударные нагрузки, связанные с точением прямоугольного сечения заготовки при формировании цилиндрического сечения магистрали и горловины тройника.

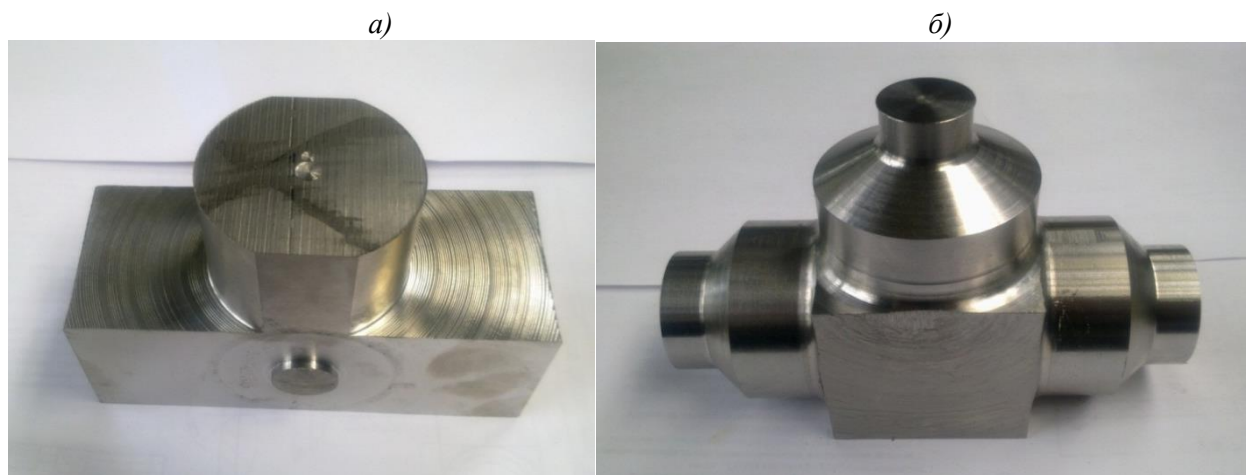
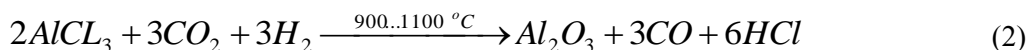


Рис. 1. Тройник по ГОСТ 24.125.16-89: а – заготовка; б – деталь после операции точения

В качестве измерительного инструмента применялся ручной микроскоп TWNU-80. Износ измерялся по задней поверхности, критическое значение принято – 0,3 мм. Замер износа проводился после каждого прохода [7]. Для исследования микроструктуры износа многослойного покрытия использовался электронный микроскоп MIRA3 TESCAN.

Основная часть. Для сравнения стойкости многослойных покрытий использовались пластины WNMG080408-MM (рис. 2) с покрытиями KMM253 и KMG203.

Двухслойное покрытие KMM253 состоит из нижнего слоя TiN и верхнего слоя Al_2O_3 . Уравнение химической реакции при формировании покрытий имеют вид [8, 9]:

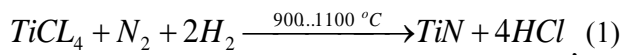


Нижний слой TiN обладает твердостью по Виккерсу 22–24 ГПа. Верхний слой Al_2O_3 имеет более высокую микротвердость, которая в зависимости от типа кристаллической решетки и режимов осаждения может составлять до 35 Па [10]. Покрытие Al_2O_3 сохраняет механические свойства при больших температурах резания и характеризуется повышенной пассивностью по отношению ко многим обрабатываемым матери-



Рис. 2. Внешний вид пластины WNMG080408-MM

при осаждении нитрида титана TiN



при осаждении оксида алюминия Al_2O_3

алам, но при этом является чрезвычайно хрупким. Применяется в качестве барьерного слоя, сдерживающего диффузионные процессы, а также окисление и коррозию режущих кромок инструмента при высоких температурах.

Покрытие KMG203 – это нано покрытие на основе TiAlN. Характерной особенностью покрытия является образование в процессе резания на его поверхности слоя Al_2O_3 , служащего теп-

ловым барьером. Обладает повышенной стойкостью к окислительному износу, высокой твердостью по Виккерсу (до 37 ГПа) и имеет коэффициент трения по стали 0,6 [11]. Применяется для операций с большими термическими нагрузками: при высокоскоростной обработке, резании материалов с пониженной теплопроводностью, а

для сплава KMM253

$$T(v, f) = 167,83 - 2,57v - 517,68f + 2,16vf + 0,014v^2, \quad (3)$$

для сплава KMG203

$$T(v, f) = 374,26 - 6,19v - 1430,94f + 13,93vf + 0,027v^2. \quad (4)$$

Результаты измерения стойкости при разных технологических режимах представлены в табл. 1, рис. 3. В большинстве экспериментов покрытие KMG203(PVD) показало более высокую стойкость, за исключением двух режимов с максимальной скоростью 102 м/мин и макси-

также обработке твердых материалов, в том числе без применения СОЖ [12].

В результате планирования эксперимента второго порядка по схеме рототабельного планирования получены эмпирические модели стойкости режущего инструмента в зависимости от скорости резания и подачи при постоянной глубине резания [13–15]:

мальной подачей 0,18 мм/об. Максимальная стойкость покрытий наблюдается на режимах с минимальной скоростью (18 м/мин, 0,11 мм/об) или минимальной подачей (30 м/мин, 0,06 мм/об).

Таблица 1

Стойкость покрытий при различных режимах резания

	Глубина резания, мм	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Стойкость инструмента, мин	
				KMM253 (CVD)	KMG203(PVD)
1	2,5	90	0,16	4,54	9,57
2	2,5	30	0,16	9,7	38,41
3	2,5	90	0,06	44,04	40,67
4	2,5	30	0,06	62,18	153,11
5	2,5	102	0,11	13	4,99
6	2,5	18	0,11	97,67	152,26
7	2,5	60	0,18	12,76	6,75
8	2,5	60	0,04	57,42	71,91
9	2,5	60	0,11	19,07	29,36
10	2,5	60	0,11	22,69	33,28
11	2,5	60	0,11	20,88	29,36
12	2,5	60	0,11	20,2	29,7

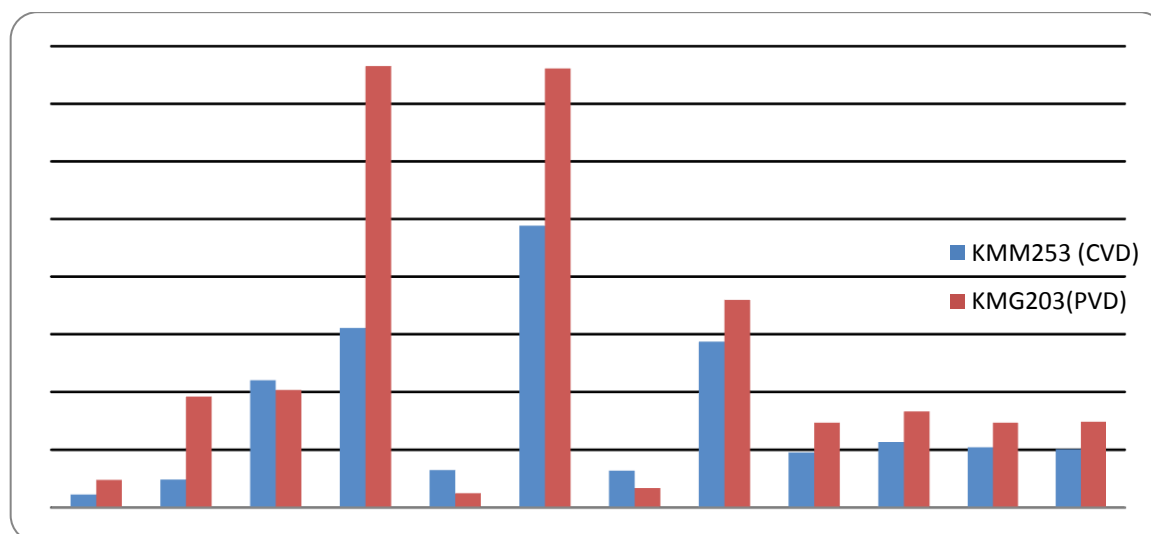


Рис. 3. Стойкость покрытий (мин) при различных режимах резания

В результате исследования с применением электронного микроскопа MIRA3 TESCAN был выявлен характер износа по задней поверхности режущих кромок. У сплава с двухслойным покрытием CVD ярко выражен износ и имеет место разрушение режущей кромки по основному материалу. У сплава с покрытием PVD режущая грань осталась недеформированной, а износ по

задней поверхности расположен только в области пятна контакта при резании. В обоих покрытиях выявлено истирание покрытия в области возвышения стружколома и образование бороздки на боковой поверхности кромки, не участвующей в резании. Данный износ вызван удалением стружки из зоны обработки и не влияет на стойкостные параметры инструмента.

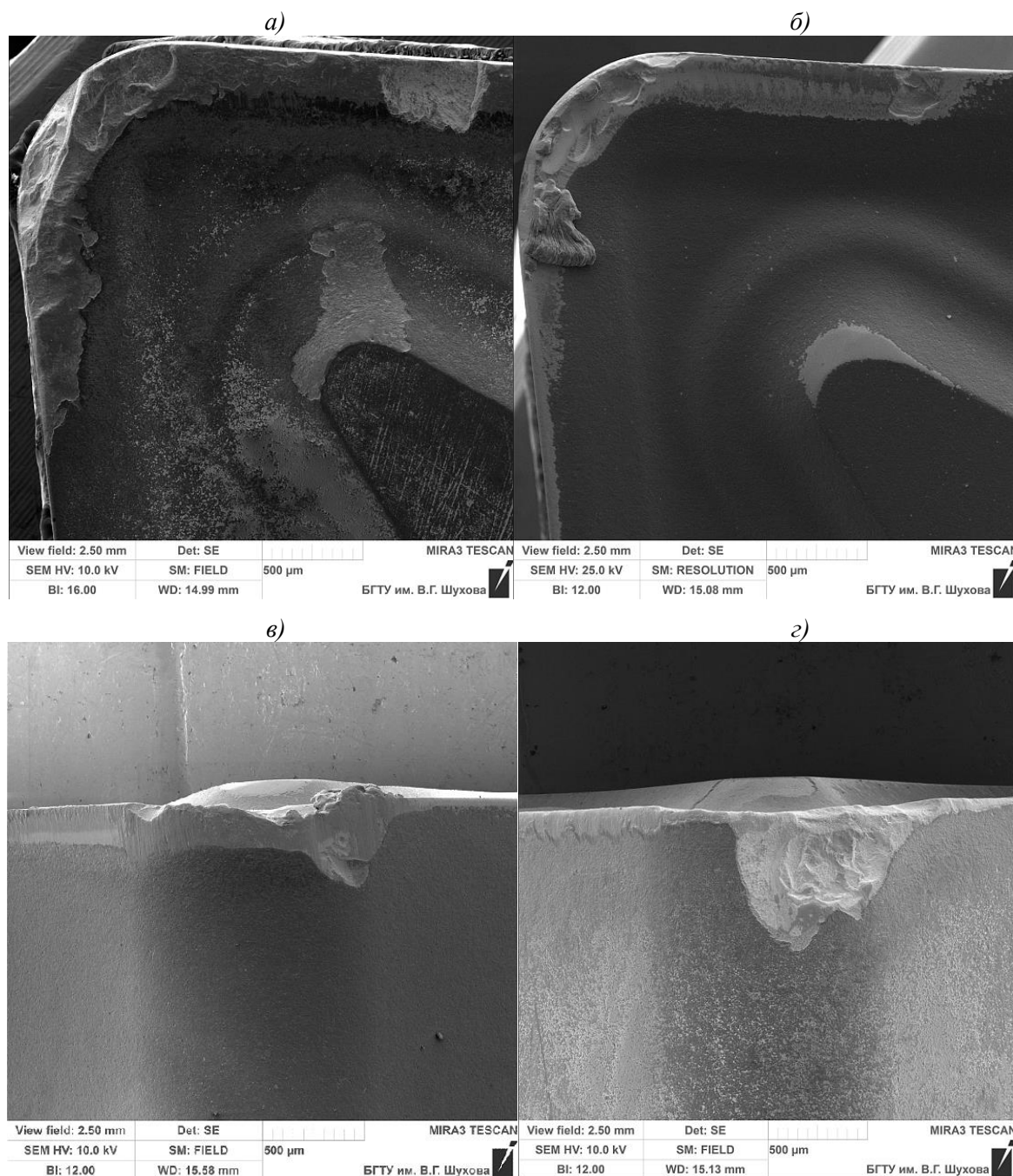


Рис. 4. Характер износа режущей пластины: а, в – для сплава KMM253 с покрытием CVD; б, г – для сплава KMG203 с покрытием PVD

Для исследования микроструктуры и структурных изменений под действием тепловых и ударных нагрузок были использованы функции электронного микроскопа, позволяющие полу-

чить увеличенное изображение с ценой деления 0,2 мкм. Данное увеличение позволяет исследовать слои поверхностного слоя и адгезию между ними (рис. 5, рис. 6).

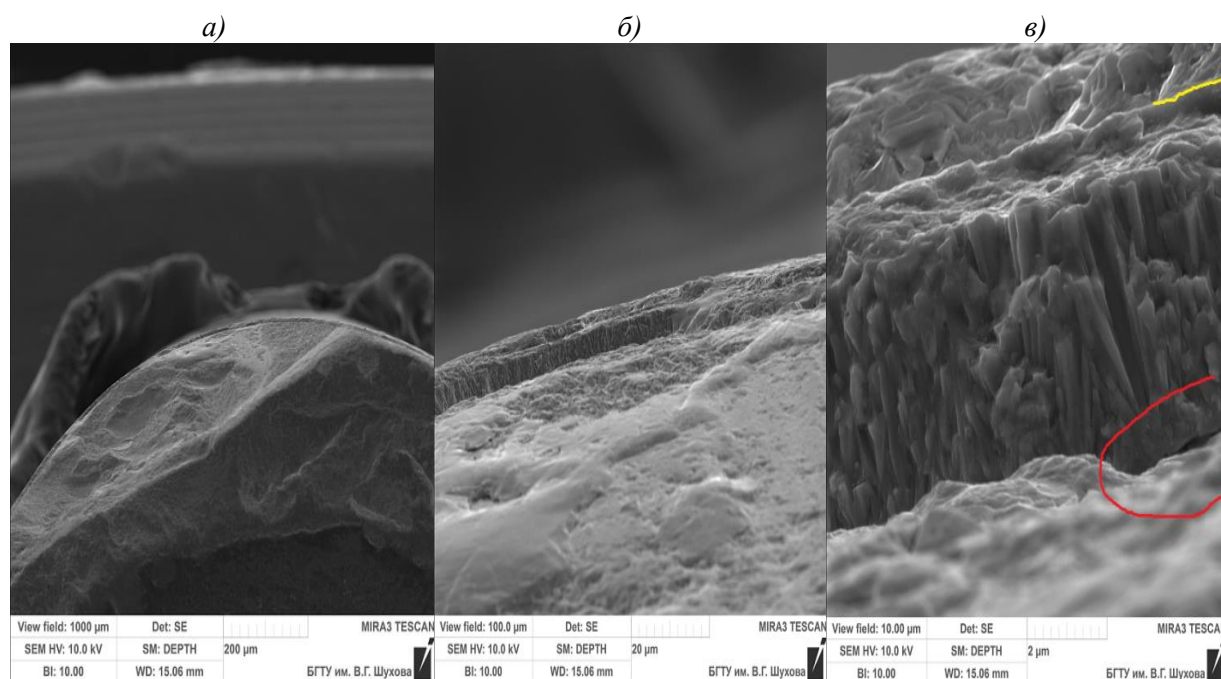


Рис. 5. Слои покрытия сплава KMM253 с технологией CVD:
 а – увеличение до цены деления 20 мкм; б – увеличение до цены деления 2 мкм,
 в – увеличение до цены деления 0,2 мкм

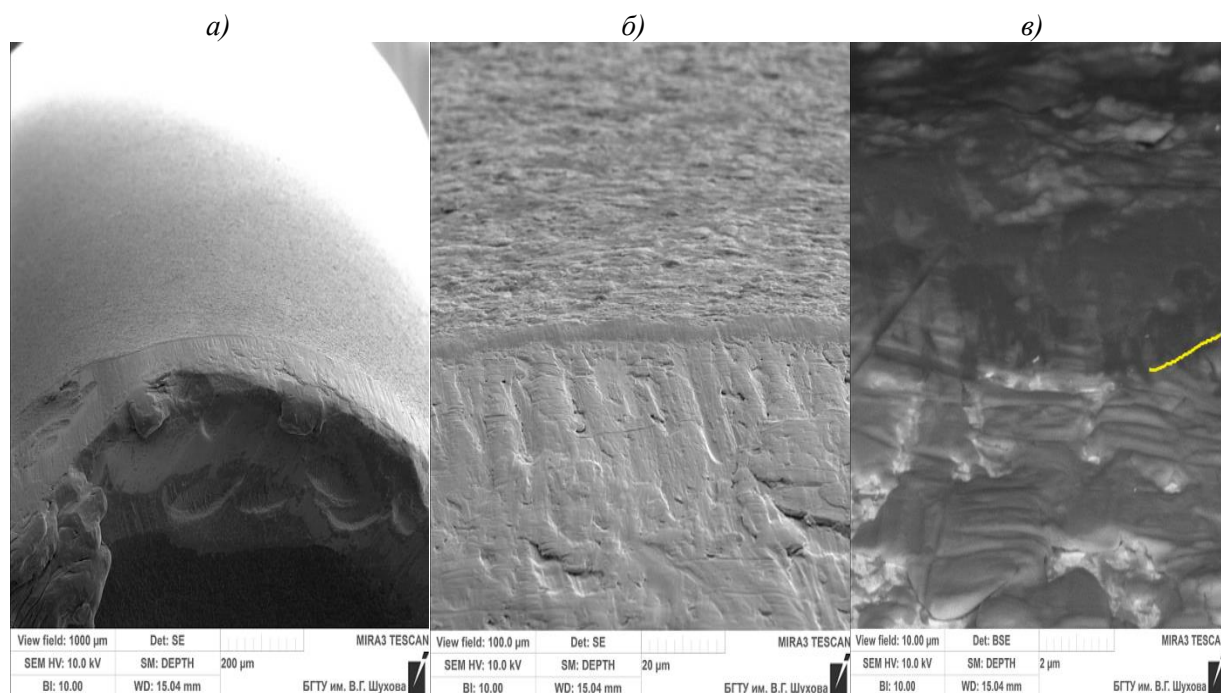


Рис. 6. Слои покрытия сплава KMG203 с технологией PVD:
 а – увеличение до цены деления 20 мкм; б – увеличение до цены деления 2 мкм,
 в – увеличение до цены деления 0,2 мкм

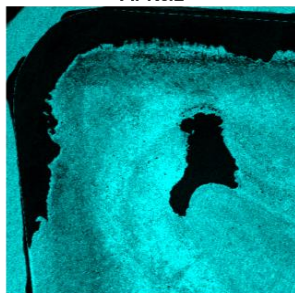
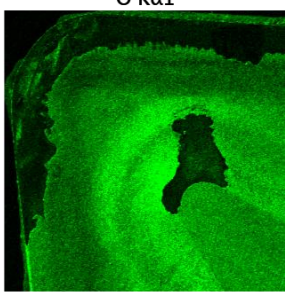
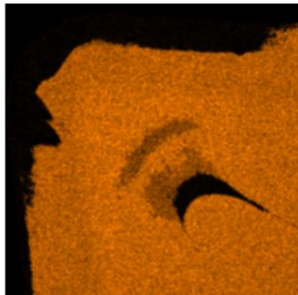
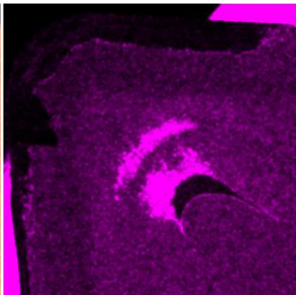
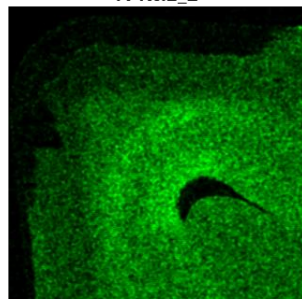
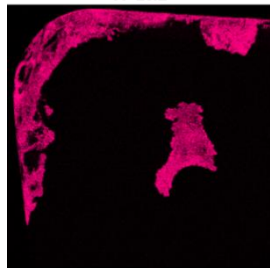
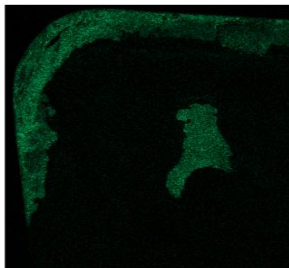
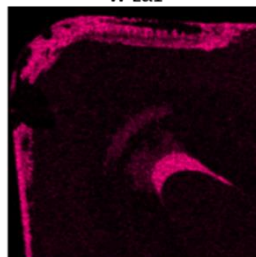
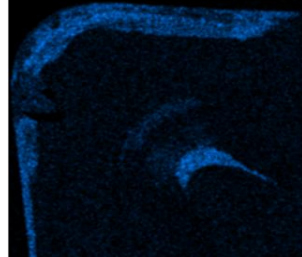
На рис. 5 при увеличении до 0,2 мкм в структуре покрытия KMM253 с технологией CVD ярко выражены границы слоёв, верхний Al_2O_3 и нижний TiN слои покрытия имеют различную характерную структуру, наблюдается нарушение адгезии с основным материалом пластины. Покрытие KMG203 с технологией PVD

(рис. 6) имеет однородную структуру покрывающего слоя TiAlN, нарушение адгезии с основным материалом не выявлено.

Исследования химического состава показало зоны износа внешних и внутренних покрытий, а также зоны высвобождения основного инструментального материала (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав покрытий в зоне режущей кромки

Покрытие KMM253CVD		Покрытие KMG203 PVD	
верхний слой Al_2O_3			
Al $K\alpha_1$	O $K\alpha_1$	Ti $K\alpha_1$	Al $K\alpha_1$
			
500μm	500μm	500μm	500μm
нижний слой TiN		N $K\alpha_1_2$	
Ti $K\alpha_1$	N $K\alpha_1_2$		
500μm	500μm	+6 500μm	
основной инструментальный материал			
W $L\alpha_1$		Co $K\alpha_1$	
		W $L\alpha_1$	Co $K\alpha_1$
500μm	500μm		
		500μm	500μm

Выводы. Выполнено экспериментальное исследование, разработаны эмпирические модели стойкости сменных многогранных твердосплавных пластин с износостойкими покрытиями, полученными разными методами: методом химического осаждения CVD и методом физического осаждения PVD, при точении коррозионно-стойкой жаропрочной стали 08X18H10T в условиях ударных нагрузок. Анализ показал, что в данных технологических условиях покрытие KMG203 с технологией PVD имеет более высокую стойкость по сравнению с покрытием KMM253 технологии CVD в среднем на 45%. Выявлены особенности износа покрытий, у по-

крытия KMM253 наблюдалось нарушение адгезии слоев при действии тепловых и ударных нагрузок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блинков И.В. Челноков В.С. Покрытия и поверхностное модифицирование материалов: критерии выбора покрытий, их свойства: учеб. пособие МИСиС. М.: Учеба, 2003. 76 с.
2. Григорьев С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. М.: Машиностроение, 2011. 368с.

3. Нарцев В.М., Зайцев С.В., Прохоренков Д.С., Евтушенко Е.И., Ващилин В.С. Зависимость структуры ALN-покрытий от концентрации азота при осаждении на сапфир магнетронным методом // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №1. С. 144–149.
4. Пчёлкин В. М., Дуюн Т.А. Эмпирические модели износостойкости твердосплавных пластин при точении коррозионно-стойкой жаропрочной стали // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №12. С. 126–131.
5. Сорокин В.Г. Волосникова А.В., Вяткин С.А. Марочник сталей и сплавов. М.: Машиностроение, 1989. 640 с.
6. ГОСТ 5632-72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные Марки. М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. 64 с.
7. Пчёлкин В.М. Особенности износа твердосплавных пластин при высокоскоростной обработке // Образование, наука, производство. 2015. Т.1. БГТУ им. В.Г. Шухова. С.1703-1707.
8. Anurag Srivastava, Bhoopendra Dhar Diwan, Structural and elastic properties of ZrN and HfN: ab initio study// Canadian journal of Physics. 2014. Vol. 92. Pp.1058–1061
9. Stroibe W. Comminution Technology and Energy consumption. Part 1 // Cement International. 2003. №2.
10. Шпур Г., Штеферле Т. Справочник по технологии резания материалов. М.: Машиностроение, 1985. 616 с.
11. Greyer K., Hintze W., Muller M. Schnittstoffezur Trockenbearbeitung // Werkstatt und Betrieb. 130 (1997). № 6. Pp. 420–425.
12. Дуюн Т.А., Гринек А.В., Сахаров Д.В. Управление тепловыми параметрами процесса механической обработки с использованием численного моделирования их тепловых зависимостей // Промышленные контроллеры АСУ. 2015. №10. С. 43–50.
13. Реброва И.А. Планирование эксперимента. Омск: СибАДИ, 2010. 105 с.
14. Бойко А.Ф. Теория планирования и организация многофакторных экспериментов / А.Ф. Бойко, М.Н. Воронкова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013. 73 с.
15. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М.: Машиностроение, 1981. 184 с.

Pchelkin V.M., Duyun T.A.

**RESISTANCESTRENGTHENINGCOATINGSMETAL-TOOLING
TOOLSIN CONDITIONSSHOCK LOADS**

The results of experimental studies of the durability of hardening coatings of carbide-tipped plates during the turning of corrosion-resistant heat-resistant steel 08X18H10T are presented. The experiment was conducted in production conditions with the use of existing industrial equipment, technological equipment and tools. As a work piece, a tee was used - a connecting piece of pipelines. The peculiarity of the experiment was the intermittent nature of cutting with impact loads. The stability of carbide-tipped plates with various methods of applying hardening coatings was investigated. Using the electron microscope, the microstructure of the cutting inserts is analyzed after the thermal, force and impact loads of the cutting process have been affected. The effect of technological modes of turning on the tool's durability is established, the wear characteristics are revealed depending on the method of applying the hardening coating. The obtained results allow reasonably assigning technological regimes and predicting the tool's stability when turning heat-resistant steel under shock loads.

Key words: wear-resistant coatings, Method of coating, Turning corrosion-resistant heat-resistant steel, Resistancecarbide tools, Results of micro-study of cutting inserts.

Дуюн Татьяна Александровна, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии машиностроения.

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

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

E-mail: tanduun@mail.ru

Пчёлкин Вячеслав Михайлович, аспирант кафедры технологии машиностроения.

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

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

E-mail: pvm0106@mail.ru

Маслова И.В., канд. техн. наук, доц.,
Четвериков Б.С., н.с.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСКАЖЕНИЙ ФОРМЫ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПО АНАЛИЗУ ПРОЕКЦИИ ПРАВИЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФИГУРЫ НА КРИВОЛИНЕЙНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

iren_mas@list.ru

В статье рассмотрены вопросы, возникающие в процессе осуществления дистанционного контроля геометрических характеристик крупногабаритных деталей узлов и агрегатов, а также определения расстояния до них. Приводится обоснование выбора бесконтактного метода контроля формы криволинейной поверхности, основанного на анализе фигуры, проецируемой фотоматрицей на контролируемый объект, а также анализируются преимущества и недостатки современных контрольно-измерительных средств, применяющихся в производстве. Проведено исследование возможных вариантов спроецированной фигуры при определении отклонений формы изделия, а также габаритов и расстояния до него. Таким образом, установлено, что предложенный метод бесконтактного контроля обеспечивает наиболее адекватное изображение линий фигуры, а использование в качестве дифракционной решетки – голографической насадки, формирующей прямоугольник с опорными точками, позволяет достигнуть необходимой точности определения отклонения формы детали.

Ключевые слова: техническое зрение, проекция, бесконтактный контроль, погрешность формы.

Введение. Одной из актуальных задач как современного приборостроения, так и машиностроения, является определение геометрических и точностных характеристик крупногабаритных изделий в процессе их эксплуатации. Очевидно, что контактно – щуповые методы и средства контроля постепенно вытесняются с рынка контрольного оборудования более прогрессивными, в основе которых лежат принципы и методы, применяемые в машинном (техническом) зрении [1, 2]. При условии адекватной их реализации, а также с учетом возникающих при этом вопросов базирования обрабатываемого изделия и контрольного устройства, точность бесконтактных средств контроля ограничивается лишь пределами разрешающей способности существующих на данный момент оптических приёмников и достигает 0,1 мкм [3], что говорит о перспективах их применения для контроля различных изделий, в том числе прецизионных [4].

Основная часть. Постоянное развитие технологий в области технического зрения требует новых научных подходов к реализации подобных измерительных средств, основанных, например, на проекционном контроле [5]. Такие факторы, влияющие на проекционный контроль, как точность и адекватность отображения проекции, являются одними из наиболее значимыми и требуют более подробного рассмотрения и изучения. В свою очередь, на формирование световой сетки при считывании изображения с поверхности детали влияет также расстояние

проецирования, угол проецирования, мощность источника проецирования, освещенность и запыленность помещения, где производятся измерения.

Наиболее подходящими приборами, способными с разной степенью результативности решить описанную выше задачу, являются лазерные сканеры, трекары, дальнометры.

Лазерные сканеры измеряют расстояние до объекта и два угла. Пучок лазера исходит из излучателя, расположенного в измерительной головке сканера, отражается от поверхности объекта и возвращается в приемник. Недостатками лазерных сканеров являются [6]: низкая степень автоматизации при трехмерном моделировании объектов сложной формы на основе лазерного сканирования; невозможность определения формы объектов в динамике, связанная со скоростью сканирования и временем обработки сигнала.

Лазерные трекары по принципу работы схожи с лазерными сканерами, и так же измеряют два угла и расстояние. Главный их недостаток заключается в том, что большинство систем рассчитано на работу в помещениях, такие системы имеют вентиляционные отверстия на головке датчика или контроллере. Радиус действия некоторых трекаров составляет 15 м, что ограничивает размер измеряемого объекта [6].

Поставленную задачу определения расстояния до объекта можно выполнить и при помощи лазерных дальнометров, основным недостатком

Специальный программный модуль обрабатывает считанное изображение, при этом вычисляет количество пикселей в образующих линиях проекции и выбирает линию, где значение концентрации пикселей максимально. Толщина линии вычисляется по формуле [9]:

$$b = \Delta p \cdot n_p, \quad (1)$$

где b – толщина линии, мм; Δp – размер пикселя, мм (зависит от разрешающей способности фото матрицы чем выше разрешающая способность матрицы, тем больше толщина линии в пикселях); n_p – количество пикселей.

Для установления наиболее вероятного варианта фигуры при контроле погрешности формы были выполнены пошаговые измерения с использованием компьютерной модели бандажа, имеющего различные отклонения формы. Результаты измерений сведены в табл. 2. При повороте модели детали на 360° с шагом в 10° выявлено изменение геометрических зависимостей между линиями контура фигуры в различных сечениях цилиндрической модели для каждого шага измерений.

Таблица 2

Результаты измерений модели, имеющей отклонения формы

№ изм.	Размеры проекции, мм				№ изм.	Размеры проекции, мм			
	b_1	b	h, h_1	b_0		b_1	b	h, h_1	b_0
1	354,7364	354,7364	354,7364	354,608	19	354,7364	354,7364	354,7364	354,608
2	354,78	354,9508	354,8658	354,663	20	354,78	354,9508	354,8658	354,663
3	355,0762	355,3973	355,2379	354,8236	21	355,0762	355,3973	355,2379	354,8236
4	355,5884	356,0212	355,807	355,0753	22	355,5884	356,0212	355,807	355,0753
5	356,2541	356,7467	356,5032	355,3935	23	356,2541	356,7467	356,5032	355,3935
6	356,9926	357,4855	357,2412	355,7434	24	356,9926	357,4855	357,2412	355,7434
7	357,7149	358,1487	357,934	356,0826	25	357,7149	358,1487	357,934	356,0826
8	358,3345	358,6565	358,4967	356,3665	26	358,3345	358,6565	358,4967	356,3665
9	358,7772	358,9487	358,8633	356,5555	27	358,7772	358,9487	358,8633	356,5555
10	358,9905	358,9905	358,9905	356,6218	28	358,9905	358,9905	358,9905	356,6218
11	358,9487	358,7772	358,8633	356,5555	29	358,9487	358,7772	358,8633	356,5555
12	358,6565	358,3345	358,4967	356,3665	30	358,6565	358,3345	358,4967	356,3665
13	358,1487	357,7149	357,934	356,0826	31	358,1487	357,7149	357,934	356,0826
14	357,4855	356,9926	357,2412	355,7434	32	357,4855	356,9926	357,2412	355,7434
15	356,7467	356,2541	356,5032	355,3935	33	356,7467	356,2541	356,5032	355,3935
16	356,0212	355,5884	355,807	355,0753	34	356,0212	355,5884	355,807	355,0753
17	355,3973	355,0762	355,2379	354,8236	35	355,3973	355,0762	355,2379	354,8236
18	354,9508	354,78	354,8658	354,663	36	354,9508	354,78	354,8658	354,663

Сопоставив данные табл. 1 и 2 с показанными на рисунке 2 геометрическими взаимосвязями элементов фигуры, можно сделать вывод о том, что наиболее вероятной погрешностью модели цилиндрической детали, является отклонение в виде овальности. Проецируемая фигура – это фигура, у которой длина верхней b_1 и нижней b_2 границ проекции меньше размера осевого центрального отрезка b_0 .

Проведем несколько измерений расстояния до объекта, каждый раз заново настраивая контрольный прибор, но не меняя его положения, и сравнивая результаты с данными, измеренными лазерным дальномером, с целью выявления наиболее вероятного, а также среднего значения расстояния до объекта и расхождения между теоретическими и практическими результатами.

В целом, анализ проекции для определения расстояния аналогичен анализу при контроле отклонения формы и сводится к определению расстояний между опорными точками контура спроецированной фигуры с условием обязательной привязки к измерительной базе [10, 11].

Для определения расстояния до объекта составим расчетную схему, изображенную на рис. 3.

Возможны два способа определения расстояния L до объекта: по высоте формируемого прямоугольника h – (2) или по его ширине b – (3):

$$L = h / 2 \operatorname{tg}(\alpha / 2) \quad (2)$$

$$L = b / 2 \operatorname{tg}(\beta / 2) \quad (3)$$

где α – угол светового луча по высоте, °; β – угол светового луча по ширине, °.

Известно также [12], что:

$$h = \frac{25.4}{d_n} \cdot h'; \text{ мм}, \quad (4)$$

где d_n – разрешение картинки, пиксель x дюйм (DPI).

Сопоставив выражения (2), (3) и (4), можно сделать вывод о том, что погрешность измерения расстояния зависит от соотношения размера изображения и расстояния, на котором установ-

лено измерительное устройство, а также разрешения и физических размеров видеоматрицы. Очевидно, что точность измерения не может превысить величины одного пикселя. То есть, например, даже при разрешении матрицы 1200 DPI точность измерения составляет 0,021 мм. При механической обработке крупногабаритных деталей допускается погрешность до 3 мм [13], что говорит о том, что необходимая точность измерений обеспечивается.

Теоретические данные, а также результаты измерений, сведём для сравнения в табл. 3.

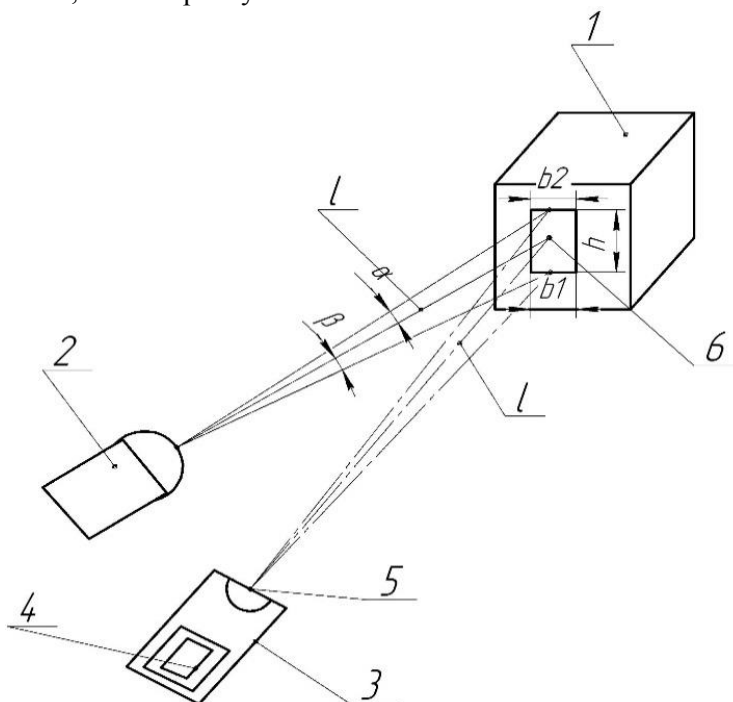


Рис. 3. Схема определения расстояния до объекта:

1 – объект, до которого определяется расстояние; 2 – лазерный излучатель; 3 – видеоустройство, содержащее оптический приёмник 5 и фотоматрицу 4, которая «захватывает» проекцию фигуры 6

Таблица 3

Сравнение параметров контроля в процессе определения расстояния до объекта

№ изм	Высота проекции фигуры h , мм	Ширина проекции фигуры b , мм	Углы прое-я, °		Расчетные расст-я до объекта, мм		Измеренное предло-ж. устрой-ством $L_{изм}$, мм	Измер. даль-но-мером $L_{дал}$, мм	Расхождение значений, $(L_{изм} - L_{дал})$
			α	β	L_h	L_b			
1	349,10	104,50	10	3	1995,12	1995,35	1995,23	1997,50	2,27
2	350,00	104,30	10	3	2000,26	1991,53	1995,89	1996,00	0,11
3	349,60	105,00	10	3	1997,97	2004,89	2001,43	2001,00	-0,43
4	349,50	104,50	10	3	1997,40	1995,35	1996,37	2000,00	3,63
5	350,10	104,69	10	3	2000,83	1998,97	1999,90	2000,00	0,10
6	350,00	104,54	10	3	2000,26	1996,11	1998,18	1999,50	1,32
7	349,70	104,57	10	3	1998,54	1996,68	1997,61	1998,50	0,89
8	349,50	104,59	10	3	1997,40	1997,07	1997,23	1999,00	1,77
9	349,29	104,65	10	3	1996,20	1998,21	1997,21	1998,00	0,79
10	349,10	104,50	10	3	1995,12	1995,35	1995,23	1997,50	2,27

Наиболее вероятным значением расстояния является 1997 мм измеренным предложенным устройством и 1999 мм, измеренным лазерным

дальномером. При этом разница в расчетных и измеренных расстояниях составляет не более 2 %, что является адекватным значением при

реализации контрольно-измерительных средств [12].

Из таблицы 3 следует, что расхождение между измеренными и теоретическими значениями составляет не более 3мм, что в условиях машиностроительной отрасли является допустимым.

Выводы. Установлено, что:

1) проецирование прямоугольной фигуры на криволинейную поверхность позволяет оценить искажение формы крупногабаритных деталей;

2) анализ размеров изображения спроецированной фигуры обеспечивает определение расстояния до объекта при наличии данных об основных геометрических характеристиках видеоматрицы с погрешностью, не превышающей 2 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чепчуров М.С., Жуков Е.М., Блудов А.Н. Способы проекционной оценки геометрии объектов в машиностроении и их реализация. Белгород: Изд. БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. 150 с. ISBN: 978-5-361-00335-8
2. Hilfiker J.N., Synowiky R.A. Spectroscopic ellipsometry for process applications // Ibid. 1996. №. 10. Pp. 218–226.
3. Чепчуров М.С., Жуков Е.М., Блудов А.Н. Устройство оперативной бесконтактной диагностики отклонения профиля колеса железнодорожного // Механика XXI века. 2014. № 13. С. 139–144.
4. Погонин А.А., Чепчуров М.С., Старостин С.В. Снятие характеристик процесса механической обработки крупногабаритных деталей // Тяжелое машиностроение. 2005. № 3. С. 15–16.
5. Четвериков Б.С., Табекина Н.А. Метод оценки отклонения от круглости канавки катания лапы шарошечного долота // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2015. № 3. С. 25–31.
6. Четвериков Б.С. Применение методов бесконтактного контроля при определении геометрических характеристик изделия / Молодежь и научно-технический прогресс: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых // Губкинский филиал Белгор. гос. технол. ун-та. (Губкин 16 апр. 2015 г.), Губкин: Изд-во БГТУ, 2010. С. 165–168.
7. Маслова И.В., Лозовая С.Ю., Чепчуров М.С. Дистанционная диагностика состояния опорных деталей сушильных барабанов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2013. Т. 19. № 3. С. 653–658.
8. Chetverikov B.S., Chepchurov M.S., Pogonin D.A. Definition of shape and position of complex geometric surfaces // World Applied Sciences Journal. 2014. Vol. 31. № 4. P. 526–530.
9. Чепчуров М.С., Блудов А.Н. Восстановление поверхностей катания железнодорожного оборудования с использованием адаптивного управления // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2012. № 8. С. 24–26.
10. Pershin N.S., Chepchurov M.S., Duganov V. Ya. Definition of non-stationary rotating objects axis // World Applied Sciences Journal. 2014. Vol. 30. № 9. P. 1199–1204.
11. Webster J.G. The measurement instrumentation and sensors. Handbook. Heidelberg: IEEE Press, 1999. 1640 p.
12. Чепчуров М.С. Контроль и регистрация основных параметров резания при обработке крупногабаритных деталей // Технология машиностроения. 2008. №3. С. 11–12.
13. Чепчуров М.С. Использование АЦП для регистрации и обработки аналогового сигнала в ПК // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2008. № 6. С. 31–34.
14. Dorsch R., Hausler G., Herrmann J. Laser triangulation: Fundamental uncertainty in distance measurement // Appl. Opt. 1994. №. 33. Pp. 85–90.

Maslova I.V., Chetvericov B.S.

THE DEFINITION OF DISTORTION OF LARGE PARTS OF THE ANALYSIS OF THE PROJECTION OF THE CORRECT GEOMETRIC SHAPES ON A CURVED SURFACE

The article considers the issues arising in the process of implementing remote control of geometrical characteristics of large parts and assemblies, as well as determining the distance to them. Provides a rationale for the choice of a non-contact method of controlling the shape of the curved surface, based on the analysis of the figures, the projected fotometrica to the controlled object, and analyses the advantages and disadvantages of modern control and measuring tools used in manufacturing. A study of the possible variants of the projected figures in the determination of deviations of the product shape and dimensions and distance. Thus, it is established that the proposed method of contactless control provides the most adequate image of lines shapes, and use as a diffraction grating – holographic nozzle that generates a rectangle with control points, allows to achieve the required accuracy of determining the deviation of the part shape.

Key-words: technical vision, projection, touchless control, form error.

Маслова Ирина Викторовна, кандидат технических наук, доцент.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.
E-mail: iren_mas@list.ru

Четвериков Борис Сергеевич, научный сотрудник.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.
E-mail: await_rescue@mail.ru

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

DOI: 10.12737/article_5926a05a06de99.61503162

Еременко В.Т., д-р техн. наук, проф.,
Шпичак С.А., ст. препод.

Брянский государственный технический университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ К РЕСУРСАМ АСУ ТП ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ И ЖКХ

frb113@lenta.ru

В статье представлены: модель процесса обеспечения доступа к ресурсам автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) предприятий строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), базовая структура автоматизированной подсистемы управления доступом и метод оперативного управления доступом на основе комбинирования политики доступа, схемы предварительного распределения аутентификаторов и полного разделения секрета. Рассмотрены алгоритмы штатного предоставления доступа и оперативного предоставления временного доступа в случае внешних и чрезвычайных ситуаций с использованием эволюции аутентификаторов. Приведен состав программных и аппаратных компонентов автоматизированной подсистемы управления доступом к ресурсам АСУ ТП предприятий водоснабжения ЖКХ.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, управление доступом, аутентификация, технологические ресурсы.

Введение. Предприятия строительной индустрии и ЖКХ относятся к критическим объектам народного хозяйства и характеризуются наличием большого количества технологических и информационных ресурсов. Данные ресурсы на практике объединены под управлением автоматизированной системы, включающей в себя такие компоненты как ERP-системы, СУБД, САУ технологическим оборудованием, системы связи с мобильными и стационарными объектами и их позиционирования и пр.

Управление объектами в таких системах директивное, централизованное. Для АСУ характерно наличие большого количества различных каналов связи: ЛВС, полудуплексная радиосвязь в сочетании с радиомодемами, связь посредством каналов GSM и аналоговая телефонная связь.

В таких системах возникают периодические и систематические отказы в обслуживании в каналах связи. На предприятиях происходит сокращение кадров и возникает систематическая нехватка рабочих смен. В результате актуальной становится необходимость обеспечения оперативного перекрестного доступа к технологическим и информационным ресурсам в случае сложных и чрезвычайных ситуаций.

Среда управления определена как доверенная. Циркулирующая в системе технологическая информация не является конфиденциальной, но существует необходимость обеспечения ее до-

ступности, достоверности (аутентичности) и разграничения доступа внутри доверенной среды.

На основе сравнительного анализа моделей разграничения доступа: дискреционной, мандатной, ролевой – выявлено следующее. Модели управления доступом [1] не учитывают дискретный характер доступности ресурсов и абонентов, а также надежность коммуникационных каналов. Существующие модели [2] не учитывают необходимость наличия набора аутентификаторов технологических ресурсов, требующихся для обеспечения достоверности доступа через двухстороннюю аутентификацию пользователя и ресурса.

Основная часть. На основе анализа существующих моделей управления доступом предложена формализованная модель управления доступом к ресурсам АСУ ТП ПСИ ЖКХ (таблица.1).

Данная модель учитывает наличие различных каналов связи с информационными системами и технологическим оборудованием. Кроме того, с целью повышения гибкости управления модель допускает внесение дополнительных ограничений на комбинации компонентов, например ограничения прав доступа субъекта по количеству сеансов или по времени и пр.

На основе формализованной модели управления доступом предложена базовая структура автоматизированной подсистемы оперативного

обеспечения достоверного доступа к информационно-технологическим ресурсам (рис. 1).

Структура подсистемы включает в качестве компонентов, помимо серверов доступа, пользователей и ресурсов, также коммуникационные каналы. В структурной схеме учтена возмож-

ность оперативного назначения временного аутентификатора доступа по открытому каналу связи с администратором в случае отказа в штатном канале обслуживания или перекрестного запроса из другой рабочей группы g .

Таблица 1

Формализованная модель управления доступом

$M = \langle U, T, S, P, R, Z, G, F \rangle$.				
Множества		Наборы, отношения		Базовые функции F
$U = \{u_1, u_2, ..., u_{uc}\}$	субъекты доступа	$I = \{i_1, i_2, ..., i_{ik}\}$ $A = \{a_1, a_2, ..., a_{ak}\}$	идентификаторы аутентификаторы	$user : I \rightarrow U$ $id : A \rightarrow I$
$T = \{t_1, t_2, ..., t_{tc}\}$	ресурсы	$C = \{c_1, c_2, ..., c_{ck}\}$ $K = \{k_1, k_2, ..., k_{kc}\}$	коммуникационные каналы протоколы	-
$S = \{s_1, s_2, ..., s_{sc}\}$	идентификаторы сеанса	$sid : S \rightarrow I, suser : S \rightarrow U, sauth : S \rightarrow A.$		
$P = \{p_1, p_2, ..., p_{pc}\}$	права	$UP = U \times P$ $PH = P \times P$	соответствие прав иерархия « \succeq »	$permission :$ $U \rightarrow 2^P$
		$permission : (u_i) \subseteq \{p \mid (\exists p_0 \succeq p) \wedge ((u_i, p_0) \in UP)\}$		
$R = \{r_1, r_2, r_3, r_4, r_5\}$	роли	$UR = U \times R$ $RP = R \times P$ $RH \in R \times R$	субъект-роль субъект-права иерархия « \succeq »	$role : S \rightarrow R$
$Z = \{z_1, z_2, ..., z_{zc}\}$	серверы доступа	$z_i = \langle u_i, t_j, g_k \in G \rangle$		-
$G = \{g_1, g_2, ..., g_{gc}\}$	пользовательские группы	$u_i \subset g_i$ для $j \in \{1, ..., uc\}$ и $i \in \{1, ..., gc\}$		$serv : Z \rightarrow G,$
		$authorization :$ $t_i \times \{permission(u_k) \mid u_k \in U\} \times U \rightarrow \{ok, access\ denied\}$		
Правило взаимодействия пользователей и информационных ресурсов				
$\exists \langle g, privacy \rangle \in D_r(t) : g \in D_p(u) \wedge privacy \geq access(u)$				
Правило предоставления оперативного перекрёстного доступа				
$\exists \langle a, c \rangle \in D_c(t) : a \in A, c \in C : a \in sauth(s) \wedge resourses(t, k, a, c)$				

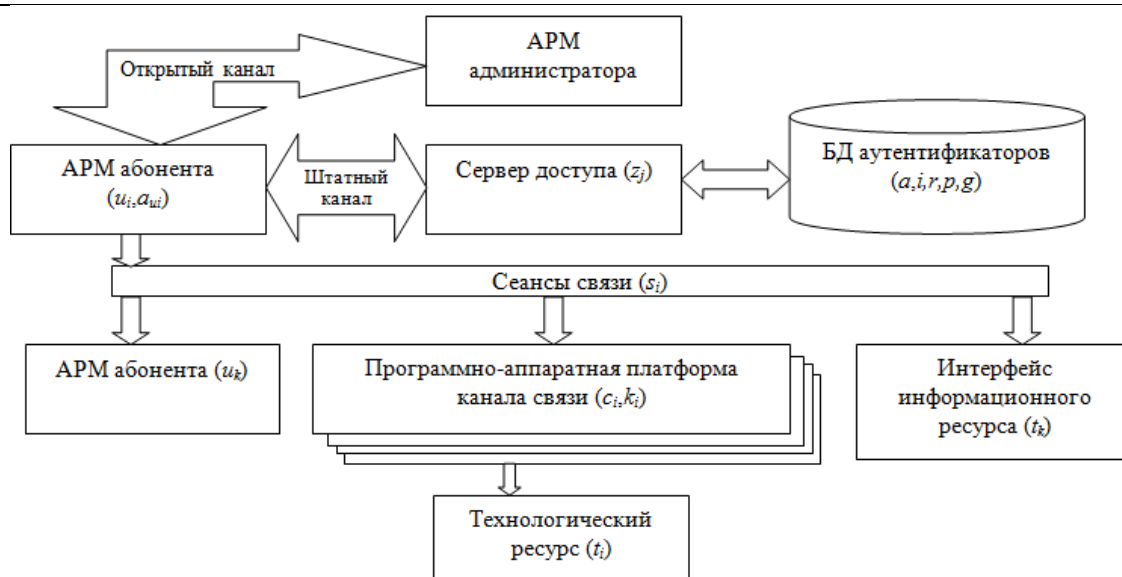


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной подсистемы оперативного обеспечения достоверного доступа к информационно-технологическим ресурсам

На базе формализованной модели и структурной схемы предложен метод обеспечения доступа к информационно-технологическим ресурсам на основе предварительного распределения депонированных аутентификаторов [3].

Предложенный метод предусматривает комбинированное совместное применение политики управления доступом, схемы предварительного распределения ключей, схемы разделения секрета для выработки временного аутентификатора доступа и алгоритма эволюции аутентификаторов.

В доверенной коммуникационной среде рекомендовано использование уникального ключа для связи между каждой парой абонентов, что влечет за собой для сети из n абонентов необходимость генерации и хранения $n(n-1)/2$ ключей. Причем каждый из n абонентов должен хранить $n-1$ аутентификатор. Сократить количество аутентификаторов, генерируемых и хранящихся в среде автоматизированной системы управления позволяет применение схем предварительного распределения ключей (Блома, KDP и пр.).

Рассмотрим в качестве базовой схемы предварительного распределения аутентификаторов схему Блома [4]. В данной схеме над конечным полем F фиксируется n различных нетривиальных элементов $r_1, \dots, r_n \in F$, которые приписываются в качестве идентификаторов абонентам сети. Далее выбирается многочлен над полем F степени $2m$, $1 \leq m < n$, вида

$$f(x, y) = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^m a_{ij} x^i y^j, \quad (1)$$

коэффициенты a_{ij} которого образуют симметричную относительно главной диагонали обратимую квадратную матрицу аутентификаторов $\Lambda = (a_{ij})_{m \times m}$ над конечным полем F . Матрица Λ секретна и депонируется на сервере аутентификации. Каждый абонент A получает в качестве универсального аутентификатора набор $(a_0^{(A)}, a_1^{(A)}, \dots, a_m^{(A)})$, состоящий из коэффициентов многочлена

$$g_A(x) = f(x, r_A) = a_0^{(A)} + a_1^{(A)}x + \dots + a_m^{(A)}x^m. \quad (2)$$

Далее для связи между каждой парой абонентов A и B используется уникальный аутентификатор k_{AB} :

$$k_{AB} = k_{BA} = f(r_A, r_B) = g_A(r_B) = g_B(r_A), \quad (3)$$

что в конечном итоге позволяет вместо $n-1$ хранить m аутентификаторов.

В классической схеме Блома идентификаторы находятся в открытом доступе. При ис-

пользовании же комбинированной (матрично-ролевой) политики доступа используется алгоритм, реализующий правило взаимодействия пользователей и информационных ресурсов (см. табл. 1.). Устанавливается соответствие в матрице доступа между правами абонента, запрашивающего доступ и идентификатором r_B запрашиваемого информационного ресурса или абонента.

Технологические ресурсы зачастую имеют фиксированный аутентификатор доступа. Кроме того, при организации перекрестного доступа полномочия абонента могут быть ограничены по времени или количеству сеансов. Также возможен отказ в обслуживании по аутентичному (защищенному) каналу связи. Для экстренного предоставления доступа предлагается использовать комбинацию схемы предварительного распределения ключей и схемы полного разделения секрета (CPC).

Предположим необходимо предоставить доступ к технологическому ресурсу U , имеющему фиксированный аутентификатор k_U . Сервером аутентификации в данном случае генерируется случайный битовый вектор b длины m :

$$b = (b_0, b_1, \dots, b_m)_2, \quad (4)$$

и вычисляется временный аутентификатор r' как:

$$r' = k_U + \sum_{i=0}^m b_i a_i^{(A)} \text{ над полем } GF_2. \quad (5)$$

Вычисленный таким образом временный аутентификатор r' и случайный вектор b передаются абоненту по открытому резервному каналу. Получив их, абонент восстанавливает аутентификатор k_U как:

$$k_U = r' + \sum_{i=0}^m b_i a_i^{(A)} \text{ над полем } GF_2. \quad (6)$$

Для увеличения стойкости можно дополнительно применить к результату суммирования аутентификаторов функцию хэширования $H(x)$:

$$r' = k_U + H\left(\sum_{i=0}^m b_i a_i^{(A)}\right) \quad (7)$$

Проведение аналогичного комбинирования возможно также на основе схемы KDP[5], основанной на пересечении множеств. Для $n > 2$ абонентов и множества аутентификаторов A , $|A| = q$ вводится прямая нумерация аутентификаторов $1, 2, \dots, q$. Выбирается некоторое семейство $\{S_1, \dots, S_n\}$ подмножеств множества $\{1, 2, \dots, q\}$, являющееся семейством Шпернера в котором ни одно из подмножеств не содержится в другом. В

оригинальной схеме KDP семейство $\{S_1, \dots, S_n\}$ представляет собой несекретную таблицу с номерами аутентификаторов из набора a_{ik} , $k \in S_i$, переданного предварительно каждому абоненту по защищенному каналу. При использовании комбинированной (матрично-ролевой) политики доступа устанавливается соответствие в матрице доступа между правами абонента, запрашивающего доступ и элементом S_i запрашиваемого информационного ресурса или абонента.

Для выработки общего аутентификатора связи между абонентами A и B используют пересечение $S_A \cap S_B$. Например:

$$k_{AB} = k_{BA} = \sum_{i=1}^{|S_A \cap S_B|} a_i \text{ над полем } GF_2. \quad (7)$$

При возникновении необходимости предоставить доступ к технологическому ресурсу U , имеющему фиксированный аутентификатор k_U , сервером аутентификации как и в предыдущем случае генерируется случайный битовый вектор b длины $m = |S_A|$:

$$b = (b_0, b_1, \dots, b_m)_2, \quad (8)$$

и вычисляется временный аутентификатор r' как:

$$r' = k_U + H\left(\sum_{i=0}^m b_i a_i\right) \text{ над полем } GF_2. \quad (9)$$

Вычисленный таким образом временный аутентификатор r' и случайный вектор b передаются абоненту по открытому резервному каналу. Получив их, абонент может восстановить аутентификатор k_U аналогично рассмотренному выше случаю.

Недостатком приведенных выше методов является то, что полученный абонентом A аутентификатор k_U является постоянным. Для прекращения временных экстренных прав доступа абонента A к ресурсу U предлагается использовать эволюцию аутентификаторов технологических ресурсов.

В качестве методов эволюции аутентификаторов рассмотрены: протокол одноразовой аутентификации Лампорта[6]; динамическое изменения аутентификатора в режиме гаммирования (CTR)[7]; комбинация двух предыдущих методов.

При использовании протокола Лампорта для каждого технологического ресурса U , имеющего фиксированный аутентификатор k_U , устанавливается продолжительность действия L_U базового аутентификатора k_U и предполагаемая периодичность замены L_i временных аутен-

тификаторов k_{Ui} . Вычисляется необходимое количество периодов как

$$t = L_U / L_i. \quad (10)$$

На базовом шаге протокола используется однонаправленная функция хэширования H . Для текущего i -го периода действия временный аутентификатор k_{Ui} определяется как:

$$k_{Ui} = \underbrace{H(H(\dots(k_U)\dots))}_{t-i \text{ раз}} = H^{t-i}(k_U). \quad (11)$$

Таким образом для предоставления временных прав доступа абоненту A передаются сервером аутентификации по открытому каналу связи: случайный двоичный вектор b , период действия аутентификатора L_i , номер периода i , количество периодов t и временный аутентификатор r' вычисленный как:

$$r' = \underbrace{H^{t-i}(k_U)}_{k_{Ui}} + H\left(\sum_{i=0}^m b_i a_i^{(A)}\right) \text{ над полем } GF_2. \quad (12)$$

Получив их абонент может восстановить действующий в течении периода T_i аутентификатор k_{Ui} как:

$$k_{Ui} = r' + H\left(\sum_{i=0}^m b_i a_i^{(A)}\right) \text{ над полем } GF_2. \quad (13)$$

Недостатками данного метода являются ограниченный период действия аутентификатора k_U , а также возрастание вычислительной нагрузки при высокой интенсивности информационного обмена.

При использовании режима гаммирования, аутентификатор k_U динамически изменяется через некоторый период L_i посредством шифрования в режиме гаммирования.

Аутентификатор k_{Ui} является очередным фрагментом блочной гаммы.

$$k_{Ui} = T_s(e_K(CTR_i)), \quad (14)$$

где $CTR_1 = IV$ – иницирующий вектор (синхропосылка), $CTR_i = inc(CTR_{i-1})$ – значение счетчика, e_K – блочный алгоритм шифрования [8] на секретном ключе K , T_s – процедура взятия старших s бит.

В данном случае аутентификатор k_U может выступать как в роли ключа K так и в роли синхропосылки IV .

Два вышеописанных метода могут быть скомбинированы следующим образом. Временному администратору технологического ресурса с помощью протокола Лампорта выдается аутентификатор, используемый в качестве ключа K , а администратор в свою очередь может передавать пользователям временные аутен-

фикаторы, сгенерированные в CTR режиме, пользуясь упрощенным способом генерации r' :

$$r' = k_{Ui} \oplus H(k_{AB}) \oplus b \quad (15)$$

где k_{AB} – общий аутентификатор связи между пользователем и администратором.

На основе предложенных метода и алгоритмов управления доступом разработан программно-аппаратный комплекс оперативного обеспечения доступа к информационно-технологическим ресурсам автоматизированных систем управления предприятиями водоснабжения, состоящий из АРМ администратора и конечных пользователей.

Программные компоненты, комплекса реализуют:

- предварительное распределение аутентификаторов (схемы Блома, KDP), в сочетании с политиками доступа;

- эволюцию аутентификаторов на основе протокола Лампорта или режима Counter (CTR);

- генерацию и передачу временных аутентификаторов доступа с использованием комбинации схемы предварительного распределения аутентификаторов и схемы полного разделения секрета.

Программная часть комплекса, разработанная с использованием высокоуровневых библиотек стандарта PKCS#11[9], использует криптопровайдер Rutoken CSP, который реализует основные операции по обеспечению имитозащиты и целостности (выработка имитовставки СМАС [7] и прочие преобразования). Подсистема мультиплатформенная, предъявляет низкие системные требования, что обеспечивает стыкуемость с аппаратным компонентом технологического оборудования.

Аппаратная часть комплекса представлена криптографическими идентификаторами Рутокен ЭЦП/ЭЦП Flash, платформой Raspberry Pi/Orange Pi и контроллерами технологического оборудования.

Результаты анализа эффективности принятых решений приведены на рисунке 1.

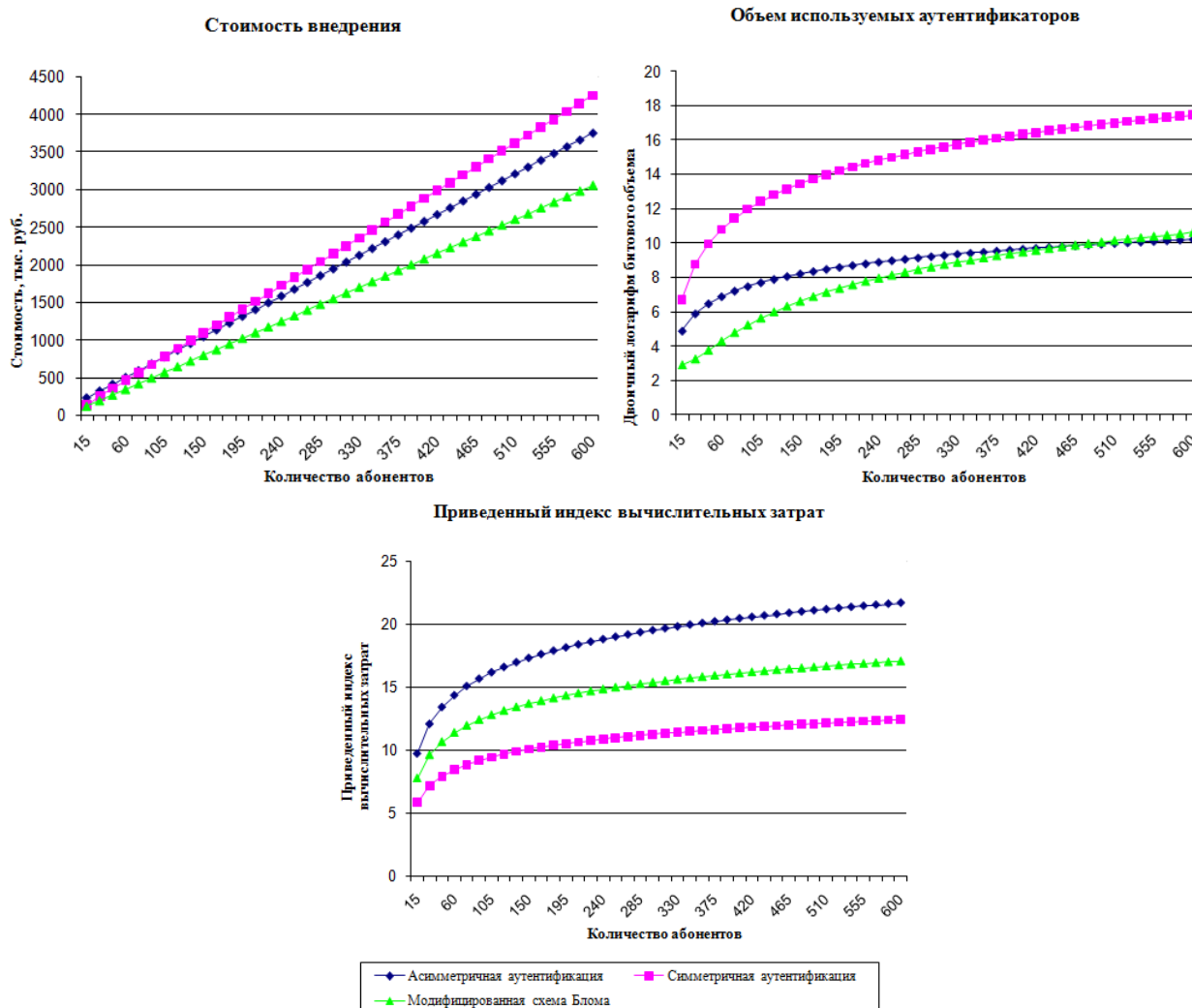


Рис. 2. Анализ эффективности подсистемы управления доступом

Выводы. Использование разработанной автоматизированной подсистемы управления доступом к ресурсам АСУ на основе модифицированной схемы Блома в штатном режиме в сравнении с асимметричной аутентификацией с использованием электронной подписи и удостоверяющего центра дает выигрыш в быстродействии, стоимости и объеме хранимых в системе аутентификаторов, при количестве абонентов до 500. В сравнении же с классическими системами симметричной аутентификации дает уменьшение стоимости и значительное уменьшение объема аутентификаторов, при незначительном снижении быстродействия.

Достоинством подсистемы является возможность предоставления оперативного перекрестного доступа к ресурсам АСУ ТП предприятий строительной индустрии и ЖКХ в случае внештатных и чрезвычайных ситуаций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демидов А.В., Офицеров А.И., Афонин С.И. Моделирование процессов информационного обмена с приоритетами в сетях передачи данных промышленных предприятий // Информационные технологии в науке, образовании и производстве. 2010. Т. 5. С. 94–101.
2. Ерёменко В.Т., Мишин Д.С., Парамохина Т.М., Ерёменко А.В., Ерёменко С.В. Направление и проблемы интеграции автоматизирован-

ных систем управления для предприятий с непрерывным технологическим циклом // Информационные системы и технологии. 2014. № 3. С. 51–58

3. Рытов М.Ю., Шпичак С.А. Метод управления оперативным доступом на основе комбинирования схем предварительного распределения ключей и разделения секрета // Информация и безопасность. 2016. Т.19. вып.1 С. 118–122

4. Blom R. Nonpublic key distribution // Advances in Cryptology. Proceeding of EUROCRYPT'82 Plenum New York. 1983. Pp. 231–236.

5. Dyer M., Fenner T., Frieze A., Thomason A. On key storage in secure networks // J. Cryptology. 1995. 8. Pp. 189–200.

6. Lamport L. (July 1978). Time, Clocks and the Ordering of Events in a Distributed System // Communications of the ACM 21 (7). 1979. Pp. 558–565.

7. ГОСТ Р 34.13 – 2015 Информационная технология. Криптографическая защита информации. Режимы работы блочных шифров. М. Стандартинформ. 2015. 38 с.

8. ГОСТ Р 34.12 – 2015 Информационная технология. Криптографическая защита информации. Блочные шифры. М. Стандартинформ. – 2015. 21 с.

9. PKCS #11 Base Functionality v2.30: Cryptoki – Draft 4. RSA Laboratories. 10 July 2009

Shpichyack S.A.

AUTOMATION ACCESS CONTROL TO THE RESOURCES OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM IN BUILDING INDUSTRY AND UTILITIES

Model of the process of ensuring access to the resources of the process control system of building industry, the basic structure of automated access management subsystem and method of operative access control based on a combination of access policies, schemes preliminary distribution of authenticators and full of secret sharing. The algorithms provide regular access to and timely provision of temporary access in case of contingency and emergency situations using the evolution of authenticators. Given the composition of hardware and software components of the automated subsystem control access to the resources of ACS of water supply utilities.

Key words: *automated control systems, access control, authentication, technological resources.*

Еременко Владимир Тарасович, профессор кафедры «Системы информационной безопасности». Брянский государственный технический университет.
Адрес: Россия, 241035, Брянск, бул. 50-лет Октября, д. 7.

Шпичак Сергей Александрович, старший преподаватель кафедры «Системы информационной безопасности». Брянский государственный технический университет.
Адрес: Россия, 241035, Брянск, бул. 50-лет Октября, д. 7.
E-mail: frb113@lenta.ru

Щербинина О.А., ст. преп., канд. техн. наук,
Щербинин И.А., инженер, канд. техн. наук

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ DIALux ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА АРЕНА ДС «КОСМОС» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА»

31rusacpirant@mail.ru

При проектировании осветительной установки необходимо решить следующие основные вопросы: выбрать систему освещения и тип источника света, установить тип светильников, произвести размещение светильников, уточнить количество светильников.

При этом следует учитывать, что освещенность любой точки внутри помещения имеет две составляющие: прямую, создаваемую непосредственно светильниками, и отраженную, которая образуется отраженным от потолка и стен световым потоком.

Исходными данными для светотехнических расчетов являются: нормируемое значение минимальной или средней освещенности, тип источника света и светильника, высота установки светильника, геометрические размеры освещаемого помещения или открытого пространства, коэффициенты отражения потолка, стен и расчетной поверхности помещения.

Ключевые слова: светотехнический расчет, программа DIALux, современные источники света.

При проектировании осветительной установки необходимо решить следующие основные вопросы:

выбрать систему освещения и тип источника света,

установить тип светильников,
произвести размещение светильников,
уточнить количество светильников.

При этом следует учитывать, что освещенность любой точки внутри помещения имеет две составляющие: прямую, создаваемую непосредственно светильниками, и отраженную, которая образуется отраженным от потолка и стен световым потоком.

Исходными данными для светотехнических расчетов являются:

нормируемое значение минимальной или средней освещенности,
тип источника света и светильника,
высота установки светильника,
геометрические размеры освещаемого помещения или открытого пространства,
коэффициенты отражения потолка, стен и расчетной поверхности помещения.

Существуют различные методы расчета искусственного освещения, которые можно свести к двум основным: точечному и методу коэффициента использования светового потока.

Точечный метод предназначен для нахождения освещенности в расчетной точке, он служит для расчета освещения произвольно расположенных поверхностей при любом распределении освещенности. Отраженная составляющая освещенности в этом методе учитывается приближенно. Точечным методом рассчитывается

общее локализованное освещение, а также общее равномерное освещение при наличии существенных затенений.

Наиболее распространенным в проектной практике является метод расчета искусственного освещения по методу коэффициента использования светового потока.

Освещаемый объем помещения ограничивается ограждающими поверхностями, отражающими значительную часть светового потока, попадающего на них от источников света. В установках внутреннего освещения отражающими поверхностями являются пол, стены, потолок и оборудование, установленное в помещении. В тех случаях, когда поверхности, ограничивающие пространство, имеют высокие значения коэффициентов отражения, отраженная составляющая освещенности может иметь также большое значение и ее учет необходим, поскольку отраженные потоки могут быть сравнимы с прямыми и их недооценка может привести к значительным погрешностям в расчетах.

Рассматриваемый метод позволяет производить расчет осветительной установки (ОУ) с учетом прямой и отраженной составляющих освещенности и применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей, равновеликих полу, при светильниках любого типа.

Использование программы DIALux позволяет ускорить выполнение электротехнического расчета любого объекта по заданным данным для светотехнического расчета.

Для освещения арены ДС «Космос» в качестве источника света выбирались светильники

со следующими типами ламп: плазменные, светодиодные и металлогалогенные.

Исходные данные арены ДС «Космос»: монтажная высота 15м, размеры помещения 30 на 25м, коэффициенты отражения потолка, стен и расчетной поверхности помещения: 80, 80, 20. Высота подвеса светильника 3м, норма освещенности для закрытых спортивных арен с фото и видеосъемкой высокого качества должна быть не менее 1300лк согласно СНиП 23–05–95.

Расчетные значения для плазменного светильника LG PSH0731B.AEDE400 CE_LG PLS Highbay 730W 4500K 50D (Clear) следующие:

Рис. 1. Внешний вид плазменного светильника LG PSH0731B.AEDE400 CE_LG PLS Highbay 730W 4500K 50D (Clear)

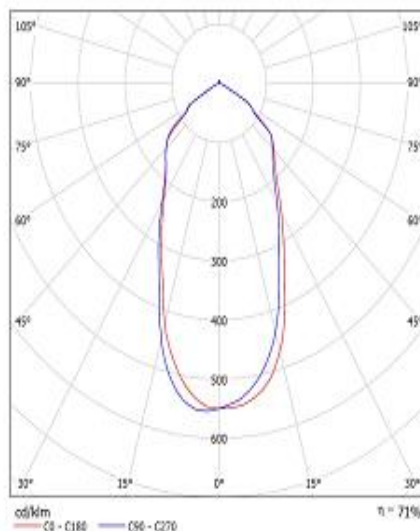


Рис. 1. Внешний вид плазменного светильника LG PSH0731B.AEDE400 CE_LG PLS Highbay 730W 4500K 50D (Clear)

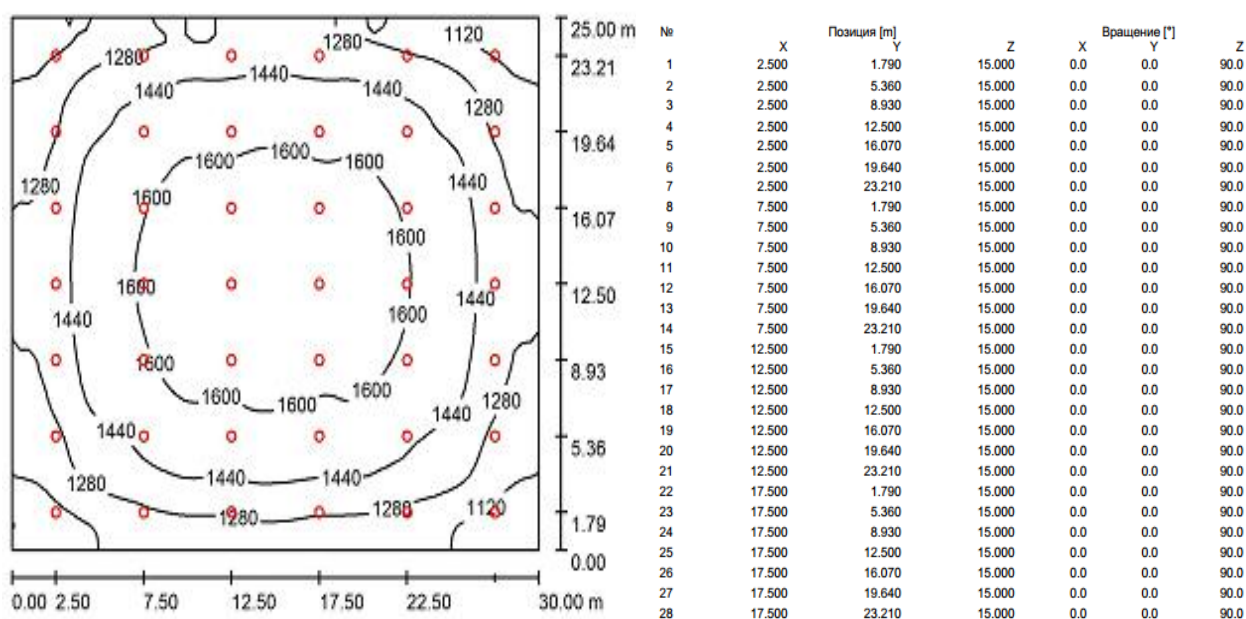


Рис. 2. Величина освещенности и список координат расположения светильников каждой точки арены ДС «Космос»

Из расчетов программы DIALux видно, что при средней норме освещенности $E_k=1325$ лк (на полу) и 1428 лк на поверхности 0,8 м, необходимо установить 42 плазменных светильника LG PSH0731B.AEDE400 CE_LG PLS Highbay 730W 4500K 50D (Clear), стоимость светильника составляет 73778 руб. (сайт

www.growlight.ru/plasma/276--700-w.html) сумма на освещение составит 3098676 рублей. Срок службы светильника 60000 часов.

Расчетные значения для светодиодного светильника LG H1257P68001 CE_LG LED Highbay Bell 120W 5700K следующие:

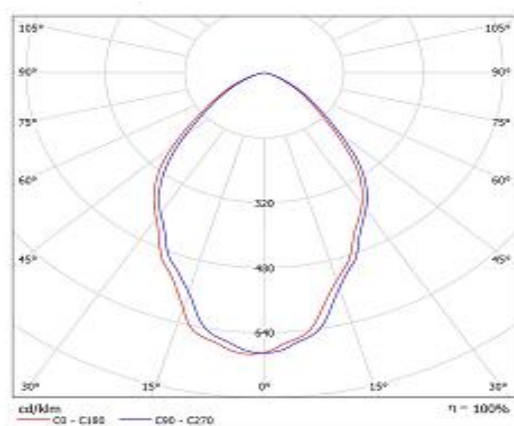


Рис. 3. Внешний вид светодиодного светильника LG H1257P68001 CE_LED Highbay Bell 120W 5700K

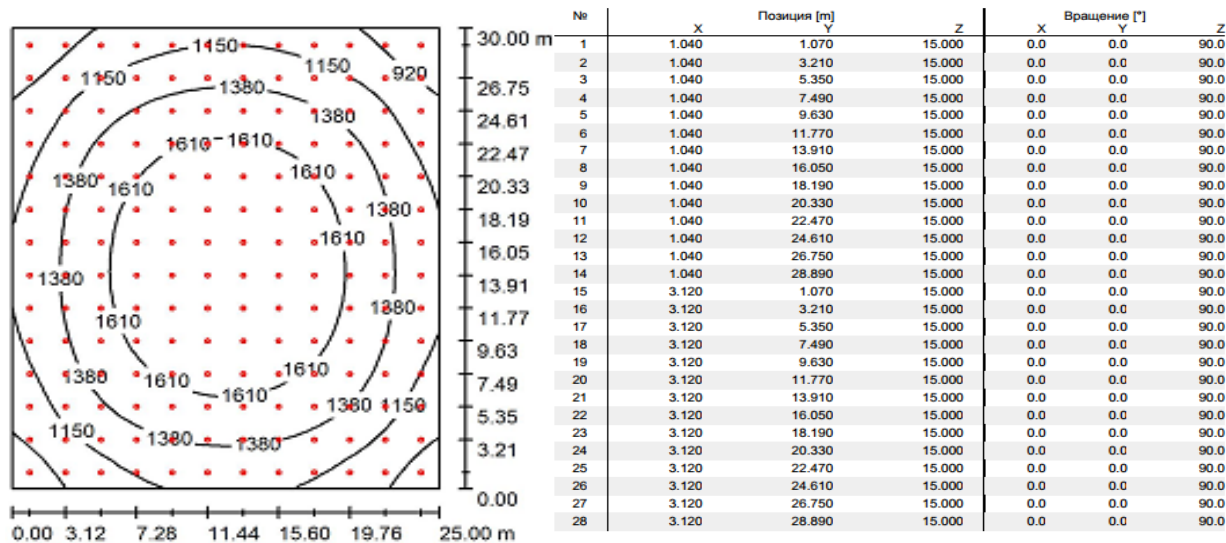


Рис. 4. Величина освещенности и список координат расположения светильников каждой точки арены ДС «Космос»

Из расчетов программы DIALux видно, что при средней норме освещенности $E_k=1346$ лк (на полу) и 1384 лк на поверхности 0,8 м, необходимо установить 168 светодиодных светильника LG H1257P68001 CE_LED Highbay Bell 120W 5700K, стоимость светильника составляет 28300 руб. (сайт <http://svetlix.ru>) сумма на освеще-

ние составит 4754400 рублей. Срок службы светильника 50000 часов.

Расчетные значения для светильника с металлогалогенной лампой LIGHTINGTECHNOLOGIES - HBM 150 следующие:

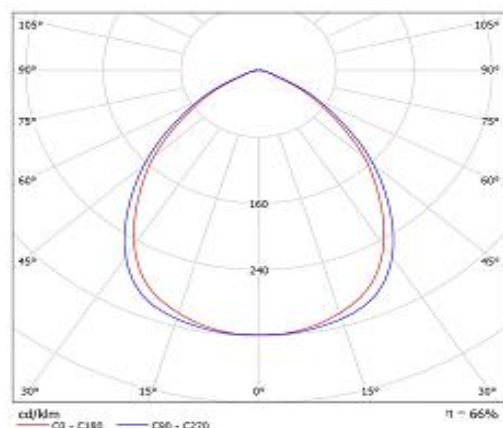


Рис. 5. Внешний вид светильника с металлогалогенной лампой LIGHTINGTECHNOLOGIES - HBM 150

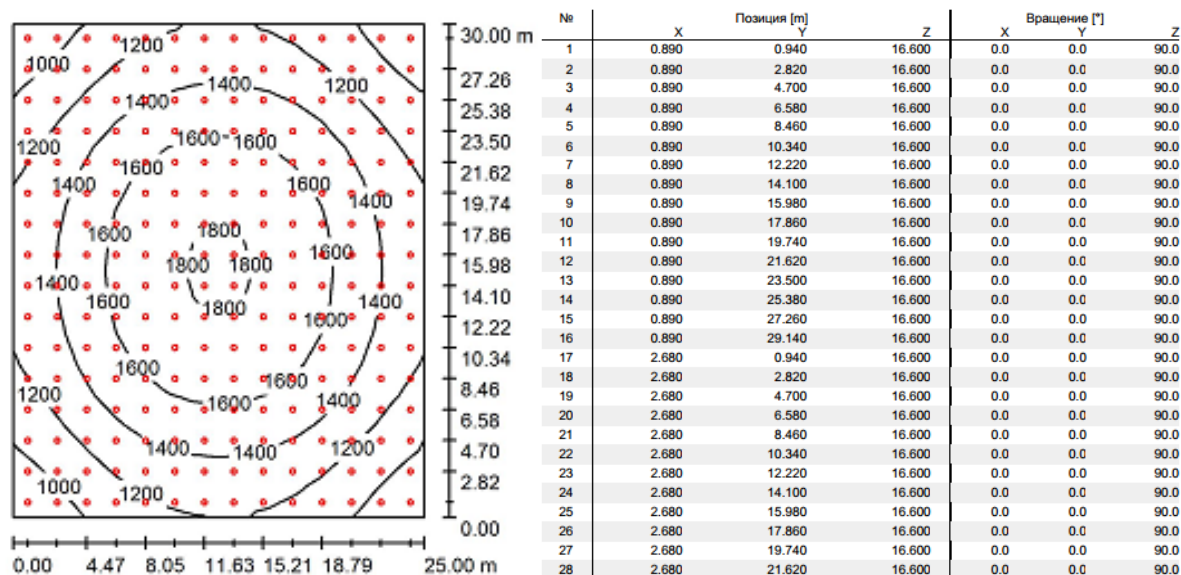


Рис. 6. Величина освещенности и список координат расположения светильников каждой точки арены ДС «Космос»

Из расчетов программы DIALux видно, что при средней норме освещенности $E_k=1355$ лк (на полу) и 1399 лк на поверхности 0,8 м, необходимо установить 224 светильника с металлогалогенной лампой LIGHTINGTECHNOLOGIES - HBM 150, стоимость светильника составляет 9961 руб. (сайт <http://ltdepot.ru/products/hbm-150>) сумма на освещение составит 2231264 рублей. Срок службы светильника 30000 часов.

Выводы: рекомендуем к установке металлогалогенные лампы т.к. они сохраняют свои показатели на протяжении всего срока службы в отличие от светодиодных ламп, которые за 2-4 года эксплуатации теряют до 20-30% от номинального значения своего светового потока, что приведет к невыполнению норм по освещенности и потребует реконструкции системы освещения арены, хотя светодиодные лампы наиболее энергоэффективные (потребляемая мощность 20160 Вт в отличие от металлогалогенных 33600 Вт), но и самые дорогие из представленных вариантов это 4754400 рублей за систему из светодиодных ламп а металлогалогенными лампами – 2231264 руб. Плазменные лампы по стоимости получаются дороже чем металлогалогенные на 867412 руб. при том что и электропотребление у них близкое с металлогалогенными лампами (потребляемая мощность плазменных 30660 Вт а металлогалогенных 33600 Вт).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прасол Д.А., Духанин С.А., Духанина У.Н. Сравнительный анализ люминесцентного и светодиодного светильников типа «Армстронг» // Инновации в современном мире сборник ста-

тей Международной научно-практической конференции. 2015. С. 37–40.

2. Аветян Э.В., Бондарь В.В., Духанин С.А. Автоматизированная система управления наружным освещением «ГЕЛИОС» // Новая наука: От идеи к результату. 2015. № 6-3. С. 68–70.

3. Бондарь В.В., Полунин А.А., Аветян Э.В., Духанин С.А. Эффективные решения в области управления и энергосбережения на примере АСУНО «ГЕЛИОС» // Новая наука: Современное состояние и пути развития. 2016. № 4-3. С. 64–67.

4. Касем М.К., Килин С.В. Исследование динамической устойчивости электрических систем в комплексной программе ETAP // Научная дискуссия: вопросы технических наук. 2015. № 12. С. 130–135.

5. Семейкин А.Ю., Хомченко Ю.В. Система мониторинга и аудита состояния условий и охраны труда в Белгородской области // Технологии техносферной безопасности. 2012. № 5 (45). С. 11.

6. Викторенко А.М. Электрическое освещение Учебное пособие. Томск: Над. ТПУ, 1996. 44с.

7. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике М.: Знак, 2006. 952 с.

8. Яковлев А.Н., Гречкина Т.В. Расчет освещения и проектирование осветительных установок для внутреннего освещения зданий с использованием программного комплекса DIALux Томск: Изд. ТПУ, 2007. 14 с. Методические указания для выполнения курсовых работ по дисциплине «Проектирование осветительных установок».

9. Грибанов А.А. Электрическое освещение. Учебное пособие. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2006. 120 с.

10. Газалов В.С., Щербаева Л.П., Гладкая Э.В. Проектирование системы освещения. Учеб. пособие к курсовому и дипломному проектированию. Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. 87 с

11. Кнорринг Г.М. Оболенцев Ю.Б., Берим Р.И., Крючков В.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения. Л.: Энергия, 1979. 384 с.

12. Царьков В.М. Освещение спортивных сооружений М: Энергия, 1971. 72 с.

13. Атабеков В.Б., Живов М.С. Монтаж осветительных электроустановок. Учеб. пособие

для средн. проф. -техн. учеб. заведений. М.: Высшая школа, 1974. 380 с.

14. Лурье М.Г. и др. Устройство, монтаж и эксплуатация осветительных установок М.: Энергия, 1976. 264 с.

15. Айзенберг Ю.Б., Рожкова Н.В. Энергосбережение в светотехнических установках. Под общей редакцией д-ра техн. наук, проф Ю. Б. Айзенберга. М., 1999.

16. Щербинин И.А., Щербинина О.А., Альдженди Р. Улучшение динамической устойчивости электрической системы с применением нечеткого контроллера // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 7. С. 147–151.

Shcherbinina O.A., Shcherbinin I.A.

THE USE OF THE PROGRAM DIALyx TO PERFORM THE LIGHTING CALCULATION ARENA DS «SPACE» WITH THE USE OF MODERN LIGHT SOURCES

When designing a lighting installation it is necessary to solve the following issues: to choose a lighting system and light source type, set the type of fixtures to produce the positioning of the fixtures, specify number of lamps.

It should be borne in mind that the illuminance of any point inside the premises has two components: a straight line that is created directly by the lamps and reflected, which is reflected from the ceiling and walls luminous flux.

Initial data for lighting calculations are: the normalized value of the minimum or average illumination, type of light source and lamp mounting height of the lamp, the geometric dimensions of the illuminated space or open space, the reflectance of ceiling, walls and settlement of the surface premises.

Key words: *lighting engineering calculation program DIALyx, modern light sources.*

Щербинин Игорь Алексеевич, кандидат технических наук, инженер СГЭ.

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

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

E-mail: 31rusacpirant@mail.ru

Щербинина Ольга Александровна, кандидат технических наук, ст. преп. кафедры электроэнергетики и автоматики.

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

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

СОКРАЩЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА МАГАЗИННЫХ СИМВОЛОВ В РАСПОЗНАВАТЕЛЯХ С МАГАЗИННОЙ ПАМЯТЬЮ И ОДНИМ СОСТОЯНИЕМ

Ryazanov.iurij@yandex.ru

В статье рассматривается задача эквивалентного преобразования распознавателя с магазинной памятью и одним состоянием в более компактный распознаватель. Уменьшение размера распознавателя достигается за счет сокращения количества магазинных символов. Для сокращения количества магазинных символов вводится отношение на множестве этих символов, обладающее свойством эквивалентности, такое, что “стягивание” класса эквивалентности в один символ дает распознаватель, эквивалентный исходному. Предложен алгоритм разбиения множества магазинных символов на классы эквивалентности и алгоритм построения распознавателя, эквивалентного исходному, но с меньшим (не большим) количеством магазинных символов. Предложенный алгоритм может быть использован при разработке программ обработки формальных языков.

Ключевые слова: контекстно-свободный язык, распознаватель с магазинной памятью, магазинный символ, переход, эквивалентные преобразования.

Введение. В теории формальных языков важное место занимают контекстно-свободные языки, проблема распознавания для которых решается с помощью распознавателей с магазинной памятью (МП-распознаватели) [1–6]. В работе рассматривается один из классов МП-распознавателей с одним состоянием. Два различных МП-распознавателя называются эквивалентными, если равны распознаваемые ими языки. Эквивалентные МП-распознаватели могут иметь разный размер. На практике предпочтение отдается распознавателям меньшего размера. Уменьшить размер МП-распознавателя с одним состоянием можно за счет сокращения магазинных символов. В работе решается задача преобразования заданного МП-распознавателя с одним состоянием в эквивалентный ему распознаватель с меньшим (не большим) количеством магазинных символов. Для решения этой задачи вводится отношение на множестве магазинных символов МП-распознавателя, обладающее свойством эквивалентности, показывается, что преобразование МП-распознавателя, заключающееся в “стягивании” пары символов, принадлежащих введенному отношению, в один символ, не изменяет распознаваемого языка, т. е. является эквивалентным преобразованием. От-

сюда следует, что “стягивание” класса эквивалентности в один символ также является эквивалентным преобразованием. Предлагается алгоритм разбиения множества магазинных символов МП-распознавателя на классы эквивалентности и алгоритм построения МП-распознавателя, эквивалентного исходному, с не большим количеством магазинных символов, чем исходный МП-распознаватель.

Определение распознавателя с магазинной памятью и одним состоянием. В работе будем рассматривать класс МП-распознавателей [7 – 9], которые можно построить по диаграммам Вирта [7] или синтаксическим диаграммам с многоходовыми компонентами [10]. МП-распознаватель из этого класса формально можно представить следующим образом:

$$M = (X, \Gamma, I, P, W, \delta, \lambda, g_0, \gamma_0),$$

где X – конечное множество входных символов, включающее концевой маркер \dagger , которым заканчивается входная цепочка, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n, \dagger\}$; Γ – конечное множество магазинных символов, включающее маркер дна магазина ∇ , $\Gamma = \{g_0, g_1, g_2, \dots, g_m, \nabla\}$; I – конечное множество операций над головкой, $I = (\text{сдвиг}, \text{держать})$; P – множество операций над магазином,

$$P = \{\text{заменить}(g_i) \mid g_i \in \Gamma\} \cup \{\text{заменить}(g_i g_j) \mid g_i \in \Gamma \text{ и } g_j \in \Gamma\} \cup \{\text{вытолкнуть}\} \cup \{\text{не изменять}\}.$$

W – конечное множество значений выхода, $W = \{\text{допустить}, \text{отвергнуть}\}$; g_0 – начальный символ магазина, $g_0 \in \Gamma$; γ_0 – начальное содержимое магазина, $\gamma_0 = \nabla g_0$ (магазин содержит маркер дна и начальный символ магазина);

$\delta : X \times \Gamma \rightarrow P \times I$ – частичная функция переходов, которая символу входной цепочки (нахо-

дящемуся под головкой) и верхнему символу магазина ставит в соответствие операцию над головкой и магазином, причем множество видов значений на двойке (x, g_s) равно $\{(\text{заменить}(g_i), \text{сдвиг}), (\text{заменить}(g_i g_j), \text{держать}), (\text{вытолкнуть}, \text{держать})\}$. Если значение функции на двойке (x, g_s) равно $(\text{заменить}(g_i), \text{сдвиг})$, то такой пере-

ход будем обозначать $(g_s, x, (g_i \rightarrow))$, если значение функции на этой двойке равно (*заменить*(g_i, g_j), *держат*), то переход обозначим $(g_s, x, (g_i, g_j))$, если же значение на этой двойке равно (*втолкнуть*, *держат*), то переход обозначим (g_s, x, \uparrow) .

$\lambda : X \times \Gamma \rightarrow W$ – частичная функция выходов, которая символу входной цепочки (находящемуся под головкой) и верхнему символу магазина ставит в соответствие значение выхода – *допустить* или *отвергнуть*. Значение функции на двойке (\downarrow, ∇) равно *допустить*, а на всех остальных, на которых функция определена – *отвергнуть*.

Области определения функций δ и λ не пересекаются, а их объединение равно области отправления.

Двойка $(\alpha, \nabla \gamma)$, где α – часть входной цепочки, начиная с символа под головкой и заканчивая конечным маркером, γ – содержимое магазина, называется конфигурацией МП-распознавателя. Исходной конфигурацией является $(\alpha_0, \nabla g_0)$, где α_0 – вся входная цепочка (головка находится над первым символом).

Пусть конфигурацией МП-распознавателя является двойка $(x\alpha, \nabla \gamma g_s)$, где x – символ под головкой, g_s – верхний символ магазина. Если на

двойке (x, g_s) определена функция переходов δ , то ее значение определяет операции над головкой и магазином. При выполнении этих операций конфигурация изменяется. Если на двойке (x, g_s) определена функция выходов λ , то процесс распознавания заканчивается с результатом, равным значению функции λ . Такую конфигурацию назовем заключительной. Итак, работа МП-распознавателя заключается в изменении конфигураций. Последней является заключительная конфигурация, в которой определяется результат распознавания.

МП-распознаватель с одним состоянием можно задать таблицей T , в которой строки соответствуют входным символам, а столбцы – магазинным символам. Клетку таблицы T в строке x и столбце g_s будем обозначать $T[x, g_s]$. Клетки таблицы T заполняются по следующим правилам. Если на паре (x, g_s) определен переход $(g_s, x, (g_i \rightarrow))$, то в клетку $T[x, g_s]$ запишем $(g_i \rightarrow)$, если определен переход $(g_s, x, (g_i, g_j))$, то в клетку $T[x, g_s]$ запишем (g_i, g_j) , и, если определен переход (g_s, x, \uparrow) , то в клетку $T[x, g_s]$ запишем \uparrow . В клетку $T[\downarrow, \nabla]$ запишем «доп», она соответствует выходу *допустить*. Пустые клетки соответствуют выходу *отвергнуть*. Пример МП-распознавателя представлен в табл. 1.

Таблица 1

Таблица МП-распознавателя

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	∇
a	4 \rightarrow	6 \rightarrow	9 \rightarrow	10,2	11,3	12,2		13,3	16 \rightarrow	14 \rightarrow		15 \rightarrow			\uparrow		
b	5 \rightarrow	7 \rightarrow	8 \rightarrow	10,2	11,3	12,2	15 \rightarrow	13,3			14 \rightarrow		16 \rightarrow			\uparrow	
\downarrow														\uparrow			доп

Для обеспечения большей возможности сокращения количества магазинных символов, преобразуем МП-распознаватель следующим образом: если в какой либо клетке некоторого столбца распознавателя записан символ \uparrow , то все пустые клетки этого столбца заполнить символом \uparrow . Такое преобразование не изменит распо-

знаваемого языка, оно лишь отложит обнаружение ошибки на некоторое число шагов, причем без продвижения по входной цепочке. Выполнив это преобразование для МП-распознавателя (табл. 1), получим МП-распознаватель, представленный в табл. 2.

Таблица 2

Таблица МП-распознавателя

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	∇
a	4 \rightarrow	6 \rightarrow	9 \rightarrow	10,2	11,3	12,2		13,3	16 \rightarrow	14 \rightarrow		15 \rightarrow		\uparrow	\uparrow	\uparrow	
b	5 \rightarrow	7 \rightarrow	8 \rightarrow	10,2	11,3	12,2	15 \rightarrow	13,3			14 \rightarrow		16 \rightarrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	
\downarrow														\uparrow	\uparrow	\uparrow	доп

Отношение R на множестве магазинных символов, обладающее свойством эквивалентности. Пара символов g_m и g_m' принадлежит отношению R если:

1) переход $(g_m, x, (g_i \rightarrow))$ существует тогда и только тогда, когда существует переход $(g_m', x, (g_i' \rightarrow))$ и $(g_i, g_i') \in R$;

2) переход $(g_m, x, (g_i, g_j))$ существует тогда и только тогда, когда существует переход $(g_m', x, (g_i', g_j'))$ и $(g_i, g_i') \in R$ и $(g_j, g_j') \in R$;

3) переход (g_m, x, \uparrow) существует тогда и только тогда, когда существует переход (g_m', x, \uparrow) .

Это отношение рефлексивно, симметрично и транзитивно.

Пару $(g_m, g_m') \in R$ будем называть парой эквивалентных символов или говорить, что символы g_m и g_m' эквивалентны.

Из третьего условия эквивалентности состояний следует, что если для символов g_m и g_m' существуют только переходы с выполнением операции *вытолкнуть*, то символы g_m и g_m' эквивалентны. В остальных же случаях для эквивалентности символов g_m и g_m' необходима эквивалентность других пар символов.

Эквивалентное преобразование распознавателя с магазинной памятью, сокращающее количество магазинных символов. Рассмотрим МП-распознаватель M_1 , в котором есть пара эквивалентных магазинных символов (g_m, g_m') , представленный в виде таблицы.

Построим таблицу МП-распознавателя M_2 следующим образом:

1) возьмем таблицу МП-распознавателя M_1 и удалим в ней столбец, соответствующий магазинному символу g_m ;

2) все вхождения символа g_m в таблице распознавателя заменим на g_m' .

Такое преобразование МП-распознавателя M_1 условно можно назвать “стягиванием” символов g_m и g_m' в один символ g_m' .

Пусть МП-распознаватели M_1 и M_2 обрабатывают цепочку α и на некотором шаге вверху магазина распознавателя M_1 оказался символ g_m , а вверху магазина распознавателя M_2 — символ g_m' . К этому моменту МП-распознаватели M_1 и M_2 обработали одинаковое количество символов цепочки α и содержимое магазинов этих распознавателей одинаковое. Из определения эквивалентности символов g_m и g_m' следует:

1) если M_1 выполнит переход $(g_m, x, (g_i, \rightarrow))$, то M_2 выполнит переход $(g_m', x, (g_i', \rightarrow))$, после чего верхние символы в магазинах распознавателей M_1 и M_2 будут эквивалентными и распознаватели будут обрабатывать символ входной цепочки, следующий за символом x ;

2) если M_1 выполнит переход $(g_m, x, (g_i, g_j))$, то M_2 выполнит переход $(g_m', x, (g_i', g_j'))$, после чего в магазинах эквивалентными будут верхние символы, и символы, находящиеся непосредственно под верхними символами и распознаватели будут обрабатывать тот же символ x входной цепочки;

3) если M_1 выполнит переход (g_m, x, \uparrow) , то M_2 выполнит переход (g_m', x, \uparrow) , после чего вверху магазинов будут эквивалентные (или одинаковые) символы и распознаватели будут обрабатывать тот же символ x входной цепочки;

4) если M_1 отвергнет цепочку α , то M_2 также отвергнет эту цепочку.

Таким образом, на каждом шаге работы МП-распознавателей M_1 и M_2 :

1) обработанная часть цепочки α распознавателем M_1 равна обработанной части цепочки α распознавателем M_2 ;

2) количество символов в магазине распознавателя M_1 равно количеству символов в магазине распознавателя M_2 , причем i -й символ в магазине распознавателя M_1 эквивалентен (или равен) i -му символу в магазине распознавателя M_2 .

Следовательно, если цепочка α допускается (отвергается) одним из распознавателей, то она допускается (отвергается) другим распознавателем, т. е. распознаватели M_1 и M_2 распознают один и тот же язык.

Если в МП-распознавателе существует класс эквивалентных магазинных символов, в котором количество символов больше двух, то последовательное “стягивание” пар эквивалентных символов приведет к “стягиванию” класса эквивалентных символов в один символ. “Стягивание” каждого класса эквивалентных символов в один символ позволяет сократить количество магазинных символов МП-распознавателя.

Разбиение множества магазинных символов на классы эквивалентности по отношению R . Отношение R обладает свойством эквивалентности и определяет разбиение множества магазинных символов МП-распознавателя на классы эквивалентности. Для разбиения множества магазинных символов на классы эквивалентности применим следующий метод.

С учетом условий принадлежности пары символов отношению R будем последовательно разбивать множество магазинных символов на подмножества так, чтобы неэквивалентные символы попали в различные подмножества.

Рассмотрим более детально условия принадлежности пары символов (g_m, g_m') отношению R .

Первое условие.

Первое условие состоит из двух частей:

1 часть: переход $(g_m, x, (g_i, \rightarrow))$ существует тогда и только тогда, когда существует переход $(g_m', x, (g_i', \rightarrow))$;

2 часть: $(g_i, g_i') \in R$.

Это условие истинно, если истинны обе части.

Второе условие.

Второе условие состоит из двух частей:

1 часть: переход $(g_m, x, (g_i, g_j))$ существует тогда и только тогда, когда существует переход $(g_m', x, (g_i', g_j'))$;

2 часть: $(g_i, g_i') \in R$ и $(g_j, g_j') \in R$.

Это условие истинно, если истинны обе части.

Третье условие.

Переход (g_m, x, \uparrow) существует тогда и только тогда, когда существует переход (g_m', x, \uparrow) .

Сначала разобьем множество магазинных символов на подмножества так, чтобы для любых двух символов подмножества истинными были третье условие и только первые части первых двух условий. Для МП-распознавателя (см. табл. 2) это будут подмножества: $G_1 = \{1, 2, 3\}$, $G_2 = \{4, 5, 6, 8\}$, $G_3 = \{7, 11, 13\}$, $G_4 = \{9, 10, 12\}$, $G_5 = \{14, 15, 16\}$. Эти подмножества образуют разбиение $H = \{G_1, G_2, G_3, G_4, G_5\}$.

Символы, принадлежащие различным подмножествам, явно неэквивалентны, но два символа из одного подмножества могут быть неэквивалентными, так как при разбиении мы не учитывали вторые части первого и второго условия принадлежности пары символов отношению R .

Для учета вторых частей условий построим таблицу S , в которой столбцы соответствуют магазинным символам МП-распознавателя (не включая маркер дна), а строки – входным символам (включая концевой маркер).

Клетку таблицы S в строке x и столбце g_m будем обозначать $S[x, g_m]$.

Переходу $(g_m, x, (g_n, \rightarrow))$ соответствует клетка $S[x, g_m]$. Если $g_n \in G_i$, то в клетку $S[x, g_m]$ запишем i . Если символы g_m и g_m' принадлежат одному подмножеству и существуют переходы $(g_m, x, (g_n, \rightarrow))$ и $(g_m', x, (g_n', \rightarrow))$ и $S[x, g_m] \neq S[x, g_m']$, то это говорит о ложности второй части первого условия и, следовательно, $(g_m, g_m') \notin R$ и символы g_m и g_m' нужно включить в разные подмножества нового разбиения H' .

Переходу $(g_m, x, (g_s, g_n))$ соответствует клетка $S[x, g_m]$. Если $g_s \in G_i$ и $g_n \in G_j$, то в клетку $S[x, g_m]$ запишем (i, j) . Если символы g_m и g_m' принадлежат одному подмножеству и существуют переходы $(g_m, x, (g_s, g_n))$ и $(g_m', x, (g_s', g_n'))$ и $S[x, g_m] \neq S[x, g_m']$, то это говорит о ложности второй части второго условия и, следовательно, $(g_m, g_m') \notin R$ и символы g_m и g_m' нужно включить в разные подмножества нового разбиения H' .

Анализируя таблицу S , формируем новое разбиение H' . Подмножество G_i' разбиения H' формируется из элементов некоторого подмножества G_j разбиения H . G_i' является максимальным по мощности подмножеством множества G_j , таким, что для каждой пары символов g_m и g_m' , принадлежащих подмножеству G_i' , для всех строк l таблицы S верно, что $S[l, g_m] = S[l, g_m']$.

Если $H' \neq H$, то принимаем, что $H = H'$, заново строим таблицу S по описанным выше правилам и формируем новое разбиение.

Если $H' = H$, то H' представляет собой множество классов эквивалентности.

Первая таблица S для МП-распознавателя (см. табл. 2) представлена в табл. 3.

Таблица 3

Таблица для формирования разбиения

	G_1			G_2				G_3			G_4			G_5		
	1	2	3	4	5	6	8	7	11	13	9	10	12	14	15	16
a	2	2	4	4	3	4	3				5	5	5			
b	2	3	2	4	3	4	3	5	5	5						
\uparrow				1	1	1	1									

По этой таблице видно, что подмножество $\{1, 2, 3\}$ разбивается на одноэлементные подмножества $\{1\}$, $\{2\}$ и $\{3\}$, подмножество $\{4, 5, 6, 8\}$ – на $\{4, 6\}$ и $\{5, 8\}$, а остальные под-

множества не разбиваются и в результате получаем разбиение $\{\{1\}, \{2\}, \{3\}, \{4, 6\}, \{5, 8\}, \{9, 10, 12\}, \{14, 15, 16\}\}$. По этому разбиению строим новую таблицу S (табл. 4).

Таблица 4

Таблица для формирования разбиения

	G_1	G_2	G_3	G_4		G_5		G_6			G_7			G_8		
	1	2	3	4	6	5	8	7	11	13	9	10	12	14	15	16
a	4	4	7	7	7	6	6				8	8	8			
b	5	6	5	7	7	6	6	8	8	8						
\uparrow				2	2	3	3									

В этой таблице нет различных столбцов, соответствующих символам, принадлежащим какому либо одному подмножеству. Поэтому полученное разбиение является разбиением на классы эквивалентности.

Построение распознавателя с магазинной памятью и меньшим количеством магазинных символов. Используя отношение R на множестве состояний МП-распознавателя M_1 , можно построить МП-распознаватель M_2 , эквивалентный распознавателю M_1 , который будет иметь не больше магазинных символов, чем распознаватель M_1 . Сокращение количества магазинных символов достигается за счет “стягивания” всех символов, принадлежащих одному классу эквивалентности, в один символ.

МП-распознаватель M_2 строим следующим образом.

Возьмем по одному символу из каждого класса эквивалентности, добавим маркер дна и получим множество магазинных символов МП-распознавателя M_2 .

Возьмем таблицу МП-распознавателя M_1 и оставим в ней только те столбцы, которые соответствуют магазинным символам МП-распознавателя M_2 . Если в клетке полученной таблицы встретится магазинный символ МП-распознавателя M_1 , который не принадлежит множеству магазинных символов МП-распознавателя M_2 , то его нужно заменить на эквивалентный ему символ, принадлежащий множеству магазинных символов МП-распознавателя M_2 .

На множестве магазинных символов МП-распознавателя (см. табл. 2) построено разбиение на классы эквивалентности $\{\{1\}, \{2\}, \{3\}, \{4,6\}, \{5,8\}, \{9,10,12\}, \{14,15,16\}\}$. Из каждого класса выберем символ с меньшим номером и построим таблицу (табл. 5) нового МП-распознавателя по описанным выше правилам. В результате получим МП-распознаватель с меньшим количеством магазинных символов.

Таблица 5

Таблица МП-распознавателя

	1	2	3	4	5	7	9	14	▽
a	4 →	4 →	9 →	9,2	7,3		14 →	↑	
b	5 →	7 →	5 →	9,2	7,3	14 →		↑	
†								↑	доп

Выводы. В статье решена задача преобразования исходного МП-распознавателя в эквивалентный ему распознаватель с меньшим (не большим) количеством магазинных символов. Но задача получения МП-распознавателя с наименьшим количеством магазинных символов, распознающим заданный язык, остается открытой. Для дальнейшего сокращения количества магазинных символов может быть использовано какое либо другое отношение эквивалентности на множестве магазинных символов распознавателя, разбивающее множество символов на меньшее количество классов эквивалентности, такое, что “стягивание” класса эквивалентности в один символ приводит к получению распознавателя, эквивалентного исходному.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Schutzenberger M.P. On context-free languages and pushdown automata. *Information and Control*. 1963. 6:3. P. 246–264.
2. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. М.: Мир, 1978. Т. 1, 612 с.

3. Льюис Ф., Розенкранц Д., Стирнз Р. Теоретические основы проектирования компиляторов. М.: Мир, 1979. 656 с.
4. Мартыненко Б.К. Синтаксически управляемая обработка данных. Изд. 2-е, дополн. СПб: Изд-во С.-Петербургского университета, 2004 г. 317 с.
5. Ахо А., Лам М., Сети Р., Ульман Дж. Компиляторы. Принципы, технологии и инструментарий. М: Издательский дом “Вильямс”, 2008. 1185 с.
6. Hopcroft J.E., Motwani R., Ullman J.D. Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation (3rd ed.). Pearson., 2013. p. 496.
7. Рязанов Ю. Д. Синтез распознавателей с магазинной памятью по детерминированным синтаксическим диаграммам // Вестник ВГУ. Системный анализ и информационные технологии. 2014. №1. С. 138–145.
8. Рязанов Ю.Д., Савёлова И.Н. Преобразование распознавателя с магазинной памятью и одним состоянием в распознаватель с конечным множеством состояний // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2015. № 4 (11). С. 13.

9. Рязанов Ю. Д. Преобразование распознавателя с магазинной памятью и конечным множеством состояний в распознаватель с одним состоянием // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 1. С. 194–199.

10. Polyakov V.M., Ryazanov Y.D. Virt Charts to Multiport Component Syntactic Charts Transformation // Global Journal of Pure and Applied Mathematics. 2015. Т. 11. № 5. С. 3939–3952.

Ryazanov Yu.D.

REDUCING THE NUMBER OF PUSHDOWN SYMBOLS IN ONE-STATE PUSHDOWN RECOGNIZERS

The article deals with the task of equivalent transforming of a one-state pushdown recognizer into a more compact recognizer. The size of a recognizer is reduced due to reducing the number of pushdown symbols. To reduce the number of pushdown symbols a relation for a set of symbols is introduced, which possesses the equivalence property, so that “contraction” of an equivalence class into a symbol produces a recognizer, equivalent to the initial one. An algorithm of partitioning a set of pushdown symbols to equivalence classes and an algorithm of developing a recognizer, equivalent to the initial one, but with smaller (not larger) number of pushdown symbols, have been suggested. The suggested algorithm can be used at developing formal language processing programs.

Key words: context-free language, pushdown recognizer, pushdown symbol, transition, equivalent transforming.

Рязанов Юрий Дмитриевич, аспирант кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем.

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

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

E-mail: Ryazanov.iurij@yandex.ru

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

DOI: 10.12737/article_5926a05a1becd8.52369034

Карамышев А.Н., канд. экон. наук, доц.

Набережночелнинский институт Казанского федерального университета

АНАЛИЗ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МЕТОДОЛОГИЙ ПРОЦЕССНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

antonkar2005@yandex.ru

Крупные мировые корпорации с целью совершенствования своих бизнес-процессов и улучшения показателей экономической деятельности применяют одну или несколько методологий процессного управления. Как правило, каждая из методологий предназначена для применения в узкой сфере деятельности. Однако существуют несколько универсальных методологий, применение которых возможно в любой сфере деятельности. В статье проведен анализ наиболее распространенных на практике универсальных методологий, в частности, «Hammer», «SCOR» и «BPTrends Associates». Были выявлены их достоинства, недостатки и особенности применения.

Ключевые слова: процессное управление, универсальная методология, бизнес-процесс, совершенствование предприятия.

Введение. Применение большинства современных методологий процессного управления ориентировано на решение лишь нескольких задач определенного бизнес-процесса предприятия. По этой причине большинство промышленных предприятий используют, как правило, сочетание нескольких процессных методологий управления, дополняющих друг друга и позволяющих охватить важнейшие бизнес-процессы предприятия. Однако есть универсальные методологии процессного управления, применение которых возможно для анализа и улучшения любого из бизнес-процессов предприятия. Наиболее распространенными в развитых странах являются следующие универсальные методологии: «Hammer», «SCOR» и «BPTrends Associates». Рассмотрим их.

Методология «Hammer»

Данная методология предложена Хаммером М. и Чампи Д. в 1990-х годах и известна в литературе под названием реинжиниринга бизнес-процессов.

Согласно данной методологии деятельность компании необходимо выстраивать с нуля на основе самых передовых технологий. При этом ранее используемые технологии выполнения бизнес-процессов отвергаются. Определение реинжинирингу разработчики методологии дали следующее: «фундаментальное перепроектирование бизнес-процессов организации, чтобы усовершенствовать ключевые показатели деятельности такие как: качество, стоимость, темпы, услуги» [1].

Авторы методологии подчеркивают, что осуществлять реинжиниринг можно в рамках отдельных бизнес-процессов или всего предприятия в целом. Все работы по реинжинирингу

должны выполняться специально обученными группами сотрудников.

Разработчики методологии выделяют следующие принципы реинжиниринга бизнес-процессов [1–3]:

1. Объединение нескольких работ в одну (при этом предполагается значительное сокращение времени выполнения оптимизируемой части бизнес-процесса).
2. Исполнители бизнес-процессов сами принимают решения.
3. Работа осуществляется там, где необходимо.
4. Контрольные операции минимизируются.
5. Согласования минимизируются.
6. Все коммуникации осуществляются через менеджера бизнес-процесса.

С нашей точки зрения, применение предложенных принципов реинжиниринга может привести и к негативным результатам. Например, минимизация контрольных операций может привести к ухудшению качества производимой продукции. Первый принцип «объединение нескольких работ в одну» также неоднозначен в понимании. Возникают вопросы с технологиями объединения разнородных работ и операций. Определенные трудности возникают с обоснованием проектов реинжиниринга, поскольку ранее применяемый отлаженный бизнес-процесс можно разрушить и не создать более эффективного нового процесса.

Автор методологии Хаммер М. в своей книге «Быстрее, лучше, дешевле. Девять методов реинжиниринга бизнес-процессов» [2] выделяет следующие методы:

- проектирование бизнес-процессов;
- исполнители;

- руководитель процесса;
- инфраструктура;
- показатели эффективности;
- руководство;
- культура;
- специалисты по бизнес-процессам;
- структура управления процессами.

Методы реинжиниринга, предложенные Хаммером М., не являются методами в классическом понимании этого понятия. С нашей точки зрения, Хаммер М. перечислил основные неотъемлемые атрибуты и структурные элементы технологии внедрения процессного управления на любом предприятии.

Несомненным вкладом в эволюцию систем управления предприятиями Хаммера М. и Чампи Д. является призыв в книге «Реинжиниринг бизнес-процессов. Манифест революции в бизнесе» [1] к мировому бизнес-сообществу анализировать свои процессы, который был замечен и дал дополнительный импульс в исследовании технологий управления. Реинжиниринг можно рассматривать как философию бизнеса, а не конкретный набор практически применимых инструментов и методов.

Именно поэтому, с нашей точки зрения, процент успешных проектов по реинжинирингу бизнес-процессов небольшой.

Преимуществами методологии являются: а) значительное повышение уровня эффективности в случае успешного реинжиниринга бизнес-процессов; б) универсальность методологии (возможность применения в различных сферах экономики); в) возможность применения к основным и вспомогательным бизнес-процессам.

Недостатками методологии являются: а) отсутствие методов реализации методологии и модификации бизнес-процессов; б) высокий уровень риска при реализации проектов реинжиниринга; в) отсутствие детального внимания к выполнению структурных элементов бизнес-процесса; г) проблемы с обоснованием целесообразности реализации проекта реинжиниринга.

Методология «SCOR»

В основе данной методологии лежит анализ, управление и оптимизация цепей поставок бизнес-процессам предприятия материальных ресурсов и товаров. Ключевыми в рамках методологии считаются планирование (ежемесячное планирование объемов производства и продажи товарной продукции), закупки (всех видов материальных ресурсов), производство (в том числе перемещение материальных ресурсов и заготовок в соответствии с технологическим процессом), поставка потребителю (управление заказами, транспортировка и распределение), организация возвратных потоков (процессы, связанные

с возвратом тары и продукции по любым причинам). Необходимо отметить, что обеспечение производства и движение товарно-материальных ценностей в рамках основных бизнес-процессов осуществляется, в соответствии с данной методологией, на основе стандартной теории организации производства, в фокусе внимания которой находятся производственные циклы, контрольные операции, управление производственным оборудованием (в т.ч. ремонт) и т.д. [5].

Этапы внедрения методологии «SCOR» [5, 6]:

1. Моделирование бизнес-процессов «как есть».
2. Посредством бенчмаркинга выявляются лучшие показатели эффективности в отрасли и устанавливаются в качестве целевого ориентира для ключевых бизнес-процессов рассматриваемой организации.
3. Выявляются лучшие управленческие решения и технологии ведущих предприятий отрасли.
4. Моделирование бизнес-процессов «как должно быть».

На сегодня методология «SCOR» является международным межотраслевым стандартом управления цепями поставок, актуальной является версия 10.0. В этой версии методологии содержится описание 200 структурных элементов ключевых бизнес-процессов, порядка 500 важнейших показателей бизнес-процессов ведущих предприятий мира для проведения бенчмаркинга, описание лучших управленческих решений [6].

В рамках методологии «SCOR» анализу не подвергаются бизнес-процессы «Маркетинг», «Продажи», «НИОКР», «Сервисное обслуживание клиентов». Данные бизнес-процессы рассмотрены в рамках методологий «DCOR» (разработка и проектирование продуктов) и «CCOR» (продажи и их поддержка).

В методологии «SCOR» выделяют следующие показатели деятельности организации: надёжность поставок; длительность циклов производства и доставки готовой продукции клиенту; затраты на функционирование цепи поставок; рентабельность логистических активов цепи поставок [5, 7].

Преимуществами методологии являются: а) акцентирование внимания на логистических операциях, затраты на выполнение которых значительны в себестоимости продукции; б) возможность на основе информации из базы данных «SCOR» установить оптимальные целевые показатели для отдельных бизнес-процессов и их структурных элементов; в) возможность

изучать и реализовывать лучшие управленческие решения на основе базы данных «SCOR»; г) возможность модифицировать бизнес-процессы, ориентируясь на «эталонные» модели.

Недостатками методологии являются: а) неполный охват бизнес-процессов предприятия; б) отсутствие оригинальных методов анализа производственных процессов; в) невозможность оценки уровня зрелости бизнес-процессов; г) невозможность формирования полноценной системы управления.

Методология «BPTrends Associates»

Методология «BPTrends Associates» разработана компанией «IDS» в 1990-х годах. Базируется на концепции управления бизнес-процессами «BPM» («Business Process Management»).

Принципами концепции «BPM» являются: а) визуализация бизнес-процессов и их структурных элементов в одной из нотаций; б) анализ полученных моделей бизнес-процессов для их последующей оптимизации; в) использование методов других методологий для оптимизации бизнес-процессов [8].

Основными целями концепции «BPM» являются: а) сокращение времени выполнения бизнес-процессов; б) повышение качества продуктов бизнес-процессов и товарной продукции в целом; в) разработка сбалансированной системы показателей с целью более эффективного управления предприятием в целом; г) создание возможностей реализации стратегических целей организации в согласованных тактических действиях в рамках бизнес-процессов [9].

В рамках методологии «BPTrends Associates» анализ и управление осуществляются на уровне «предприятия», «бизнес-процесса» и «реализации бизнес-процесса».

На уровне «предприятия» выделяются основные и вспомогательные бизнес-процессы, разрабатываются системы сбалансированных показателей, технологии управления бизнес-процессами и порядок их взаимодействия.

На уровне «бизнес-процесса» осуществляется сбор информации, моделирование существующего алгоритма выполнения бизнес-процесса, анализ полученной модели, ее перепроектирование с целью улучшения.

На уровне «реализации бизнес-процесса» осуществляется детальное документирование бизнес-процесса и его структурных элементов, алгоритмов их выполнения, исполнителей, материальных, информационных потоков, элементов управления, программного обеспечения [10, 11].

По своей сути «BPTrends Associates» является методологией внедрения процессного управления на предприятии. Это определяет ее сильные и слабые стороны.

Преимуществами методологии являются: а) полный охват бизнес-процессов; б) системный подход к описанию бизнес-процессов, их структурных элементов, процессной документации; в) универсальность методологии, возможность применения в любой отрасли.

Недостатками методологии являются: а) отсутствие оригинальных методов анализа производственных процессов; б) отсутствие системности в управлении предприятием.

Выводы. Рассмотренные универсальные методологии процессного управления имеют свои специфические особенности:

1. Методология «Hammer» акцентирует внимание на фундаментальном перепроектировании бизнес-процессов организации на основе последних достижений науки и техники. Недостатками данной методологии, существенно снижающими возможности ее практического применения, являются отсутствие методов реализации методологии и модификации бизнес-процессов, а также высокий уровень риска реализации проектов реинжиниринга. По нашему мнению, методологию «Hammer» нужно рассматривать как философскую концепцию управления.

2. В фокусе внимания методологии «SCOR» находятся вопросы анализа, управления и оптимизации цепей поставок бизнес-процессам предприятия материальных ресурсов и товаров. Серьезным преимуществом методологии является собранная информация о наиболее совершенных бизнес-процессах передовых иностранных предприятий. На основе этого можно проводить анализ и оптимизацию своих бизнес-процессов, ориентируясь на эталонные показатели. Выявленные недостатки методологии «SCOR» свидетельствуют о необходимости использовать ее в сочетании с другими методологиями процессного управления.

3. Методология управления «BPTrends Associates» является методологией внедрения процессного управления на предприятии и включает в себя стандартные этапы развития системы процессного управления. Методология в силу выявленных ее недостатков также должна дополняться методами других методологий управления предприятием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хаммер М., Чампи Д. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011. 288 с.

2. Хаммер М., Хершман Л. Быстрее, лучше, дешевле. Девять методов реинжиниринга бизнес-процессов. М.: Альпина Паблишер, 2017. 352 с.
3. Hammer, M. The Reengineering Revolution: A Handbook. New York: Harper Collins, 1995. 130 p.
4. Левина Т.В. SCOR-моделирование. [Электронный ресурс]. URL: <http://lscm.ru/index.php/ru/po-rubrikam/item/801-scor-моделирование> (дата обращения: 30.03.2017).
5. Матушкин М.А., Горбунова Е.Г. SCOR-модель как инструмент повышения качества менеджмента российских предприятий // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2016. № 1. С. 50-55.
6. SCOR overview. Version 10.0. [Электронный ресурс]. URL: www.supply-chain.org. (дата обращения: 30.03.2017).
7. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок. СПб.: Питер, 2004. 320 с.
8. Harmon, P. Business Process Change. NY: Morgan Kaufmann, 2014. 520 p.
9. Burlton, R. Business Process Management: Profiting From Process. NY: Sams, 2001. 400p.
10. Mahal, A. How Work Gets Done: Business Process Management, Basics and Beyond. New Jersey: Technics Publications, LLC. 2010. 193 p.
11. Mahal, A. Facilitators and Trainers Toolkit. New Jersey: Technics Publications, LLC. 2014. 295 p.

Karamyshev A.N.

ANALYSIS OF UNIVERSAL METHODOLOGIES OF THE PROCESS-BASED MANAGEMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Large global corporations apply one or several process-based management methodologies in order to improve their business processes and economic performance indicators. As a rule, each methodology is designed for application in a limited field of activity. However, there are several universal methodologies, the application of which is possible in any field of activity. The article presents analysis of the most practically common universal methodologies, in particular, "Hammer", "SCOR" and "BPTrends Associates". The article also reveals their advantages, disadvantages and specifics of application.

Key words: *process-based management, universal methodology, business process, enterprise improvement.*

Карамышев Антон Николаевич, кандидат экономических наук, доцент
Набережночелнинский институт Казанского федерального университета
Адрес: Россия, 423826, Набережные Челны, д. 68/19
E-mail: antonkar2005@yandex.ru

ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

gukova@bsu.edu.ru

В условиях жесткой конкуренции на современном этапе развития экономики особое внимание уделяется проблеме ценообразования в строительной отрасли. В статье исследованы такие вопросы как особенности формирования механизма ценообразования в строительстве, элементы ценообразования, а также его принципы и задачи. В ходе данного исследования обозначен авторский подход к системе ценообразования как фактора конкурентоспособности предприятия в строительной отрасли.

Ключевые слова: ценообразование, конкурентоспособность, система сметного ценообразования, сметное нормирование, строительная отрасль.

Введение. В условиях конкурентной борьбы особое значение приобретает создания механизма ценообразования и выявление условий, оказывающих значительное воздействие на установление цены продукции. Одним из главных способов повышения способности к конкуренции предприятия является оптимальный механизм установления цены и определение факторов, имеющих влияния на определение цены на единицу продукции. Уровень цены реализации прямым образом решает ценовую способность к конкуренции товара [1, с. 6]. Ценообразование в условиях конкурентной борьбы, и в частности в строительной отрасли, должно быть ориентировано на решение триединой задачи: окупать себестоимость товара и приносить достаточную прибыль, цена должна быть понятна покупателю и она должны обладать конкурентоспособностью. Очень важно определиться какое направление будет выбрано в рамках ценообразования: затратное, покупательское или конкурентное. В зависимости от того, насколько правильно компания устанавливает цены на свои товары или услуги, зависит ее финансовая устойчивость и конкурентоспособность на рынке [2, с. 742]. Конкурентные преимущества позволяют уточнить те характеристики, с помощью которых строительные организации добиваются превосходства над конкурентами [3, с. 63].

Методология. Вопросы конкурентной борьбы рассматривались в трудах известных западных экономистов, таких как А. Смит, Д. Рикардо, М. Портер, А. А. Томпсон, А. Дж. Стрикленд и др. Но в тоже время отдельные проблемы, связанные, например, с ценообразованием в строительной отрасли исследованы не в полном объеме. В последние годы появился ряд публикаций по этой проблеме, среды которых выделяются труды Л.М., Михалина, Х. М. Гумбы, А. А. Коростелева, В. Н. Стаханова и др.

Основная часть. Вступление России в ВТО, формирование единого экономического и технологического пространства в рамках Евразийского союза, предопределяют новые условия для развития строительных организаций, особенно в условиях жесткой конкурентной борьбы за потребителя и ресурсы [4]. Вопросы, связанные с конкурентоспособностью организаций находят отражение в Распоряжении Правительства РФ от 01.08.2014 г. № 1447-р «Об утверждении плана реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»». Данный план реализации государственной программы Российской Федерации разработан на 2014 год и на плановый период 2015-2016 годов и направлен на интеграцию усилий государства в сфере развития промышленного потенциала, создание системных долгосрочных стимулов для повышения конкурентоспособности российских промышленных компаний на внутреннем и мировом рынке [5]. Каждый выбираемый критерий конкурентоспособности должен отражать определенную информацию об удовлетворяемых потребностях. Поэтому выбираемые критерии должны быть адекватны спектру потребностей в услугах [6, с. 23], что влечет за собой особое отношение к ценообразованию. В строительной отрасли одним из таких критериев является соотношение «цена-качество» предоставляемой услуги. Механизм ценообразования в строительстве имеет свои определенные особенности, поскольку строительные объекты в подавляющем большинстве случаев различаются по габаритам, общей площади, этажности, используемым материалам конструктивных элементов. Даже возведение объектов по типовым проектам не может иметь одинаковую стоимость из-за расположения строительных площадок и местных

условий, то есть каждый объект имеет свою конкретную цену. Зависимость цены на продукцию этой сферы от множества факторов затрудняет ее определение. Отличительными особенностями ценообразования в строительстве являются:

- разные функциональные назначения сооружений, зданий; их архитектурные и строительные решения; номенклатура материалов, оборудования;
- организация – все эти составляющие диктуют условия необходимости разработки нового проекта на каждый заказ; разные климатические, геологические условия площадок под строительство объектов по типовым проектам характеризуются разными объемами работ; неподвижность продукции или ее территориальная закреплённость;
- этой особенностью обусловлено передвижение работников и строительных машин к объекту; большие временные затраты.

Стоимость строительства, в основном рассчитывается индивидуально согласно сметной документации [7, с.68], где прописаны объемы работ, расценки на отдельные виды работ, технологии и методы строительства. Для оценки стоимости также имеется специальная система ценообразования, которая включена отдельной частью в состав общегосударственных нормативов

Строительных норм и правил (СНиП), часть IV-2001 «Сметные нормы и правила». В соответствии с расчетами, утвержденными сметной документацией и учитывая принципы формирования цен в строительстве производится определение балансовой стоимости объекта, а также рассчитываются его технико-экономические показатели и принимается решение о целесообразности строительства. Получение конечного продукта строительства не обходится без затрат, которые возникают при осуществлении разных видов работ. Их принято классифицировать следующим образом:

- строительные работы;
- монтажные;
- мебель, инвентарь и оборудование;
- прочие затраты.

На ценообразование в строительстве оказывают влияние конъюнктура целевого рынка, ценовая политика фирмы, а также издержки на изготовление и сбыт продукции. В общей теории управления, и, в частности, в строительной отрасли [8-13], система ценообразования предполагает выделение подсистемы сметно-нормативной (справочно-информационной) базы, которая включает в себя такие элементы как сметные нормативы и сметные нормы (рис. 1).



Рис. 1. Ценообразование в строительстве

Одна из специфических особенностей ценообразования в строительстве заключается в том, что нормативы устанавливаются по видам работ на отдельные элементы цены. Цена реализации строительной продукции (Ц) определяется по общей формуле:

$$Ц = 3 \text{ Пр } Нк \quad (1)$$

где 3 – затраты; Пр – прибыль; Нк – косвенные налоги.

В итоге цена определяет величину совокупных издержек производства продукции и размер прибыли, получаемой производителями (продавцами) за счет производства и реализации товара. Таким образом, цена рассчитывается:

$$Ц = С + П + Н,$$

где С – себестоимость (издержки производства) продукции;

П – прибыль производителя (предприятия);

Н – налоги, сборы, платежи, отчисления [14, с. 4].

Основные положения по ценообразованию и сметному планированию в строительстве регламентированы «Методическими указаниями по определению стоимости строительной продукции» (МДС). Система ценообразования в строительстве предполагает решение таких задач, как определение свободных (договорных) цен на строительную продукцию, использования всей совокупности сметных нормативов, расчета затрат на строительство на различных этапах строительного цикла. Ценообразование в строительной отрасли должно происходить при соблюдении принципа равноправия участников инвестиционного процесса, обязательного взаимного согласия сторон по принимаемым решениям в ходе согласования свободных (договорных) цен на строительную продукцию, а также с учетом широкого выбора соответствующей нормативной базы, на основе которой проводится расчет затрат [15, с. 37].

Выводы. Строительство – ведущая отрасль народного хозяйства, где решаются жизненно важные задачи структурной перестройки материальной базы всего производственного потенциала. От эффективности функционирования строительного комплекса, во многом, зависят как темпы выхода из кризиса, так и конкурентоспособность отечественной экономики. В условиях рыночной экономики цена является одним из наиболее важных синтетических показателей, существенно влияющих на финансовое положение предприятия. Это объясняется тем, что от уровня цены зависит величина прибыли строительной организации, ее конкурентоспособность. Цена влияет на характеристики товара, методы его продвижения и каналы распростра-

нения, равно как и все эти факторы влияют на цену. Предприятие не просто устанавливает единую цену, а скорее создает целую систему ценообразования, которая охватывает цены на различные товары их ассортимента. Ценообразование в строительной отрасли является важнейшим инструментом внутрифирменного планирования и служит ориентиром принятия хозяйственных решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Липсиц И.В. Ценообразование. Учебно-практическое пособие. М.: Юрайт, 2011. 528 с.
2. Зайкина К. А., Насретдинова Э. С. Стратегия ценообразования как инструмент конкурентной борьбы // Молодой ученый. 2016. №11. С. 742–744.
3. Барбарская М. Н. Управление конкурентоспособностью строительной организации // Основы экономики, управления и права 2012. № 1 (1). С. 63–66.
4. Государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г.) № 328 Система ГАРАНТ: Электронный ресурс: http://base.garant.ru/70643464/#block_45#ixzz3VQuRmJAK
5. Гелета И.В., Захарченко И.Э. Пути повышения конкурентоспособности предприятия // Гуманитарные научные исследования. 2015. № 7 [Электронный ресурс]. URL: <http://human.snauka.ru/2015/07/12126> (дата обращения: 01.04.2017).
6. Лифиц, И. М. Конкурентоспособность товаров и услуг. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшее образование. 2009. 460 с.
7. Екимова К.В., Мартынюк Ж.С. Российская система ценообразования в строительстве: текущие проблемы обоснования цены строительства // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2011. № 21 (238). С. 68–72.
8. Гридчин А.М., Лесовик В.С. От бюджетного выживания к инновационному развитию // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 8. С. 10–12.
9. Глаголев С.Н. Бухонова С.М. Анализ формализованных подходов оценки гибкости промышленного предприятия // Современные проблемы строительного материаловедения Материалы седьмых академических чтений. 2001. С. 60–68.
10. Дорошенко Ю.А., Бухонова С.М., Сомина И.В. Теоретические аспекты инвестиционной привлекательности экономических систем //

Белгородский экономический вестник. 2014. № 2 (74). С. 3–7.

11. Гукова Е.А. Особенности Российской специфики организации процесса бизнес-планирования на предприятии // Экономические и социальные факторы развития народного хозяйства. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Ханты-Мансийск. 2016. С. 60–64.

12. Ambrose Brent W., Jeffery L., Cindy M. Ambrose Overview of the Commercial Real Estate Industry [Электронный ресурс]. Система. требо-

вания: // Режим доступа: http://pdf-world.net/pdf/282711/Commercial_Real_Estate-pdf.php (дата обращения 01.04.2017).

13. Miles M. Real estate development: principles and process. 3 ed. / M. Miles, G. Berens, M. Weiss // Urban Land Institute. 2005. 576 p.

14. Баздникин А.С. Цены и ценообразование: Учебное пособие. М.: Юрайт-Издат, 2005. 332 с.

15. Михалина Л.М. Ценообразование в строительстве: учебное пособие. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 2008. 75 с.

Gukova E.A.

METHODOLOGICAL BASIS OF DETERMINING THE ESTIMATE VALUE IN THE BUILDING INDUSTRY

In the fierce competition at the present stage of economic development special attention is paid to the problem of pricing in the construction industry. The article examines such issues as the peculiarities of the mechanism of pricing in construction, pricing items, as well as its principles and objectives. In the course of this study indicated the author's approach to the pricing system as a factor of competitiveness of enterprises in the construction industry

Key words: *pricing, competitiveness, the system of the estimated pricing, the estimated valuation, the construction industry.*

Гукова Елена Арсеновна, магистрант, кафедра менеджмента и маркетинга.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет.
Адрес: Россия, 308000, Белгород, ул. Победы, д. 85.
E-mail: gukova@bsu.edu.ru

Адгамова Л.Р., магистрант
Казанский федеральный университет

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСХОДОВ НА ОПЛАТУ ТРУДА: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД (НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИЙ РЫНКА АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО СТЕКЛА)

a.leisanka.r@mail.ru

Успешное функционирование экономического субъекта напрямую связано с эффективностью деятельности его персонала; это один из основных внутренних факторов, определяющих положение предприятия на рынке в условиях конкуренции. Кризисные явления, наблюдающиеся в отраслях промышленности, указывают на необходимость выстраивания более эффективной системы управления расходами на оплату труда, которая с одной стороны, обеспечивала бы достижение результата, а с другой, не приводила бы к необоснованному росту расходов. В данном исследовании путем определения целевых показателей функционирования предприятия на трех микроэкономических рынках устанавливаются показатели для комплексной оценки эффективности расходов на оплату труда. В работе приводится модель «Система сбалансированных показателей – ключевые показатели эффективности», которая может быть использована при выстраивании оплаты труда в рамках достижения стратегической цели, предполагающей увеличение деловой активности. Применимость теоретических положений в рамках практической аналитической деятельности обоснуется на примере предприятий рынка архитектурно-строительного стекла.

Ключевые слова: эффективность расходов, оплата труда, система сбалансированных показателей, ключевые показатели эффективности.

Введение. Привлечение высококвалифицированных специалистов и обеспечение их заинтересованности в достижении предприятием целевых показателей, определяемых стратегией его развития, в современных условиях обеспечивается путем выстраивания систем стимулирования сотрудников. Несмотря на то, что нематериальные меры поощрения выступают важным стимулом для работника, определяющим фактором мотивации продолжает оставаться оплата труда. Исходя из этого, одной из важнейших задач системы учетно-аналитического обеспечения управления расходами на оплату труда становится задача оценки соответствия расходов на оплату труда целям мотивирования сотрудников, с одной стороны, для осуществления трудовой деятельности в рамках данного предприятия, а с другой стороны, для выполнения трудовых функций с ориентацией на результат. Решение данной задачи обеспечивается путем выстраивания системы анализа эффективности расходов на оплату труда. Анализ эффективности расходов на оплату труда рассматривается в исследованиях Восгриковой Л. А., Ендовицкого Д.А., Романовой Л.Е., Куликова В.С. Как отмечают авторы, системный подход к пониманию сущности, развитию и оценке эффективности использования видов и источников вознаграждения не получил должного развития в экономическом анализе[1]; традиционный подход к анализу эффективности трудового потенциала не позволяет выявить влияние уровня

использования персонала организации на относительные показатели финансовых результатов деятельности хозяйствующего субъекта [2], на многих крупных промышленных предприятиях отсутствует система внутренних стандартов, регламентирующих порядок проведения проверки качества системы вознаграждения[3]. Таким образом, анализ расходов на оплату труда остается одной из недостаточно разработанных в теоретическом плане сфер финансового анализа, а система учета без аналитической интерпретации ее данных не способствует эффективному управлению экономическим субъектом, что указывает на необходимость исследований в данной области.

Методика. Исследование основывается на дефиниции эффективности расходов на оплату труда как комплексного показателя, отражающего соотношение уровня достигнутых результатов экономического субъекта на рынках его функционирования и расходов на мотивирование сотрудников к достижению данных результатов в виде оплаты труда. Предлагаемая модель выстраивается путем критического анализа и синтеза имеющихся подходов в экономической литературе в данной области; наличие трех отдельных блоков обоснуется необходимостью оценки эффективности расходов на оплату труда на трех рынках, где предприятие выступает в качестве продавца, покупателя и само в виде эмитированных акций выступает как товар. Практическая апробация модели обеспечивается

путем применения метода бенчмаркинга, позволяющего определить приемлемость показателей на основе сравнения с аналогичными показателями лидеров рынка. Предлагаемая нами модель оценки эффективности расходов на оплату труда с точки зрения обеспечения конкурентных позиций экономического субъекта на рынках его функционирования применима для тех компаний, в которых нет четко сформулированной системы, связывающей оплату труда с достижением конкретных целевых показателей.

Основная часть. Первый рынок, где функционирует экономический субъект, – это рынок товаров и услуг, то есть это рынок, где предприятие находит для произведенной им продукции покупателя. Исходя из этого, можно сказать, что показатель, отражающий конечный результат действий предприятия на данном рынке, – это объем продаж. Также немаловажным результатом является объем продукции, которую предприятие может предложить на рынке. Для оценки эффективности расходов на оплату труда в этом случае необходимо определить показатель, представляющий соотношение объема продукции (реализованной или произведенной) к расходам на оплату труда. Данный показатель в экономической литературе именуется как зарплатоотдача. Исследователи подчеркивают, что зарплатоотдача может быть рассчитана как по выручке, так и по объему производства. Рассчитав зарплатоотдачу по выручке, мы сможем определить, какой доход приносит рубль, который вложен в предприятие в качестве финансирования расходов на оплату труда работников. При определении данного показателя кроме традиционного соотношения мы предлагаем рассматривать отдельно отношение выручки к расходам на оплату труда производственных рабочих, отношение выручки к расходам на оплату труда управленческого персонала, отношение выручки к расходам на оплату труда персонала, занятого реализацией продукции. Зарплатоотдачу по объему производства целесообразно рассчитывать относительно заработной платы производственных рабочих; в то же время можно определить и показатель, отражающий эффективность расходов на оплату труда производственного менеджмента: в этом случае необходимо определить отношение объема производства к расходам на оплату труда управленческого персонала, отвечающего за организацию производства. При определении данного показателя возникают вопросы и относительно числителя: в каком выражении использовать объем производства – в натуральном или стоимостном. Стоимостное выражение объема производства может увеличиться не только в силу увеличения

объема производства как такового, но зачастую и за счет увеличения стоимости материальных ресурсов, в связи с чем, на наш взгляд, целесообразнее использовать объем производства в натуральном выражении.

Некоторые исследователи предлагают использовать для оценки эффективности расходов на оплату труда и обратный показатель – зарплатоемкость. Зарплатоемкость характеризует эффективность затрат на оплату труда и их размер на 1 рубль выручки [4]. Восгрикова Л.А. предлагает рассчитывать два аналитических коэффициента: долю вознаграждения (за исключением премий (бонусов) менеджменту за счет прибыли) в общей сумме продаж и долю бонусов менеджменту в общей сумме чистой прибыли фирмы [5]. Если показатель зарплатоотдачи чем больше, тем лучше для предприятия, то увеличение зарплатоемкости свидетельствует о снижении эффективности расходов на оплату труда [6].

После определения данных показателей, у лица принимающего решения, может возникнуть правомерный вопрос: является ли приемлемыми для предприятия полученные на данный момент уровни зарплатоотдачи и зарплатоемкости (а не их динамика), то есть на самом ли деле эффективны расходы на оплату труда. Для ответа на данный вопрос можно предложить использовать метод экспертных оценок либо метод бенчмаркинга. В нашем исследовании будет продемонстрирован метод бенчмаркинга, предполагающий сравнение показателей лидеров рынка, на примере компаний стекольной промышленности. Одним из базовых продуктов стекольной промышленности выступает листовое стекло, которое применяется в архитектурно-строительных целях. Крупнейшими производителями листового стекла в России выступают следующие компании: ОАО «Эй Джи Си БСЖ», АО Саратовстройстекло, АО «Салаватстекло». Согласно финансовой отчетности компаний за 2016 год, платежи в связи с оплатой труда работников в ОАО «Эй Джи Си БСЖ» составляют 1 181 413 тыс. руб. [7], в АО Саратовстройстекло – 261854 тыс. руб. [8], в АО «Салаватстекло» – 641 273 тыс. руб. [9], что в общей структуре денежных оттоков компаний составляет 16 %, 10 % и 11 % соответственно. По сравнению с данными за 2015 год в первой компании наблюдается рост денежных оттоков по данному направлению на 14 %, во второй компании – спад на 4 %, в третьей компании – рост на 18 %. В структуре затрат на производство расходы на оплату труда составляют 12 %, 8 % и 13 % соответственно. Исходя из допущения, что доля расходов на оплату труда работников основного

производства в произведенной и реализованной продукции составляет приблизительно одинаковую величину, рассчитаем показатели зарплато-

отдачи по выручке (для заработной платы работников основного производства) (табл. 1).

Таблица 1

Оценка эффективности расходов по оплате труда компаний рынка стекла

Наименование экономического субъекта	Зарплатоотдача, в долях	Зарплатоемкость, в долях
«Эй Джи Си БСЗ»	15,00	0,07
«Саратовстройстекло»	23,39	0,04
«Салаватстекло»	14,09	0,08

В компании «Эй Джи Си БСЗ» на рубль, вложенный в расходы по оплате труда работников основного производства, приходится 15 руб. доходов от реализации листового стекла, в «Саратовстройстекло» - 23, 39 руб., в «Салаватстекло» - 14,09 руб.. Как свидетельствуют показатели зарплатоемкости, больше всего доходов, полученных от основной деятельности необходимо направить на покрытие расходов по оплате труда в ОАО «Салаватстекло», меньше всего – в ОАО «Саратовстройстекло». Как показывают показатели зарплатоотдачи, рассчитанные для последних пяти лет (Рис. 1), в «Саратовстройстекло» и «Салаватстекло» ниспадающая тенденция сменяется положительной; последние два года наблюдается рост доходов, приходя-

щихся на 1 рубль расходов по оплате труда работников основного производства. Иная ситуация наблюдается в «Эй Джи Си БСЗ». После 2014 года наблюдается некоторый рост показателя зарплатоотдачи, который до этого характеризовался спадом, но к 2016 году показатель возвращается к прежней тенденции. В связи с этим мы предлагаем по компании «Эй Джи Си БСЗ» рассмотреть показатели зарплатоотдачи и для управленческого персонала, и для персонала, занятого реализацией продукции (табл. 2). На рубль, вложенный в оплату труда данных категорий персонала, приходится около 50 и 46 рублей дохода соответственно. Если сравнить с показателями пятилетней давности, можно констатировать очевидно негативную тенденцию.

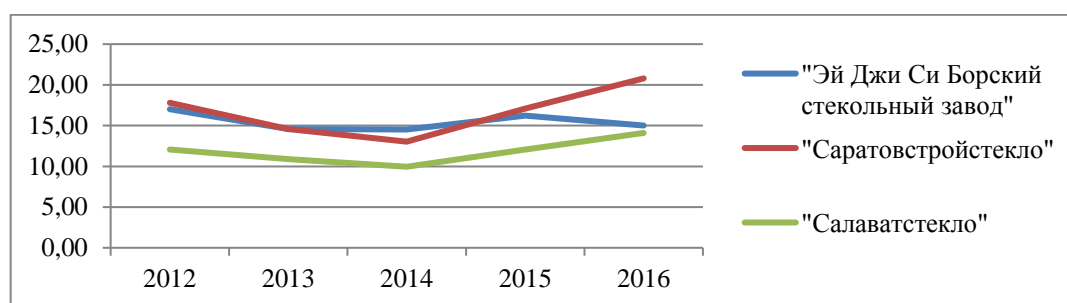


Рис 1. Динамика показателей зарплатоотдачи компаний-лидеров рынка стекла

Таблица 2

Показатели зарплатоотдачи компании «Эй Джи БСЗ»

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Зарплатоотдача от расходов по оплате труда персонала, занятого реализацией продукции	55,92	53,94	47,44	47,10	49,89
Зарплатоотдача от расходов по оплате труда административно - управленческого персонала	59,97	50,27	48,56	43,56	46,23

Так, на фоне роста расходов на оплату труда, входящих в категорию коммерческих, то есть напрямую связанных с реализацией продукции, наблюдается снижение объемов продаж организации. Ситуация может быть вызвано изменениями во внешней экономической среде организации, но именно в этих условиях, на наш взгляд, необходимо выстраивать более эффективную систему управления расходами на оплату труда, которая с одной стороны, обеспечивала бы до-

стижение результата, а с другой, не приводила бы к необоснованному росту расходов.

Расходы на оплату труда должны мотивировать не только на результат, но и также должны обеспечивать сохранение кадров, привлеченных в предприятие. Таким образом, возникает вопрос, эффективны ли расходы на оплату труда с точки зрения рассмотрения предприятия как участника отношений на рынке труда. Причиной повышения интереса руководства организаций к

стратегическому управлению персоналом является ужесточение конкуренции компаний на рынке труда [10]. В связи с этим мы предлагаем в системе показателей выделить отдельный блок показателей для оценки их эффективности на рынке труда. Для оценки эффективности управления персоналом исследователи в данной области предлагают использовать такие индикаторы, как коэффициент оборота по приему, коэффициент оборота по выбытию, коэффициент постоянства состава, коэффициент текучести кадров, динамику реальной и номинальной заработной платы [11]. Вместе с тем в своей модели мы предлагаем сопоставлять количество уволенных сотрудников за год с изменением расходов на оплату труда соответствующей категории персонала. Таким образом, рассчитанный показатель будет наглядно отражать, к какому изменению персонала приводит дополнительно вло-

женный (извлеченный) рубль в оплату труда. Для того, чтобы оценить насколько система управления расходами на оплату труда соответствует рыночным требованиям, можно сопоставить уровень оплаты труда, принятый в компании, с показателями конкурентов; в случае, если компании находятся в разных регионах, мы считаем, что необходимо находить соотношения средней оплаты труда за месяц и прожиточного минимума, принятого в регионе. Исходя из данных годовых и квартальных отчетов за 2015 год, получим следующие показатели по рассматриваемым нами компаниям (табл. 3). Актуально производить такой расчет по тем компаниям, в которых наблюдается рост коэффициента текучести кадров, и тем компаниям, которые стремятся к экстенсивному расширению трудового потенциала.

Таблица 3

Показатели для оценки эффективности расходов на оплату труда компаний-лидеров стекольной промышленности на рынке труда

Наименование компании	Средняя оплата труда в месяц	Прожиточный минимум региона	Средняя оплата труда в месяц/ Прожиточный минимум региона
«Эй Джи Си БСЗ»	48806	9001	5,42
«Салаватстекло»	34867	8863	3,93

Следующий рынок, где необходимо оценить эффективность расходов на оплату труда, это рынок капитала, где предприятие в виде эмитированных ценных бумаг выступает в качестве товара, и его показатели являются обоснованием для совершения инвесторами покупки – для осуществления инвестиционных вложений. Инвестор традиционно оценивает показатели рентабельности компании, в частности, рентабельность, приходящуюся на инвестированный капитал. В то же время в современных условиях возрастает внимание не только к капиталу предприятия в виде его активов, но и к его человеческому капиталу. В связи с этим возникает необходимость расчета и рентабельности человеческого капитала. Согласно исследованиям Куликова В.С., рентабельность человеческого капитала определяется показателем зарплаторентабельности. Зарплаторентабельность будет отражать то, насколько эффективны расходы на оплату труда с точки зрения обеспечения прибыли.

Крупнейшей компанией в области производства стекла является компания «Anadolu Cam Sanayii A.S.», которая осуществляет инвестиционные проекты и в регионах России. В «Anadolu Cam Sanayii A.S.» 51 % всех расходов на оплату труда приходится на оплату труда работников

основного производства, 48 % – на оплату труда управленческого персонала и персонала, занятого реализацией продукции; а в ранее рассмотренной нами крупнейшей российской компании «Эй Джи Си БСЗ» – 62 % и 38 % соответственно. Как наглядно показывает таблица 4, показатель зарплаторентабельности компании «Эй Джи Си БСЗ» является достаточно привлекательным на фоне показателя «Anadolu Cam Sanayii A.S.», но по своей динамике является достаточно волатильным и характеризуется большой амплитудой отклонений.

Для обеспечения стабильной эффективности расходов на оплату труда можно предложить модель «Система сбалансированных показателей – ключевые показатели эффективности» (ССП-КПИ). SSP складывается из четырех составляющих – финансовой, клиентской, внутренних бизнес-процессов и обучения и развития персонала, цели и задачи которых отражаются финансовыми и нефинансовыми показателями [12]. КПИ представляет собой систему, используемую для достижения главных целей любого бизнеса, таких как привлечение и удержание потребителей (клиентов), рост профессионализма сотрудников, увеличение доходов и снижение затрат [13].

Таблица 4

Показатели зарплаторентабельности компаний рынка стекла

Наименование компании	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
«Эй Джи БСЗ»	1,41	0,72	0,39	0,45	0,93
«Anadolu Cam Sanayii A.S.»	0,77	0,13	0,22	0,55	0,58

Одним из этапов внедрения программ оплаты труда по результату является анализ соответствия моделей и форм оплаты труда в отдельных подразделениях и в компании в целом ее глобальным целям и стратегии [14]. В этом случае обеспечение взаимосвязи стратегии компании и деятельности сотрудников в направлении ее достижения происходит за счет создания системы мотивации на основе ключевых показателей эффективности, предназначенных для измерения степени достижения факторов успеха: переменная часть расходов на оплату труда будет зависеть от уровня выполнения KPI. Если оплата труда привязана к результатам работы, то это

побуждает сотрудников работать более усердно не только из чувства ответственности, но и из желания получать дополнительную плату [15]. Величина расходов на оплату труда одного сотрудника при применении модели KPI будет представлять собой сумму оклада и процента от оклада умноженного на сумму произведений весов установленных KPI и коэффициента их выполнения сотрудником. Для увеличения доходов организации можно предложить разработанную нами модель «ССП – KPI», которая может быть применима, когда целевым показателем выступает увеличение деловой активности (табл. 5).

Таблица 5

Модель «ССП – KPI» в рамках стратегической цели «Увеличение деловой активности»

Перспектива SSP	KPI
Финансы	Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности Прирост выручки к приросту выручки за прошлый год Отклонение фактического роста продаж от планового Выручка на одного покупателя
Клиенты	Доля рынка по маркам Индекс численности дистрибуции по группам товаров Коэффициент оценки количества утраченных клиентов компании за период
Бизнес-процессы	Точность планирования сбыта Выполнение плана продаж Наличие ассортимента на складах компании относительно плана Коэффициент разработки и реализации мероприятий компании продвижения
Персонал	Выручка на 1 работника Текущая кадров Квалификация сотрудников отдела

Выводы. Исходя из проведенного нами исследования, можно сделать вывод, что эффективность расходов на оплату должна быть оценена с использованием комплексного подхода; оценка должна оперировать показателями, отражающими эффективность персонала, а, значит, и расходов на оплату их труда, на различных рынках функционирования предприятия: на рынке товаров и услуг, на рынке труда и на рынке капитала. Для выстраивания систем стимулирования, обеспечивающих стабильность эффективности расходов на оплату труда, целесообразно применять модели, связывающие переменную часть оплаты труда с достижением целевых показателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ендовицкий Д.А., Вострикова Л.А. Системный подход к экономическому анализу вознаграждения персонала // Аудит и финансовый анализ. №1. 2006. С. 48–57.
2. Романова Л.Е. Анализ эффективности использования персонала организации // Экономический анализ: теория и практика. 2010. №28. С. 9–11.
3. Куликов В.С. Аудит эффективности вознаграждения персонала организации с использованием инструментария экономического анализа: Автореф. дис. канд. эк. наук. Воронеж, 2009. 24 с.
4. Баянова О.В. Управление затратами на оплату труда по данным управленческого анализа // Известия УГЭУ. 2011. №2. С. 124–133.

5. Восприкова Л.А. Экономический анализ вознаграждения персонала: Автореф. дис. канд. эк. наук. Воронеж, 2005. 24 с.
6. Баянова О.В. Формирование учетно-аналитической системы управления затратами на оплату труда. Пермь: ИПЦ «ПрокростЪ», 2014. 312 с.
7. ОАО «Эй Джи БСЗ». Бухгалтерская (финансовая) отчетность [Электронный ресурс]. URL: <http://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=10279&type=3> (дата обращения: 25.04.2017).
8. ОАО «Саратовстройстекло». Бухгалтерская (финансовая) отчетность [Электронный ресурс]. URL: <https://disclosure.1prime.ru/portal/default.aspx?emId=6453054397> (дата обращения: 25.04.2017).
9. ОАО «Салаватстекло». Бухгалтерская (финансовая) отчетность [Электронный ресурс]. URL: <https://disclosure.1prime.ru/portal/default.aspx?emId=0266004050> (дата обращения: 25.04.2017).
10. Парушина Н.В., Лытнева Н.А. Развитие методического инструментария в управлении оценкой эффективности персонала // Вестник Орел ГИЭТ. 2015. №2. С. 101–106.
11. Шаталов М.А., Мешкова Т.Р. Учет и анализ использования трудовых ресурсов в системе менеджмента организации // Территория науки. 2014. №3. С. 79–85.
12. Robert S. Kaplan, David P. Norton. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Harvard Business Review, 1996. 336 p.
13. Ключков А.К. КРП и мотивация персонала. Полный сборник практических инструментов. М.: Эксмо, 2010. 103 с.
14. Peter T. Chingos Paying for Performance: A Guide to Compensation Management. John Wiley & Sons Inc, 2002. 416 p.
15. Eckerson Wayne W. Performance Dashboards: Measuring, Monitoring, and Managing Your Business. John Wiley & Sons, 2010. 336 p.

Adgamova L.R.

**ANALYSIS OF LABOR PAYMENT EXPENSES' EFFICIENCY: COMPLEX APPROACH
(ON THE EXAMPLE OF GLASS INDUSTRY COMPANIES)**

The successful functioning of the economic entity is directly related to the effectiveness of its staff; this is one of the main internal factors that determines the enterprise's position in the market. The crisis phenomena, which observed in the industries, points to the need for a more efficient labor costs managing system, which, on the one hand, would ensure the achievement of the result, and on the other, would not lead to an unjustified increase expenses. In this study, by setting targets for enterprise activity in three microeconomic markets, indicators are set for a comprehensive assessment of the labor payment expenses' efficiency. The author's model "Balanced Scorecard - Key Performance Indicators" is given in the work, which can be used to build labor remuneration within the framework of achieving a strategic goal involving an increase in business activity. Applicability of theoretical conclusions in practical analytical activity will be based on the example of glass industry enterprises.

Key words: *expenses' efficiency, labor compensation, balanced scorecard, key performance indicators*

Адгамова Лейсан Рафаиловна, магистрант кафедры финансового учета
Институт управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет
Адрес: Россия, 420012, г. Казань, ул. Бутлерова, 4
E-mail: a.leisanka.r@mail.ru

Чижова Е.Н., д-р экон. наук, проф.,
Балабанова Г.Г., доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА КАК КРИТЕРИЙ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

chizhova_elena@mail.ru

В настоящее время решение проблемы повышения производительности труда приобрело статус государственной программы, поскольку уровень развития экономики, темп ее роста напрямую зависят от факторов, определяющих производительности труда. К тому же рост производительности труда - это еще одно из важнейших условий выживания предприятия, поскольку только за счет роста производительности труда возможно снижение себестоимости продукции. И поэтому, говоря о необходимости роста производительности труда, следует четко определить: направления ее повышения; группу факторов, в большей мере воздействующую на изменение производительности труда. В данной статье определены причины снижения производительности труда в промышленности строительных материалов. Это высокая степень износа оборудования; старение кадров; отсутствие мотивационных стимулов для привлечения молодых специалистов; рост цен на сырье и энергоносители; исследовательская пассивность; недостаточное количество финансовых ресурсов для полноценного технического перевооружения. Выявлены резервы роста, показана взаимосвязь между темпами роста производительности труда и степенью износа оборудования, уровнем заработной платы, предложены мероприятия повышения производительности труда.

Ключевые слова: производительность труда, износ оборудования, фондоемкость, фондоотдача, повышение квалификации.

Введение. В настоящее время валовой внутренний продукт страны, несмотря на все экономические преобразования, в большей степени формируется за счет углеводородного сектора, сферы услуг. Остальные отрасли народного хозяйства в основном убыточны. В качестве одного из путей выхода из сложившегося положения рассматривается повышение производительности труда. В долгосрочной перспективе ее видят в качестве основного источника экономического и социального развития, в краткосрочной - как способ повышения конкурентоспособности предприятий и уровня жизни. «Именно производительность труда в большей степени, чем какой-либо другой фактор, определяет уровень жизни всей нации и является в долгосрочной перспективе наилучшим показателем экономической эффективности хозяйственного комплекса. История показывает, что лидер в области производительности в конце концов становится экономическим... и политическим лидером в мире» [1].

Наиболее популярные в отечественной промышленности методы повышения производительности труда исчерпали себя, поскольку делали основной упор на материально-технические факторы, игнорируя возросшую роль человеческого фактора. Современный работник - это не просто исполнитель, следующий заданию, руководствующийся должностной инструкцией и т.п., а профессионал, ориентирован-

ный на задачу, на конкретного потребителя и т.д. В связи с этим назрела необходимость формирования нового подхода к организации труда, позволяющего создать прочную связь между работником и результатами его труда, как того требует смысл, заложенный в понятии «производительность труда», побуждающую работника к продуктивной инновационной деятельности, создающую условия для самореализации.

Методология. Следует отметить, что в современной экономической литературе разнятся и толкования категории «производительность труда», и подходы к ее измерению. Это разнообразие является следствием различия целей и задач, которые ставят перед собой исследователи. Условно подходы к оценке производительности труда можно разделить на зарубежный и отечественный.

Согласно подходу зарубежных экономистов, система показателей производительности строится на базе теории факторов производства, согласно которой производительность труда рассматривается как частный показатель производительности, поскольку затраченный живой труд трактуется лишь как один из факторов производства, вклад которого снижается с развитием технического прогресса. Сам показатель «производительность труда» может рассматривать и как итоговый показатель эффективной деятельности предприятия (прибыли), и как обобщающий, охватывающий все стороны дея-

тельности предприятия, в том числе результативность, качество и количество выпускаемой продукции, эффективность, степень удовлетворенности работников (такая трактовка затрудняет измерение производительности) [2].

В экономике труда советского периода было два подхода к определению производительности труда. Согласно первому (Е.И. Капустин, Е.В. Касимовский, Е.Л. Маневич, В.Н. Черковец), производительностью обладал только живой труд и определялась она как отношение результатов производства к затратам живого труда.

Сторонники второго подхода (С. Г. Струмилин, В. С. Немчинов, В. В. Новожилов и др.) рассматривали не только производительность живого труда, но и овеществленного (т.е. производительность совокупного труда), поскольку прошлый или овеществленный труд вооружает, замещает труд живой, увеличивает его производительную силу. Этот подход позволяет учесть все затраты труда, обеспечивающие повышение его производительности.

Но были и те, кто предлагал в затраты совокупного труда помимо живого и овеществленно-

го включать еще и затраты будущего труда, затрачиваемого на ремонт и модернизацию продукта живого и овеществленного труда [2].

Производительность труда может быть рассчитана в натуральном и стоимостном выражении. Основным методом расчета производительности труда в отраслях, производящих разнородную продукцию (промышленность строительных материалов относится к таковым), в силу своей универсальности признан стоимостной метод.

Основная часть. Уровень развития предприятий в настоящее время определяется не только степенью прироста технологических мощностей, но и уровнем развития персонала, внутренней и внешней конкурентоспособностью продукции, темпами роста производительности труда. И доказательством этого служит рейтинг конкурентоспособности (табл. 1), определяемый уровнем ВВП и производительности труда. Низкий уровень производительности труда в России свидетельствует и о низком уровне жизни в стране.

Таблица 1

Рейтинг конкурентоспособности стран

Страна	Рейтинг (место)	Индекс глобальной конкурентоспособности [3]	ВВП на душу населения, тыс. дол.[4]	Производительность труда на 1 занятого, тыс. долл.
Швейцария	1	5,80	78,179	124
США	3	5,70	57,220	100
Германия	4	5,60	41,895	74
Англия	8	5,50	42,105	102,4
Франция	22	5,20	38,172	112,04
Италия	43	4,50	30,231	75
Россия	45	4,50	7,742	50 (с учетом курса валют на 2015 г.)

Согласно рейтингу конкурентоспособности российских отраслей, предприятия промышленности строительных материалов (ПСМ) по уровню производительности труда находятся на 8 месте. Прежде чем выявить причины столь низкой производительности труда следует в нескольких словах описать специфику отрасли. С одной стороны, развитие ПСМ зависит от масштабов строительства в стране, с другой – посредством качества своей продукции ПСМ влияет на развитие других отраслей. Так, ее продукция материал-, топливо-, энерго- и трудоемка, что является ограничителем осуществления ресурсосберегающих программ в строительной отрасли.

Проанализируем причины низкой производительности труда в ПСМ на примере одного предприятия - ОАО «Белгородасбестоцемент», занявшего 25 место по уровню производитель-

ности труда среди предприятий ПСМ в 2015 г. [5]. По характеристикам частного нельзя судить об общем. Но проблемы данного предприятия типичны для отрасли в целом.

В целом за период 2011-2015 гг. рост объемов производства составил 1,78 %, выручка снизилась на 0,5 %, несмотря на рост цен (табл. 2). Однако этот рост не был неравномерным. Так, в 2012 г., 2014 г. и 2015 г. имело место снижение объема производства в стоимостном выражении по сравнению с предыдущими годами на 1,8 %, 2,3 % и 1,5 % соответственно. В 2013 г. рост объемов производства составил 7,6 %.

Снижение объемов производства и выручки можно объяснить снижением спроса на продукцию отрасли в связи с падениями объемов строительных работ в период кризиса. Из-за снижения доходов населения падение спроса на жилье за 9 месяцев 2016 г. составило 23 % [6], что дает

основание ожидать дальнейшее снижение объемов производства в ПСМ в ближайшей перспективе.

Второй причиной снижения производительности труда является ухудшение технического состояния оборудования, о чем свидетельствуют (табл. 2).

Таблица 2

Некоторые экономические показатели деятельности ОАО «Белгородасбестоцемент»

Наименование показателя	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Товарная продукция, млн. руб.	1402,9	1378,6	1483,5	1449,0	1427,7
Выручка, млн. руб.	1217,03	1236,93	1257,17	1259,40	1211,65
Прибыль от продаж, млн. руб.	9,223	78,049	151,514	145,389	106,138
Чистая прибыль, млн. руб.	52,330	16,671	86,554	95,973	40,574
Себестоимость товарной продукции, млн. руб.	1192,2	1142,1	1128,2	1073,8	1069,8
Затраты на 1 руб. товарной продукции, руб.	0,85	0,83	0,76	0,74	0,75
Среднесписочная численность ППП/ рабочих, чел.	865/686	829/657	766/600	754/576	711/538
Производительность труда ППП, тыс. руб./ чел.	1621,85	1662,96	1936,68	1921,75	2008,02
Производительность труда 1 рабочего, тыс. руб./чел.	2045,04	2098,32	2472,50	2515,62	2653,72
Среднемесячная заработная плата на 1 работающего, руб./ чел.	21970	21970	23943	25318	26716
в т.ч. ППП, руб./ чел.	22236	22236	24262	25637	27051
рабочих, руб./ чел.	19685	19688	21467	22484	23406
Среднегодовая стоимость основных средств, тыс. руб.	287761	316834	326490	343041	349918
в т.ч. активная часть	180122	204441	209166	215753	222242
Фондоотдача, тыс. руб./ тыс. руб.	7,80	7,31	7,73	7,67	7,37
Фондоемкость, тыс. руб./ тыс. руб.	0,13	0,136	0,129	0,13	0,136
Фондовооруженность, тыс. руб./чел.	332,67	382,19	426,23	454,96	492,15
Индекс роста ОПС	1,08	1,04	1,01	1,04	1,02
Коэффициент обновления ОПС, %	16,5	4,7	2,9	8,0	3,4
Коэффициент выбытия, %	2,7	0,3	1,3	4,0	1,5
Коэффициент износа основных средств, в т.ч. коэффициент износа оборудования	0,34	0,44	0,49	0,51	0,51
Коэффициент годности основных средств	-	0,57	0,63	0,65	0,63
Коэффициент годности оборудования	0,66	0,56	0,51	0,49	0,49
	-	0,43	0,37	0,35	0,37

- высокая степень износа оборудования - 50–60 % (она не должна превышать 50 %);

- невысокий коэффициент обновления (до 10 %), его снижение указывает на ухудшение технического состояния основных средств, низкую инновационную активность;

- превышение коэффициента обновления над коэффициентом выбытия, что свидетельствует об увеличении объема основных средств. Однако этот рост составил всего 2–4 %.

В целом, в ПСМ степень износа основных средств достигает 54 %, ежегодное их выбытие составляет около 2 %, а ввод в действие новых - около 1 %, что означает фактическое сокращение производственных мощностей [7, 8];

- снижение фондоотдачи на 5,5 % и рост фондоемкости указывают на то, что за рассмотренный период не наблюдалось улучшения использования основных средств;

- рост фондовооруженности составил 47,9 %, но он явился следствием сокращения

численности персонала и роста стоимости основных средств, но не ввода нового оборудования, новых линий по производству шифера и труб.

Согласно классическому условию эффективного производства темпы роста фондовооруженности труда должны отставать от темпов роста производительности труда. Как свидетельствуют данные, приведенные в табл. 2, в период 2011–2015 гг. темпы роста фондовооруженности и производительности труда в ОАО «Белгородасбестоцемент» были практически равны (что противоречит условию эффективности). В 2012 г. темп роста фондовооруженности составил 103 %, производительности труда – 102 %, в 2013 г. – 117 % и 116 % соответственно, в 2014 г. и 2015 г. наблюдался одинаковый темп роста обоих показателей – 102 % и 104 % соответственно.

Превышение фондовооруженности над производительностью труда или их равенство

неблагоприятно отразилось на фондоотдаче (сократилась на 5,5 %). Причинами, обуславливающими такое отставание, являются, на наш взгляд, немотивированный спад производства продукции, рост пассивной части основных производственных средств (ОПС), сокращение рабочих в составе промышленно-производственного персонала (ППП). К тому же за анализируемый период среднегодовая стоимость основных и оборотных средств, в том числе запасов постоянно возрастала. Это свидетельствует об отвлечении капитала предприятия, росте издержек на хранение запасов продукции.

Безусловно, высокий износ оборудования требует больших капиталовложений. К настоящему моменту для полного технического перевооружения отрасли требуются, по мнению

экспертов, примерно 25 млрд. долл. инвестиций. Минимальный масштаб инвестиционного проекта в зависимости от специфики производства – от 10 до 100 млн. долл. В силу малого масштаба у основной массы компаний (кроме цементной промышленности) такого объема собственных средств нет, а привлечение заемных блокируется непрозрачностью бизнеса (кроме ряда производств отделочных материалов). Безусловно, можно прибегнуть к кредитам, но в сложившейся ситуации на рынке заемных средств многим предприятиям кредит недоступен (табл. 3). Столь высокие ставки по сравнению с другими странами убийственны для отечественного бизнеса, поскольку ситуация на рынке заемных средств дает преимущества иностранным конкурентам, которые кредитуются под символический процент.

Таблица 3

Динамика ставки рефинансирования в разных странах [9]

Банк (страна)	Процентная ставка			2017 г (март)
	2014 г	2015 г	2016 г	
Россия рефинансирования ключевая	8,25	8,25	10,0	10,0
	10,5	11,0	10,0	10,0
Европейский Центральный банк	0,75	0,05	0,05	0,0
Банк Англии	0,5		0,25	0,25
Дания	0,0		-0,5	-0,75
Федеральный резерв	3,25	0,5	0,5	1,0
Банк Канады	2,4	0,5	0,5	0,5
Китай	5,31	4,6	4,35	4,35
Банк Японии	1,72	0,1	-0,1	-0,1
Республика Корея	5,65	1,5	1,5	1,25

Однако, помимо вышеперечисленного, проблема затруднения модернизации производства состоит еще и в том, что отечественное машиностроение практически не выпускает оборудования для предприятий ПСМ, а импортные аналоги слишком дороги. К тому же специфика оборудования для ПСМ в том, что его нельзя отнести к группе серийных, поскольку разработка и дальнейший монтаж осуществляются с учетом особенностей технологии, используемого сырья, климатической зоны, ландшафта и т.п.

Третья причина – это старение кадров и длительная «пауза» в замещении их молодыми специалистами. За период 2011–2015 гг. не было принято ни одного выпускника вузов, колледжей или ПТУ. Особенно это касается высококвалифицированных кадров. Одна из причин – отсутствие мотивации.

Самым действенным стимулом для притока молодых специалистов является заработная плата, поскольку именно она обеспечивает чувство стабильности и защищенности у работника. В среднем, белгородец тратит в день

979,1 руб., следовательно, его заработная плата должна составлять 30 тыс. руб. Заработная плата рабочих в ОАО «Белгородасбестоцемент» не превышала за исследуемый период 24 тыс. руб.

Система «правильного» сочетания заработной платы и стимулирующих надбавок, на наш взгляд, может способствовать притоку молодых высококвалифицированных кадров и, соответственно, росту производительности труда. Как показала практика, использование комбинированных систем оплаты труда повышает прибыль предприятия от 5 до 50 %, а доходы сотрудников на 3–30 % [10, 11]. Безусловно, работник получает возможность заработать большее количество денег, но при условии достижения предприятием высоких итоговых результатов, на которые он может повлиять и за которые несет ответственность. К тому же, эта система позволяет получить мотивированных сотрудников: люди стараются сделать больше, чтобы больше заработать, но тех, кто не выдерживает конкуренции, заменяют новые сотрудники с

подходящей философией. По оценкам экспертов, именно эта система способствует сокращению текучести кадров на 70–75 % [12].

К причинам снижения производительности труда можно отнести и рост цен на продукцию естественных монополий, рост цен на сырье. Как было показано, продукция ОАО «Белгородасбестоцемент» является энергоемкой - в среднем доля затрат на топливно-энергетические ресурсы в материальных затратах составляет около 25 %. К тому же в перспективе имеются риски роста тарифов на электроэнергию.

Рост цен на сырье обусловлен тем, что разработка отечественных месторождений связана не только с геологическими ограничениями, она сопровождается высоким уровнем затрат на освоение, создание инфраструктуры, соответствующей современным экологическим нормам с учетом размещения отходов производства.

Заключение. Исследование показало, что к факторам, сдерживающим рост производительности труда в ПСМ, следует отнести: высокую степень износа оборудования; старение кадров и нехватку молодых квалифицированных кадров; отсутствие стимулов для привлечения молодых специалистов; рост цен на сырье и энергоносители; недостаточное количество финансовых ресурсов для полноценного технического перевооружения в условиях малого размера предприятий. Поэтому у предприятий в условиях инвестиционной непривлекательности отрасли в силу ее непрозрачности выход один - объединяться в холдинги по принципу «Евроцементгрупп».

Предложения, касающиеся роста производительности труда можно разбить на две группы: долгосрочные и краткосрочные.

К предложениям долгосрочного характера относятся:

а) модернизация, комплексное перевооружение, выпуск новых продуктов, внедрение высокотехнологичных процессов, требующих весомых капиталовложений;

б) возрождение системы повышения квалификации согласно новому профессионально-компетентностному подходу, поскольку высокий уровень квалификации и образования, профессиональная мобильность работников, способность к генерированию новых знаний и информации становятся главным конкурентным богатством компании.

К краткосрочным мерам следует отнести изменение модели мотивации труда, при которой рабочим было бы выгодно повышать квалификационный уровень.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грейсон Д., О'Делл К. Американский менеджмент на пороге XXI века. М.: Экономика, 1991. 320 с.
2. Зотов А.В., Попков М.В. Философия производительного труда. Н. Новгород: изд-во ННГУ, 2006. 124 с.
3. Всемирный экономический форум: Рейтинг глобальной конкурентоспособности 2016–2017 [Электронный ресурс]. URL: <http://gtmarket.ru/news/2016/09/28/7304> (дата обращения 20.03.2017).
4. Список стран по ВВП на душу населения [Электронный ресурс]. URL: <http://investorschool.ru/spisok-stran-po-vvp-na-dushu-naseleniya-2016> (дата обращения 20.03.2017).
5. Главные итоги: Всероссийская премия «Производительность труда: лидеры промышленности России - 2015» [Электронный ресурс]. URL: http://www.up-pro.ru/library/production_management/prodactivity/itogipremii2015.html (дата обращения 31.10.2016).
6. Бюллетень социально-экономического кризиса в России [Электронный ресурс]. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/8353.pdf> (дата обращения 30.10.2016).
7. Обзор российского рынка строительных материалов [Электронный ресурс]. URL: <http://inec.ru/consalting/marketing-researches/branch-reviews/stroy.php> (дата обращения 30.10.2016).
8. Рудычев А.А., Лычев А.Ю. Методы оценки эффективности функционирования предприятий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. №3. С. 120–124.
9. Таблица процентных ставок мира [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fxstreet.ru.com/economic-calendar/interest-rates-table/> (дата обращения 20.03.2017).
10. Ратнер Г. Современные системы оплаты труда [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cfin.ru/management/people/motivation/> (дата обращения 26.05.2016).
11. Бездудный Ф.Ф., Друзгальская Н.М., Любименко А.И. Рост производительности труда как одна из форм инвестиций в повышение эффективности функционирования предприятия // Инновации. 2008. №11 (121). С. 88–90.
12. Егоров А.В. Управление затратами на предприятиях промышленности строительных материалов в условиях нестабильной экономической среды // Экономические науки. 2014. №

12. С. 2397 – 2397 [Электронный ресурс]. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36702> (дата обращения: 20.03.2017).

13. Производительность труда в России и в

мире. Влияние на конкурентоспособность экономики и уровень жизни // Аналитический вестник. 2016. № 29 (628). 78 с. [Электронный ресурс].

Chizhova E.N., Balabanova G.G.

**PRODUCTIVITY AS A CRITERION OF THE LEVEL OF DEVELOPMENT
ENTERPRISES OF CONSTRUCTION MATERIALS INDUSTRY**

Currently, the problem of increasing the productivity acquired the status of national programmes, since the level of development of the economy, its growth rate is directly dependent on factors determining productivity. This article identifies the reasons for the decline in labor productivity in the building materials industry. Revealed reserves of growth, the relationship between the growth rates of labor productivity and the degree of wear of equipment, wages, measures of increasing productivity in the industry.

Key words: *productivity, depreciation of equipment, capital intensity, capital productivity, training.*

Чижова Елена Николаевна, доктор экономических наук, профессор кафедры теории и методологии науки.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: chizhova_elena@mail.ru

Балабанова Гульнара Гусейновна, доцент кафедры теории и методологии науки.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: gulnara.balabanova@yandex.ru

Дорошенко Ю.А., д-р экон. наук, проф.,
Малыхина И.О., канд. экон. наук, ст. преп.,
Брежнев А.Н., канд. экон. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МОДЕЛЬ ИНИЦИИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ АКТИВИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА*

imalykhina@inbox.ru

В современных условиях функционирования мировой экономической системы кластерный подход в обеспечении комплексного развития инвестиционно-инновационной деятельности регионов набирает все большую популярность. Объясняется это наличием положительного опыта применения данного подхода в развитых странах мира, которые доказали результативность использования сетевых структур в части укрепления конкурентных преимуществ не только отдельных региональных экономических систем, но и всего государства в целом. Так, применение кластерного подхода обеспечит гибкость и большую эффективность протекания инновационных процессов и осуществления инновационной деятельности в регионе, что приведет к повышению его инвестиционной привлекательности. При этом модель инициирования инвестиционных проектов может служить основой для реализации стимулов осуществления инвестиционно-инновационной деятельности в регионе для достижения целевых ориентиров стратегического развития региональной экономической системы, обозначенной в Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года.

Ключевые слова: модель, инициирование, проект, регион, инвестиционно-инновационная деятельность.

Введение. В условиях активно протекающих процессов глобализации и интеграции все экономические системы вне зависимости от размера и степени развития должны четко представлять свое место в системе мирового хозяйствования, максимально объективно оценивать свои силы и конкурентные преимущества, стремиться к достижению обозначенных в процессе целеполагания индикаторов стратегического развития в кратко-, средне- и долгосрочной перспективе, а также максимально эффективно реализовывать меры по стимулированию инвестиционно-инновационной деятельности как инструмента достижения социально-экономического благополучия.

При этом сегодня социальное и экономическое развитие регионов предопределено силой и эффективностью научно-исследовательского и инвестиционно-инновационного потенциалов, которые зависят от результатов научно-исследовательской деятельности, качества инвестиционных, материальных, технико-технологических, кадровых, информационных и иных ресурсов. Таким образом, научно-техническое и инновационное развитие региона зависит от генерации новейших знаний и технологий, а также от возможности максимально результативно их использовать.

Ученые выделяют 4 важнейших этапа при реализации инвестиционных проектов [2]:

- сбор, обработка и анализ информации;
- инициирование инвестиционного проекта;
- реализация инвестиционного проекта;
- завершение инвестиционного проекта.

В России активно изучаются проблемы инновационного и инвестиционного развития регионов, а также разрабатываются методологические подходы и методические инструменты для укрепления их инвестиционно-инновационного потенциала. Отметим, что сегодня наблюдается позитивная тенденция инновационного развития регионов, несмотря на недостаточно высокие показатели научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и невысокую результативность научно-исследовательских работ, а зачастую и полную невозможность применения полученных результатов. Стоит отметить существенную роль государства в поддержке перспективных инвестиционных проектов, связанных с внедрением инноваций [1]. Положительный результат от реализации подобных проектов связан с повышением конкурентоспособности наукоемкой продукции, в том числе в отрасли промышленности строительных материалов, с предоставлением дополнительных рабочих мест, наличием бюджетного эффекта и др. Постоянно меняющиеся условия развития региональных экономических систем, активная информатизация, информационная от-

крытость и стремительный обмен информацией требуют не только совершенствования теоретико-методологических подходов к управлению инновационной деятельностью региона, но и применение модели инициирования инвестиционных проектов как инструмента активизации его инвестиционно-инновационной деятельности.

Методология. Отметим существенный вклад в формирование методологических подходов к управлению процессами инновационного развития региона следующих ученых: Л. И. Абалкина, А. Г. Гранберга, С.Ю. Глазьева, Ю.А.Дорошенко, И.В. Сомину, А. П. Егоршина, Д. С. Львова, Ф.С. Тумусова, В.Д. Андриянова, В.Ю. Катасонова, А.Я. Быстрыкова и других.

Исследованием аспектов стимулирования инвестиционного развития экономики региональной экономической системы и укреплением его инвестиционного потенциала занимались такие ученые, как Й. Шумпетер, П. Друкер, Я.Д. Вишняков, В.Н. Гунин, Н.Д. Кондратьев, Л.Г. Матвеева, О.П. Молчанова, А.В. Сурин, И.Л. Туккель, Л.А. Аюшеева, А.А. Рудычев, Е.Н. Чижова, А.И. Николаев, Е.А. Монастырский, С.А. Трухина, Л.Ф. Шабайков и другие.

Основная часть. Сегодня учеными убедительно доказано, что развитие региональной экономической системы сопряжено с развитием инноваций, генерируемых объектами инновационной деятельности, расположенных на территории этого региона. При этом созданные и впоследствии коммерциализированные инновации являются важным инструментом обеспечения конкурентоспособности региона.

Анализируя сущность данной экономической категории, представляется важным определить региональную конкурентоспособность как комплекс эффективных социально-экономических, технико-технологических, инвестиционно-инновационных, культурных, правовых и иных инструментов и механизмов регионального развития, которые способны устойчиво взаимодействовать с другими региональными экономическими системами с целью генерации и реализации новейших способов развития. Обозначенный комплекс инструментов и механизмов применяется для внедрения инноваций во всех видах региональной деятельности, что позволит реализовать потенциал региона и приведет к достижению целевых ориентиров его стратегического развития.

При создании благоприятных условий для реализации модели инициирования инвестиционных проектов необходимо выполнение следующих мер [3,7]:

- проведение анализа рынка;

- обеспечение наличия качественной сырьевой базы и ее доступности;
- оценка конкурентной среды региона;
- оценка текущей ситуации и перспектив реализации продукции в рамках территории обозначенной региональной единицы и за ее пределами;
- выбор формы реализации инвестиционного проекта [4];
- оценка возможностей получения государственных гарантий инвестиционного проекта;
- оценка возможностей привлечения и возврата заемных средств.

Ученые предлагают использовать следующую модель инициирования инвестиционных проектов, которая может быть трансформирована в зависимости от особенностей развития и потребностей региона [3, 7]:

1. Наличие сырьевой базы: регулирование взаимодействия инициаторов и исполнителей (в случае, когда это одно лицо) инвестиционного проекта с поставщиками сырьевой базы производится с использованием принципа вертикальной интеграции или путем заключения сделок на поставку необходимого объема сырья.

2. Конкурентная среда: полное отсутствие или наличие достаточного для эффективной реализации инвестиционного проекта.

3. Сбыт: гарантированный объем потребления продукции. Отношения с потенциальными потребителями продукции в рамках инвестиционного проекта могут регулироваться посредством предварительного заключения договоров на поставку.

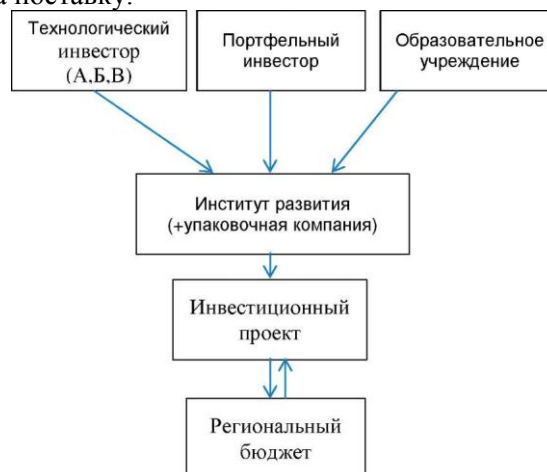


Рис. 1. Модель инициирования инвестиционных проектов [3, 7]

Отталкиваясь от анализа необходимых элементов модели инициирования инвестиционных проектов, автор предлагает ее в следующем виде (рис. 1) [3, 7]:

- Клиентоориентированность: в модели институт развития представлен вместе с «упаковочной компанией», которая собирает и разрабатывает структурированные инвестиционные предложения: на основе анализа рынка разрабатывается бизнес-план с подробным обоснованием технико-экономических показателей реализации инвестиционного проекта.

- Межведомственное взаимодействие: важно разделить функциональные обязанности, зоны ответственности, процедуру обмена информацией и установление обратной связи, а также разработать нормативно-правовые меры, регламентирующие взаимодействие между институтами развития региона.

- Игнорирование портфельных инвесторов: успех реализации инициирования инвестиционного проекта заключается в абсолютном удовлетворении интересов портфельного инвестора.

- Кадровое обеспечение инвестиционных проектов можно обеспечить:

- привлечением профильного вуза к участию в инвестиционном проекте [8];
- реализацией совместных образовательных программ на базе сотрудничества отечественных и зарубежных вузов [6];
- научно-теоретическое обучение и практической подготовкой педагогического и научного коллектива, аспирантов и выпускников базе зарубежного вуза с целью обмена опытом и повышения квалификации [1].

- Интеграционно-адаптационные институты: призваны повысить результативность реализации инвестиционного проекта посредством взаимодействия с отраслевыми ассоциациями и партнерствами, бизнес-консультантами в части оценки целей, задач и средств институтами-интеграторами.

Отметим, что обеспечение инвестиционно-инновационного развития региона возможно благодаря интеграции трех факторов [5]:

- ✓ технологического: обеспечивается трансфер технологий из-за участия технологических инвесторов;
- ✓ финансового: государственная поддержка стратегически важных инвестиционных проектов и венчурное инвестирование;
- ✓ научного: интенсификация научно-исследовательской и инновационной деятельности.

В современных условиях развития мировой экономики, когда процессы интеграции протекают сверхбыстро, важно инновационную активность стимулировать не только инвестиционными ресурсами, но и социо-культурными

мерами, поддерживая творческий потенциал научных кадров.

Выводы. Таким образом, модель инициирования инвестиционных проектов может считаться инструментом активизации инвестиционно-инновационной деятельности региона, поскольку важнейшая роль в сбалансированном и комплексном развитии региональной единицы принадлежит инвестициям в инновации. Генерация инноваций и их последующая коммерциализация способствуют приросту новейших знаний и технологий, выпуску наукоемкой продукции, укреплению инновационного потенциала и повышению инвестиционной привлекательности.

**Статья выполнена в рамках поддержанного РФФИ научного проекта №16-12-31004.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорошенко Ю.А., Малыхина И.О. Важнейшие технологии развития инвестиционно-инновационной деятельности регионов России // Белгородский экономический вестник. Научно-информационный журнал. 2016. № 2 (82). С. 21-26.
2. Дорошенко Ю.А., Малыхина И.О. Теоретико-методологические подходы к определению основ развития инвестиционно-инновационной деятельности региона // Актуальные проблемы экономического развития: сб. докл. VII Междунар. заочн. науч.-практ. конф. БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 85-89.
3. Дорошенко Ю.А., Манин А.В. Технологии и актуальные модели инвестиционного развития регионов и городов Российской Федерации // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. №1. С. 78-84.
4. Дорошенко Ю.А., Сомина И.В. Моделирование результативности инновационной деятельности // Социально-гуманитарные знания. 2012. № 8. С. 172-177.
5. Кузык Б.Н., Яковец Ю.В. Россия 2010. Стратегия инвестиционно-инновационного прорыва. - М.: Экономика, 2011. - 426 с.
6. Литвак Д. Перспективы инновационной модели экономики России // Коммерсантъ. 2006. № 228(3559). С.13-14.
7. Манин А.В. Оптимизация модели инициирования инвестиционных проектов как фактор обеспечения сбалансированного развития инвестиционно-инновационной деятельности региона // Социально-гуманитарные знания. 2013. № 12. С. 388-396.
8. Некрасов Н.Н. Региональная экономика. М., 2008. 210 с.

Doroshenko Y.A., Malykhina I.O., Brezhnev A.N.**MODEL OF INITIATION OF INVESTMENT PROJECTS AS THE TOOL OF ACTIVIZATION OF INVESTMENT AND INNOVATIVE ACTIVITY OF THE REGION**

In modern conditions of functioning of world economic system the cluster approach to ensure the integrated development of investment and innovative activity of regions is gaining popularity. This is due to the presence of positive experience of application of this approach in the developed world, which have proved the efficiency of the network structures in terms of strengthening of competitive advantages not only the individual regional economic systems, but also the state as a whole. Thus, the use of the cluster approach will provide flexibility and greater efficiency of the innovation process and innovation activities in the region, which will increase its attractiveness. The model of initiation of investment projects can serve as a basis for the implementation of incentives for the implementation of investment and innovation activities in the region to achieve the targets of the strategic development of regional economic system, Strategy of innovative development of the Russian Federation for the period up to 2020.

Key words: *model, initiation, project, region, investment and innovative activity.*

Дорошенко Юрий Анатольевич, доктор экономических наук, Директор Института экономики и менеджмента, заведующий кафедрой Стратегического управления.

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

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

E-mail: imalykhina@inbox.ru

Малыхина Ирина Олеговна, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры Стратегического управления.

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

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

E-mail: imalykhina@inbox.ru

Брежнев Алексей Николаевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры Стратегического управления.

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

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

E-mail: brezhnev@live.ru

Глаголев С.Н., д-р экон. наук, проф.,
Бухонова С.М., д-р экон. наук, проф.,
Сидорин Ю.М., канд. экон. наук

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПРИНЦИПЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С УЧАСТИЕМ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

sofiabuh@mail.ru

В настоящее время инвестиционная деятельность российских предприятий приобретает четко выраженные региональные очертания. Важнейшие инвестиционные проекты, актуальные для динамичного социально-экономического развития страны, как правило, осуществляются на территориях одного или нескольких субъектов РФ. В ходе исследования уточнены принципы финансирования региональных инвестиционных проектов. Проанализированы существующие характеристики региональных инвестиционных проектов. Обоснована необходимость разработки и внедрения инновационных подходов финансирования региональной экономики. Охарактеризованы перспективные подходы регионального инвестиционного финансирования.

Ключевые слова: региональные инвестиционные проекты, инвестиционное кредитование, инновационные подходы формирования региональных инвестиционных проектов, региональное инвестиционное финансирование.

Введение. Вследствие объективно сложившегося территориального разделения труда объекты инвестиций в рамках инвестиционных проектов (ИП) в основном определены в соответствии с реальной территориальной специализацией и концентрацией производства, сложившейся в регионах на основе экономической целесообразности и эффективности в условиях современной «постиндустриальной» стадии развития страны, соответствующей шестому технологическому укладу. В то же время вопросы организации финансирования региональных ИП во многих случаях еще не решены, что требует их проработки на теоретическом уровне с последующим внедрением результатов исследований в хозяйственную практику.

По нашему мнению понимание принципов финансирования любого регионального ИП должно основываться на известном положении инвестиционной науки, в соответствии с которым источниками финансирования любых инвестиций выступают сбережения государства, финансовых организаций, коммерческих фирм и домохозяйств, превращающиеся с использованием определенных механизмов и технологий в объекты инвестиций [1]. Это означает, что реализация ИП в регионах должна происходить с привлечением диверсифицированных источников финансирования всех видов на базе вышеуказанных сбережений, при этом, в силу известных объективных факторов, доминирующее положение в осуществлении финансирования будут занимать финансовые организации, конкретно кредитные организации, играющие основную роль в поддержке ИП в регионах [2, 3].

Методология. Продвижение экономических реформ в России показало необходимость исследования региональных проблем народного хозяйства, что потребовало изучения особенностей региональной экономики и выявления ее роли в развитии страны. Согласно многочисленным трудам отечественных и зарубежных ученых, базирующимся на материалах хозяйственной практики, народное хозяйство функционирует наилучшим образом в том случае, если обеспечивается сбалансированность в решении общегосударственных и региональных задач экономического роста. Анализ показывает, что региональное управление способно реализовать ряд преимуществ по сравнению с управлением на федеральном уровне, к числу которых относятся близость к местным рынкам и приспособленность к запросам клиентуры, производство на основе привязки к производительным силам и ресурсам региона, исключение громоздких звеньев управления. В целом развитие региональной экономики 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 региональной экономики вообще, так и финансирования региональных инвестиционных проектов в различных формах в частности, в том числе, с участием кредитных организаций, что позволит решать в регионах комплекс экономических и социальных проблем.

Основная часть. Необходимо подчеркнуть, что в целом инвестиционная деятельность хо-

зяйствующих субъектов в российских регионах развивается достаточно динамично. Покажем это на примере двух соседних областей, Белгородской и Курской, входящих в Центральный

федеральный округ. В табл. 1 представлены данные по удельному весу указанных областей в общероссийских показателях [4].

Таблица 1

Удельный вес Белгородской и Курской областей в общероссийских основных социально-экономических показателях в 2015 году, в процентах

	Площадь территории	Валовой региональный продукт	Основные фонды на конец года	Объем отгруженных товаров в добыче полезных ископаемых	Объем отгруженных товаров обрабатывающих производств
Российская Федерация	100	100	100	100	100
Белгородская область	0,2	1,1	0,8	0,72	1,64
Курская область	0,2	0,5	0,4	0,40	0,43

Как видно Белгородская область имеет значительную долю в показателях народного хозяйства страны, при равенстве ее территории с территорией Курской области валовой региональный продукт региона превышает соответствующий показатель соседней области в 2,2 раза, основные фонды – в 2,0 раза, объем отгруженных товаров в добыче полезных ископаемых – в 1,8 раза, объем отгруженных товаров обрабатывающих производств – в 3,8 раза. Аналогичная ситуация сложилась и с точки зрения инве-

стиций в основной капитал (табл. 2) [4]. Анализ показывает, что в 2015 году в Белгородской области они превысили соответствующий показатель в Курской области в 2,1 раза, хотя с 2012 года по 2014 год имеет место сокращение инвестиций на 11,9 %. В тоже время структура инвестиций в основной капитал в Белгородской области является более сбалансированной, за счет существенной доли вложений в машины, оборудование и транспортные средства (табл. 3) [4].

Таблица 2

Инвестиции в основной капитал, миллиардов рублей экономических показателях в 2015 году, в процентах

	2011	2012	2013	2014	2015
Российская Федерация	11035,6	12586,1	13450,2	13902,6	14555,9
Белгородская область	125,9	136,8	129,4	120,7	146,4
Курская область	58,5	66,6	71,5	73,7	70,4

За период 2010-2015 годов удельный вес инвестиций в машины, оборудование и транспортные средства в общем объеме инвестиций в Белгородской области вырос в 1,3 раза, в то

время как в Курской области сократился в 1,7 раза, по стране в целом имеет место сокращение инвестиций в машины, оборудование и транспортные средства – в 1,1 раза.

Таблица 3

Инвестиции в машины, оборудование и транспортные средства, в процентах от общего объема инвестиций

	2010	2012	2013	2014	2015
Российская Федерация	37,9	37,6	38,8	36,3	34,7
Белгородская область	33,9	33,9	39,7	42,2	44,2
Курская область	38,7	48,7	38,3	37,3	23,3

Эти данные свидетельствуют о росте вложений в активную часть основного капитала в Белгородском регионе, что говорит о потенциально большей эффективности инвестиционных проектов в этом субъекте Российской Федерации. Далее рассмотрим распределение инвестиций в основной капитал по источникам финансирования (табл. 4) [4].

Как видно, доля собственных средств в финансировании инвестиций в Белгородской обла-

сти (53,4 %) превышает общероссийский показатель (50,2 %) и показатель Курской области (52,1 %), что говорит о более высокой надежности источников финансирования. Одновременно, в составе привлеченных средств в Белгородском регионе отмечается максимальная доля банковских кредитов (22,6 %) против соответственно 8,1 % по стране и 12,6 % по Курскому региону, это указывает на прозрачность финансирования и доверие со стороны кредитных ор-

ганизаций к субъектам инвестиционной деятельности. Сопоставление источников финансирования инвестиций в основной капитал в Белгородской области указывает на более высокое

качество инвестиционных проектов по этой составляющей. В плане видов экономической деятельности структура инвестиций выглядит так (табл. 5) [4].

Таблица 4

Распределение инвестиций в основной капитал в 2015 году по источникам финансирования, в процентах

	Собственные средства	Привлечённые средства	Из них кредиты банков	Из них бюджетные средства	Из них прочие привлечённые средства
Российская Федерация	50,2	49,8	8,1	18,3	23,4
Белгородская область	53,4	46,6	22,6	12,2	11,8
Курская область	52,1	47,9	12,6	17,7	17,6

Таблица 5

Инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности в 2015 году, миллионов рублей

	Всего	В том числе добыча полезных ископаемых	В том числе обрабатывающие производства	В том числе сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	В том числе строительство
Российская Федерация	14555902,0	2694438,4	2285152,6	538054,2	448668,4
Белгородская область	91646,6	28048,0	16821,3	13111,8	446,4
Курская область	55422,0	-	9215,1	8617,3	256,3

Данные показывают, что абсолютные величины инвестиций в основной капитал по различным видам экономической деятельности в Белгородской области превосходят аналогичные показатели в Курской области, в том числе по видам экономической деятельности, в обрабатывающих производствах – в 1,83 раза, в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве – в 1,52 раза, в строительстве – 1,74 раза. В свою очередь в Белгородской области инвестиции в основной капитал в добыче полезных ископаемых составили 30,6 % от общего объема инвестиций, в обрабатывающих производствах соответственно 18,4 %, в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве – 14,3 %, всего в вышеназванных видах экономической деятельности – 63,3 %. Закономерно, что наиболее значимые инвестиционные проекты реализуются на предприятиях, принадлежащих к этим видам экономической деятельности.

Так, компания «Металлоинвест» реализует проект по строительству третьего цеха горячебрикетированного железа на Лебединском ГОКе общим объемом инвестиций 650 млн. долларов. В настоящее время полностью смонтирована шахтная печь и основное оборудование, в котором происходит процесс производства брикетов, продолжается монтаж турбинного конвейера для доставки окатышей с фабрики окомкования на завод ГБЖ. Окончание проекта – начало 2017 года. Группа НЛМК осуществляет проект по

созданию фабрики окомкования на Стойленском ГОКе, здесь инвестиции составляют 680 млн. долларов. Предполагается организовать производство на уровне 6 млн. тонн окатышей с потенциальным выходом на 7,2 млн. тонн, что позволит заменить покупное сырье более дешевым отечественным и тем самым обеспечит импортозамещение. В конце ноября 2016 года состоялось открытие предприятия [5].

Следует отметить, что крупнейшие интегрированные корпоративные структуры АПК активно инвестируют на территории Белгородской области. В частности в 2015 году ООО «АХ «Мираторг»» осуществило инвестиции в предприятия агропромышленного комплекса в размере 62251,0 млн. рублей, что составило 105,4 % к уровню 2014 года, ОАО «Эфко» соответственно 4998,0 млн. рублей (224,6 % к уровню 2014 года), ООО ГК «Русагро» - 15000,0 млн. рублей (200,0 % к уровню 2014 года), ЗАО «Приосколье» - 6196,0 млн. рублей (164,7 % к уровню 2014 года) [6]. Таким образом, наблюдается существенный рост реализуемых инвестиционных проектов, как по количеству, так и по объему инвестирования.

Известно, что в определенной степени финансирование проектов предприятий может осуществляться за счет собственных средств, это уставный капитал, резервный капитал и чистая прибыль, остающаяся в его распоряжении после уплаты налогов и формирования фондов.

В то же время в современных условиях заметно растет роль заемного финансирования инвестиционного характера, причем для всех предприятий независимо от отраслевой и территориальной принадлежности, номенклатуры выпускаемой продукции, ориентации на внешние или внутренние рынки и т. д. Согласно данным Банка России совокупный объем кредитов в части корпоративного кредитного портфеля вырос за

2015 год на 7,6 процента и достиг 33,3 трл. руб. При этом драйвером роста совокупного кредитного портфеля явились кредиты, выданные на срок свыше трех лет, по состоянию на 01.01.2016 долгосрочные кредиты нефинансовым организациям увеличились на 19,4 % [7]. В табл. 6 приведены данные о кредитах банков в инвестициях предприятий всех форм собственности за последние годы [8].

Таблица 6

**Кредиты банков в инвестициях организаций всех форм собственности
финансирования, в процентах**

	01.01.2012	01.01.2013	01.01.2014	01.01.2015	01.01.2016
В млрд. руб.	725,7	806,3	1003,6	1098,7	849,8
В процентах к инвестициям	8,6	8,4	10,0	10,6	10,1

Как видно, абсолютные величины кредитов банков в инвестициях организаций всех форм собственности выросли с 01.01.2012 года по 01.01.2015 года в 1,51 раза, но на 01.01.2016 года по сравнению с предшествующим периодом они снизились на 22,7 %, что связано с увеличением

доли собственных средств предприятий в финансировании инновационно-инвестиционного развития. В то же время доли предоставляемых банками инвестиционных кредитов предприятиям находились 2016 году примерно на одном уровне (табл. 7) [9].

Таблица 7

Данные об объемах кредитов предоставленных организациям в 2016 году, в процентах

	01.08.2016	01.09.2016	01.10.2016	01.11.2016	01.12.2016
До 1 года	30,58	30,60	30,86	50,51	30,04
Свыше одного года	69,42	69,40	69,14	49,49	69,96

Они демонстрируют практически неизменные значения на уровне 69,14 % – 69,96 % за исключением данных на 01.11.2016 года, что, тем не менее, указывает на сложившиеся пропорции между инвестиционным кредитованием и кредитованием оборотных средств предприятий. Для банковского кредитования характерны глубокий анализ кредитной заявки предприятия, легитимность и прозрачность инвестиционного финансирования на всех этапах, снижение кредитных и инвестиционных рисков. Одновременно для принятия положительного решения кредитной организацией хозяйствующий субъект должен быть ликвидным, рентабельным, обладать сбалансированной структурой капитала. Банк, как правило, рассчитывает показатели NPV и IRR, изучает профиль проекта, требует полного обеспечения кредита. Ограничениями по развитию инвестиционного кредитования банков является и то, что хотя в структуре их пассивов сохраняется доля долгосрочных заимствований, в силу объективных факторов ресурсная база все же состоит из «коротких» депозитов юридических и физических лиц. Поэтому, предоставляя банкам ресурсную базу, предприятия тем самым формируют инвестиционные ресурсы кредитных организаций с точки зрения покрытия активов пассивами, наращивая при

этом их инвестиционный потенциал, как качественный источник финансирования инвестиционных проектов. Закономерно, что в настоящее время актуализируются задачи проработки и реализации инвестиционных проектов, причем в рамках совместной деятельности кредитных организаций и предприятий [10]. При этом указанные задачи имеют региональную специфику, проистекающую из объективно сложившегося территориального разделения труда, влияющего на отраслевые особенности экономики регионов, что, в свою очередь, формирует кредитную политику банков в части финансирования инвестиционных проектов [11]. Проведем сравнительный анализ кредитов предоставленных юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям по состоянию на 01.01.2017 года по стране в целом, Центральному федеральному округу и одному из достаточно эффективно развивающихся регионов Российской Федерации – Белгородской области (табл. 8).

Изучение данных таблицы показывает, что доля кредитов предоставленных хозяйствующим субъектам в Центральном федеральном округе в общем объеме кредитов по РФ составляет 55,85 %, в свою очередь соответствующий удельный вес кредитов в Белгородской области в абсолютной величине кредитов по стране –

0,55 %. Относительная величина предоставленных банками кредитов отражает, в том числе, фактическое состояние инвестиций в экономику Белгородской области со стороны банковского сектора. Учитывая, что территория Белгородского региона это лишь 0,2 % территории РФ, можно говорить об относительно благоприятном его положении в плане финансирования инвестиций и оборотных средств юридических лиц и предпринимателей со стороны кредитных орга-

низаций. В то же время анализ позволяет сделать вывод о том, что большая часть кредитов, в том числе, инвестиционных кредитов на территории Белгородской области предоставлена крупнейшими кредитными организациями из г. Москва и г. Санкт-Петербург и лишь небольшая часть - региональными банками, что связано, в том числе, с недостаточностью активов кредитных организаций зарегистрированных в Белгородской области (табл. 9).

Таблица 8

Кредиты, предоставленные юридическим лицам-резидентам и индивидуальным предпринимателям на 01.01.2017 года, в млн. руб.

	Всего	В рублях	В рублях в процентах от общего объема кредитов	В иностранной валюте	В иностранной валюте в процентах от общего объема кредитов
Российская Федерация	35579660	32395606	91,05	3184053	8,95
Центральный федеральный округ	19873017	18542422	93,30	1330594	6,70
Белгородская область	196549	188763	96,04	7786	3,96

Таблица 9

Величина активов кредитных организаций зарегистрированных в Центральном федеральном округе и Белгородской области на 01.01.2017 года, в млн. руб.

	Всего	В рублях	В рублях в процентах от общего объема кредитов	В иностранной валюте	В иностранной валюте в процентах от общего объема кредитов
Центральный федеральный округ	73466698	52113773	70,94	21352925	29,06
Белгородская область	10654	9812	92,09	842	7,91

Как видно совокупные активы Белгородских банков составляют всего лишь 0,015 % активов банковского сектора Центрального федерального округа. В настоящее время в области в полном объеме функционируют лишь три кредитных организации – ПАО УКБ «Белгородсоцбанк», ООО «Старооскольский коммерческий Агропромбанк» и АО «Вэлтон Банк». Исследование данных оборотных ведомостей по счетам бухгалтерского учета этих банков показало следующее. По состоянию на 01.01.2017 года в ПАО УКБ «Белгородсоцбанк» при общем объеме депозитов и прочих привлеченных средств на срок более одного года в размере 3882000 тыс. руб. было направлено в кредиты и прочие размещенные средства сроком более одного года 2325246 тыс. руб., в ООО «Старооскольский коммерческий Агропромбанк» соответственно 1077480 тыс. руб. и 1342389 тыс. руб., в АО «Вэлтон Банк» – 290521 тыс. руб. и 85884 тыс. руб. Это означает, что ПАО УКБ

«Белгородсоцбанк» с избытком покрывает предоставленные им инвестиционные кредиты долгосрочными источниками финансирования, то же можно сказать и о АО «Вэлтон Банк». Следует предположить, что ООО «Старооскольский коммерческий Агропромбанк» для обеспечения потребности клиентов в инвестиционном кредитовании использует наряду с долгосрочными депозитами и прочими привлеченными средствами собственные средства (капитал). Анализ также показал, что большую часть ресурсной базы анализируемых банков, которая может быть использована на цели долгосрочного инвестиционного кредитования составляют вклады физических лиц-резидентов РФ, у ПАО УКБ «Белгородсоцбанк» это 3088623 тыс. руб. (79,45 % всех «длинных» депозитов), у ООО «Старооскольский коммерческий Агропромбанк» 993773 тыс. руб. (соответственно 92,23 %).

Выводы. Представляется, что наращивание финансирования региональных ИП следует осуществлять с участием кредитных организаций. При этом возможна активизация следующих направлений организации финансирования ИП.

Во-первых, разработка перспективных региональных ИП с высокими значениями NPV и IRR и обоснование соответствующих бизнес-планов этих проектов, делающих их инвестиционно привлекательными для крупнейших российских банков, располагающих значительными инвестиционными ресурсами.

Во-вторых, докапитализация кредитных организаций, зарегистрированных на территории Белгородской области, с целью создания условий для пополнения их ресурсной базы за счет долгосрочных депозитов и прочих привлеченных средств, которые составят основу наращивания инвестиционного кредитного портфеля.

В-третьих, организация выпуска областных инвестиционных облигаций по типу известных за рубежом «инфраструктурных облигаций». В этом случае эмитентом долгосрочных долговых ценных бумаг выступает Белгородская область, одна из региональных кредитных организаций берет на себя функции организатора выпуска, андеррайтера, маркет-мейкера и т. д. Преимуществом таких ценных бумаг перед федеральными бумагами может стать то обстоятельство, что их доходность будет существенно выше, нежели проценты по срочным вкладам, бумаги станут ликвидными в любой момент времени за счет их обязательного выкупа банком маркет-мейкером, жители области смогут предметно отслеживать направления реализации региональных ИП, что будет способствовать доверию населения к предлагаемому долговому инструменту.

Полученные результаты исследований позволяют выработать методические подходы к формулированию принципов финансирования региональных ИП с участием кредитных организаций, что позволит наращивать инвестиции в субъектах федерации, как в целом, так и по видам экономической деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шарп У.Ф., Гордон Дж. А., Бэйли Дж. В. Инвестиции. М.: Изд. ИНФРА-М, 1997. 1024 с.
2. Doroshenko Y.A., Bukhonova S.M., Somina I.V., Manin A.V. Modernization of model for initiation of investment projects as a factor of balanced maintenance of region's investment-innovation activity // Journal of Applied Engineering Science. 2014. Volume 12. № 4. P. 265-272.
3. Doroshenko Y.A., Bukhonova S.M., Somina I.V., Manin A.V., Minaeva L.V. The assessment of the sector R&D potential: on the example of the Belgorod region // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER). 2014. Vol. 9. № 22. P. 16871-16880.
4. Регионы России. Социально-экономические показатели 2016: Р32 Стат. сб. / Росстат. М., 2016. 1326 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru>
5. Крупнейшие инвестиционные проекты Черноземья – 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.abireg.ru>
6. Рейтинг компаний АПК // Эксперт. 2016. № 40. С. 38–51.
7. Отчет о развитии банковского сектора и банковского надзора в 2015 году. М.: Банк России, 2016. 122 с.
8. Обзор банковского сектора Российской Федерации (интернет-версия). февраль 2017 года. № 172. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cbr.ru>
9. Банк России. Статистика. Банковский сектор. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cbr.ru>
10. Дасковский В., Киселев В. Взаимоотношения реального и банковского секторов экономики. Экономист. 2016. № 1. С. 15–29.
11. Региональные кредитные рынки: анализ тенденций развития, ценовых и неценовых условий банковского кредитования (VI межрегиональное совещание) // Деньги и кредит. 2015. № 7. С. 76–77.

Glagolev S.N., Buhonova S.M., Sidorin Y.M.

THE PRINSIPS OF FINANCING OF REGIONAL INVESTMENT PROJECTS VIS CREDIT ORGANISATIONS PARTICIPATION

Currently, the investment activities of Russian enterprises have taken expressive regional specific features. The mains investment projects of actual social and economical development of country have been realizes on the territories of subjects of federation. The current specific features of regional investment projects have been studied. The necessity for the development and introduction of innovative approaches of financing for region economic has been substantiated. Some perspective approaches for regional investment financing have been characterized.

Key words: regional investment projects, investment crediting, innovative approaches of development of regional investment projects, regional investment financing.

Глаголев Сергей Николаевич, доктор экономических наук, профессор, ректор.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Бухонова София Мирославовна, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой финансового менеджмента.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: sofiabuh@mail.ru

Сидорин Юрий Михайлович, 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: YSidorin@rambler.ru

¹Герасименко О.А., канд. экон. наук, доц.²Авилова Ж.Н., канд. соц. наук, доц.¹Семибратский М.В., канд. экон. наук, доц.¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет²Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ ИНТЕРЕСЫ КОНЦЕПЦИИ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА ПРОЕКТОВ В АВТОДОРОЖНОЙ СФЕРЕ

gerasimenko@bsu.edu.ru

Изменение акцентов транспортной политики в направлении рыночных подходов означает радикальное изменение роли государства. Частные компании могут взять на себя больше функций по обеспечению, предоставлению и финансированию транспортных услуг и транспортной инфраструктуры посредством механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП).

Таким образом, роль государства как поставщика или регулятора объемов услуг будет снижаться, однако его значимость в обеспечении отраслевого планирования, создании конкурентной среды и защиты экологических и социальных интересов будет возрастать. Стратегические и институциональные механизмы будут продолжать играть важнейшее значение, и общие направления транспортной политики должны акцентироваться в процессе планирования и разработки политики в транспортном секторе.

Ключевые слова: *государственно-частное партнерство, проект, инфраструктура, концессия, автодорожная сфера.*

Введение. Анализ эффективности затрат остается ключевой составляющей при распределении государственных ресурсов. При этом, однако, потребуются и новые навыки. Государству также необходимо установить эффективные сборы за использование государственных объектов инфраструктуры, поддерживать конкурентную среду и развивать потенциал дорожного агентства применительно к новым функциям, которые приобретают все большее значение. Необходимо расширить участие общественности и пользователей дорог в принятии решений, в особенности применительно к минимизации социальных и экологических последствий, а также другим аспектам, посредством обеспечения адекватных социальных и природоохранных гарантий.

Что касается проектов ГЧП, социально экономические критерии являются необходимым, но не достаточным условием. В дополнение к социально-экономическим факторам, выбор проектов ГЧП будет зависеть от их приемлемости для банковского финансирования, т.е. от того, являются ли ключевые характеристики проекта достаточно благоприятными для вложения частным сектором средств в совместный инвестиционный фонд и предоставления кредитов на обоснованных и приемлемых условиях. Приемлемость для банковского финансирования определяется фактором финансовой жизнеспособности и рисками, связанными со спросом, взиманием платы за проезд по дорогам, строительными

расходами, необходимостью изъятия земельных участков, социальными и природоохранными гарантиями и различными иными видами рисков и обстоятельствами проекта, оказывающими влияние на государственный и частный сектора [1, 2].

Методология. Основанием для исследования проблемы развития государственно-частного партнерства послужили фундаментальные труды классиков научной мысли по широкому спектру проблем, а также современные работы зарубежных и отечественных ученых по вопросам функционирования и развития сотрудничества бизнеса и государства.

В процессе исследования были использованы диалектический метод, предопределяющий изучение явлений в их постоянном развитии и взаимосвязи. В работе применялись также методы ситуационного, структурно-функционального, экономико-статистического, компаративного анализа, табличная и графическая интерпретация эмпирико-фактологической информации.

Основная часть. Автомобильные дороги относятся к числу важнейших государственных активов, однако их финансирование зачастую не достаточно и его сложно изыскивать. Развитие дорог не является достижением как таковым, а скорее обеспечивает возможности для оказания услуг населению. Это не вносит прямой вклад в общее развитие, но, при этом, закладывает необходимые основы для экономического роста и

общественного благосостояния. Кроме того, автомобильные дороги имеют важнейшее значение для логистики и являются необходимым условием для эффективного функционирования других компонентов транспортной системы (включая железные дороги, аэропорты, порты и т.д.).

Первое решение, которое должно быть принято Дорожным агентством и (или) государственными транспортными ведомствами, касается распределения средств. Необходимо определить баланс между:

- первоначальными инвестиционными (строительными) и (или) эксплуатационными затратами;

- управлением спросом или предложением.

Основы политики планирования, включающая анализ дорожной сети, имеет большое значение для оптимизации выгод и минимизации расходов на развитие дорог. Компонентами такого планирования должны являться, как минимум:

- определение необходимого уровня развития дорожной сети, включая потребности в объектах инфраструктуры и содержании дорог;

- разработка среднесрочной программы «проектов или мероприятий» в секторе автомагистралей, которая охватывает пути сообщения, региональные дорожные сети и работы по содержанию дорог;

- четкое определение экономической осуществимости и первоначальных взаимосвязей между возможностями ГЧП и инвестиционными мероприятиями в секторе автомагистралей [3].

В целях обеспечения взаимодополняемости и эффективного функционирования всех элементов планирования Дорожная администрация должна разработать четкие процедуры выполнения своих функций по планированию. Это включает составление перечня задач; определение сроков выполнения и назначение конкретных должностных лиц и организаций, ответственных за выполнение этих задач. Данные процедуры предусматривают как внутренние действия (сбор данных, проведение анализа, подготовка планов и т.д.), так и действия, требующие внешних контактов (общественные слушания, координация с другими ведомствами, реагирование на жалобы и т.д.). Руководящие работники Дорожной администрации отвечают за информирование всех заинтересованных об этапах процесса, а также за обеспечение своевременного выполнения требуемых мероприятий и достижение поставленных целей.

Кроме разработки и исполнения четких процедур, успешно функционирующее ведомство регулярно проводит анализ и оценку процессов и их результатов и находит способы их совершенствования. Для этого требуется определение результативности процесса по соответствующим категориям, таким как временной цикл, уменьшение объемов образования отходов, качество продукции, удовлетворенность потребителей, своевременность и точность.

В случае партнерства государства и частного бизнеса роль пользователей дорог отличается от их роли в рамках традиционного контракта. При традиционном контракте цепочку действий можно проиллюстрировать следующим образом на рис.1 [4].

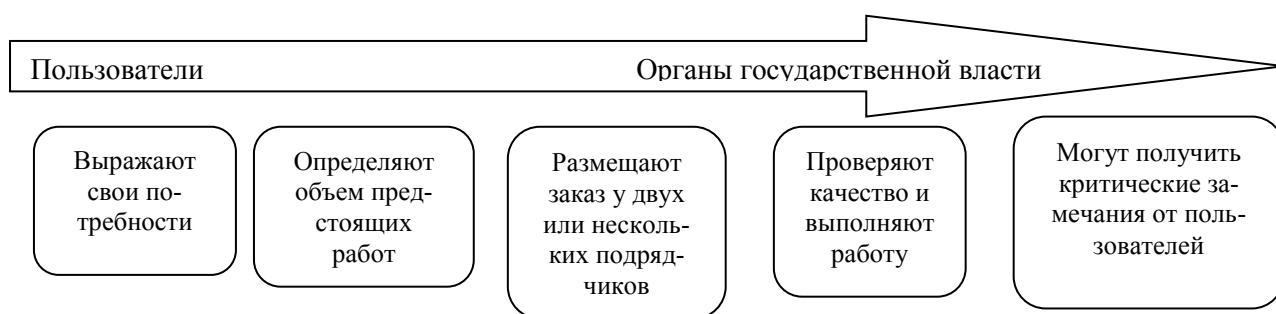


Рис. 1. Схема традиционного контракта

В рамках партнерства государства и частного бизнеса, в идеале, последовательность дей-

ствий, по мере возможности, представлена на рис.2.

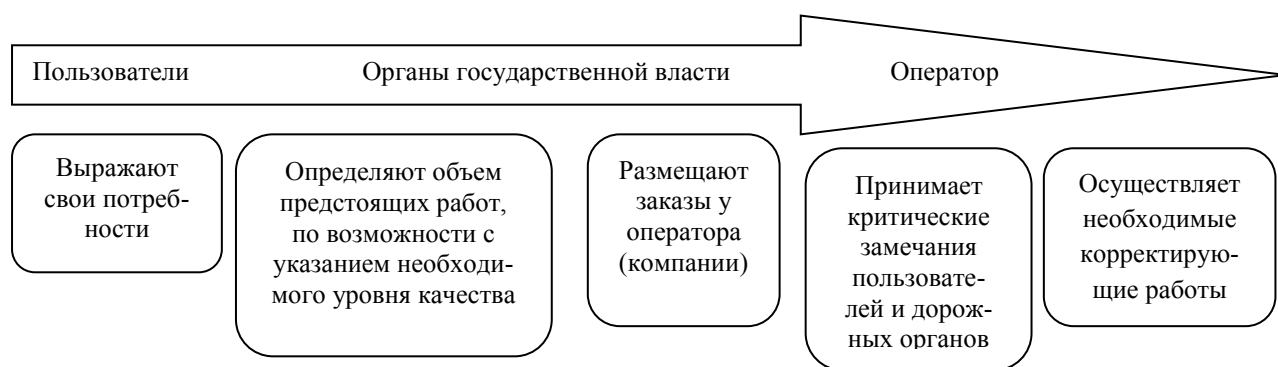


Рис. 2. Схема ГЧП проектов

Во второй схеме дорожные администрации отвечают за организацию свободного выражения мнений общественностью и (или) пользователями дорог (книги жалоб, проверки и т.д.). Это является одной из задач регулирования (технические аспекты).

Роль государственного сектора в ГЧП меняется: функции по обеспечению трансформируются в функции по содействию. Ключевым элементом любой национальной или субнациональной стратегии ГЧП становится разработка концепции ГЧП. Опыт ГЧП в мире свидетельствует о целесообразности, если даже не о важнейшем значении соответствующей методики с целью формирования доверия и понимания со стороны всех участников процесса партнерства государства и частного бизнеса. Это относится как к государственным организациям, так и к их партнерам, представляющим частный сектор. Нижеследующие компоненты составляют методику развития процесса партнерства государства и частного бизнеса, направленную на ускорение подписания соглашений о ГЧП (итог транзакции ГЧП) и выполнения финансовых операций (итог финансирования). В данном разделе представлена общая комплексная концепция ГЧП [5].

Данная основы политики включает набор правил, дающих чувство уверенности государственному сектору, который должен реализовывать данные правила, а также частному сектору, которому предстоит инвестировать денежные средства и время. Данные правила направлены на обеспечение достижения своих целей обоими сторонами в рамках приемлемых границ. Концепция ГЧП не претендует на идеальность и не является некой инструкцией, которая незамедлительно подлежит исполнению в полном объеме. В основу политики представлен инструментарий, который, как считается, будет способствовать развитию партнерства государства и частного бизнеса, по крайней мере, в краткосрочной или среднесрочной перспективе. При постановке своих целей разработчики стратегии ГЧП должны делать акцент на развитие программ партнерства государства и частного бизнеса,

которые могут быть реализованы и которые не создадут неприятных сюрпризов по прошествии нескольких лет реализации.

Выбор проектов, приемлемых для банковского финансирования, имеет важнейшее значение для успешной реализации проектов партнерства государства и частного бизнеса, которые предусматривают проектное финансирование. Тем не менее, поскольку понятие «приемлемость для банковского финансирования» во многом зависит от ограничений и возможностей определения, как проекта, так и условий его реализации, «приемлемые для банковского финансирования» проекты либо не существуют, либо все проекты можно считать «приемлемыми для банковского финансирования».

Например, если частный сектор должен финансировать расходы на изыскания, отведение земельного участка и строительные работы на том основании, что он должен взять на себя все риски, связанные с планированием, и может вернуть капиталовложения только при помощи повышения размера оплаты даже в том случае, если действуют предельные уровни оплаты и все прогнозы указывают на то, что объем транспортного потока будет низким, то, вероятно, ни один проект не будет считаться приемлемым для банковского финансирования. С другой стороны, если государственный сектор берет на себя все риски, связанные с планированием, покрывает превышение затрат и согласен компенсировать расходы частного сектора по принципу «себестоимость плюс сбор», практически все проекты могут считаться приемлемыми для банковского финансирования [6].

Таким образом, приемлемость для банковского финансирования устанавливается исходя из принципа определения проекта (например, проект начинается после отвода земельного участка государственным сектором после завершения процесса планирования) и вводимых ограничений или предоставляемых стимулов касательно реализации посредством концессионного соглашения или в соответствии с нормативными актами. Это означает, что многие про-

екты могли бы быть приемлемыми для банковского финансирования при качественном определении и при предоставлении достаточных стимулов в действующих условиях. Таким образом, процедура выбора проектов, приемлемых для банковского финансирования, предполагает выбор проектов, которым можно обеспечить серьезные шансы на успех за счет предоставления достаточных стимулов в рамках государственной поддержки и нормативных актов, при одновременном поддержании этих стимулов в приемлемых пределах и в соответствии с целями передачи рисков.

Государственная поддержка проекта ГЧП может предоставляться в различных формах, и ее главным предназначением является содействие финансированию проекта. Механизмы и уровень предоставляемой поддержки зависят от рисков, связанных с передачей объекта частному сектору и требований по финансированию проекта по мере определения структуры распределения рисков. Тем не менее, данные механизмы не включают структуры, предусматривающие 100 % ответственность государственного сектора за финансирование или возмещение затрат.

Прямая финансовая поддержка в форме дотаций, субсидирования капитальных и операционных расходов, налоговых каникул, предоставления земельных участков и существующих дорог, освобождение от уплаты НДС и др.

Прямая государственная финансовая поддержка предусматривает механизмы, которые становятся частью проектного финансирования, или механизмы получения доходов. Такая поддержка может предоставляться в следующих формах [7]:

- капитальное финансирование в виде дотаций или капитальных субсидий, акционерного капитала или субординированных кредитов, точная форма которых зависит от структуры проекта, амортизационных аспектов, схем распределения прибыли и т.д. ;
- субсидирование операционных затрат в форме выплат в зависимости от транспортных потоков или в виде фиксированных ежегодных взносов;
- опосредованные финансовые взносы могут осуществляться вместо финансирования капитальных расходов в отношении предоставления, например, земельных участков или подъездных дорог и развязок или же, возможно, в отношении некоторых видов деятельности.

Видами нематериальной поддержки является введение ограничений на использование существующих параллельных дорог (например, ограничения по весу при перевозках на большие

расстояния), на создание новых параллельных (бесплатных) дорог, введение оплаты на подъездных дорогах, существенные изменения в законодательстве или нормативных правовых актах, влияющие на экономику проекта и т.д.

Большинство позиций нематериальной поддержки являются в значительной степени специфичными для конкретных проектов и (или) сложными для определения при разработке проекта и формировании партнерства государства и частного бизнеса. Если, например, государственный сектор может смириться с последствиями в случае создания параллельных дорог, он никогда не может полностью гарантировать, что такие дороги не будут построены. Это означает, что если невозможно избежать строительства, то партнеры в конструктивной манере пересмотрят свои взаимоотношения по контракту, тогда как масштаб такого пересмотра будет зависеть от качества и влияния других форм поддержки, которая могла быть предоставлена. На рисунке 3 в схематической форме сопоставлены различные формы государственной поддержки проектов ГЧП.

Наиболее распространенной формой государственной поддержки в виде условных обязательств является гарантия, которая в широком смысле означает обязательство по принятию рисков или, более конкретно, «контрактное соглашение, по которому третья сторона (гарант) соглашается выполнять финансовые или иные обязательства стороны, на которую распространяется гарантия (главного должника) перед другой стороной (получателем) в случае дефолта главного должника» [8].

Другими инструментами поддержки в форме условных обязательств являются, помимо прочего, схемы государственного страхования, неотложная финансовая помощь субнациональным организациям или финансовой системе и оказание помощи в преодолении чрезвычайных ситуаций. Гарантии могут быть структурированы применительно к долговым обязательствам, валютным операциям, спросу, строительным расходам, процентным ставкам и т.д.

Гарантии отличаются друг от друга в зависимости от вида рисков, от которого они обеспечивают защиту, а также по соотношению стоимости обязательств, которые они покрывают. Следовательно, существуют гарантии в отношении политического и регуляторного риска, валютного риска, форс-мажора, риска изменения процентной ставки, риска дефолта, кредитного риска, риска, связанного со стоимостью строительства, риска изменения спроса и многих других рисков. Одновременно с этим, гарантии подразделяются на полные и частичные гаран-

тии в зависимости от уровня поддержки, которую государство считает возможным предоставить, и степени подверженности риску, который государство готово на себя взять. Наиболее распространены следующие виды гарантий [9,10]:

- частичные гарантии рисков, связанных с конкретными проблемами в стране осуществления проекта;
- частичные кредитные гарантии, которые обеспечивают выплату долговых обязательств на определенные периоды погашения или по определенному соотношению общих кредитных обязательств в случае невыполнения проекта вследствие различных рисков;
- гарантии с полным покрытием, которые обеспечивают покрытие от всех рисков и когда гарант обязуется полностью погасить обязательства проекта кредитору в случае невыполнения обязательств вследствие любого риска;
- встречные гарантии, когда правительство обязуется компенсировать внешнему гаранту все суммы, израсходованные в связи с востребованием гарантии.

При этом могут использоваться следующие формы вышеупомянутых гарантий:

- гарантии по капиталу: государство может согласиться выкупить субъект частного сектора при определенных обстоятельствах по цене, обеспечивающей минимальную доходность;

- долговые гарантии: государство соглашается предоставить гарантии по всем или по определенной части требований по обслуживанию долга или рефинансированию долга на момент истечения срока погашения в случае точечного погашения. Данная гарантия может быть востребована в силу любых причин или в отношении некоторых четко определенных обстоятельств и может быть предоставлена частному сектору в целом или кредиторам посредством, например, прямого соглашения;

- гарантии в отношении обменного курса: в случае если девальвация местной валюты относительно валюты финансирования проекта превышает определенный уровень, государство может покрыть разницу (часть разницы). В свою очередь, государство может потребовать долю доходов, если девальвация окажется существенно ниже предполагаемого уровня;

- гарантии в отношении транспортных потоков и поступлений: Если транспортные потоки (или поступления) ниже ожидаемого уровня, государство может оказать финансовую помощь для покрытия разницы (части разницы); при этом гарантия в отношении поступлений шире, чем гарантия в отношении транспортных потоков, поскольку она также покрывает риск, связанный со ставками платы за проезд по дорогам. В свою очередь, государство может потребовать долю доходов, если транспортные потоки (доходы) окажутся существенно выше предполагаемого уровня.

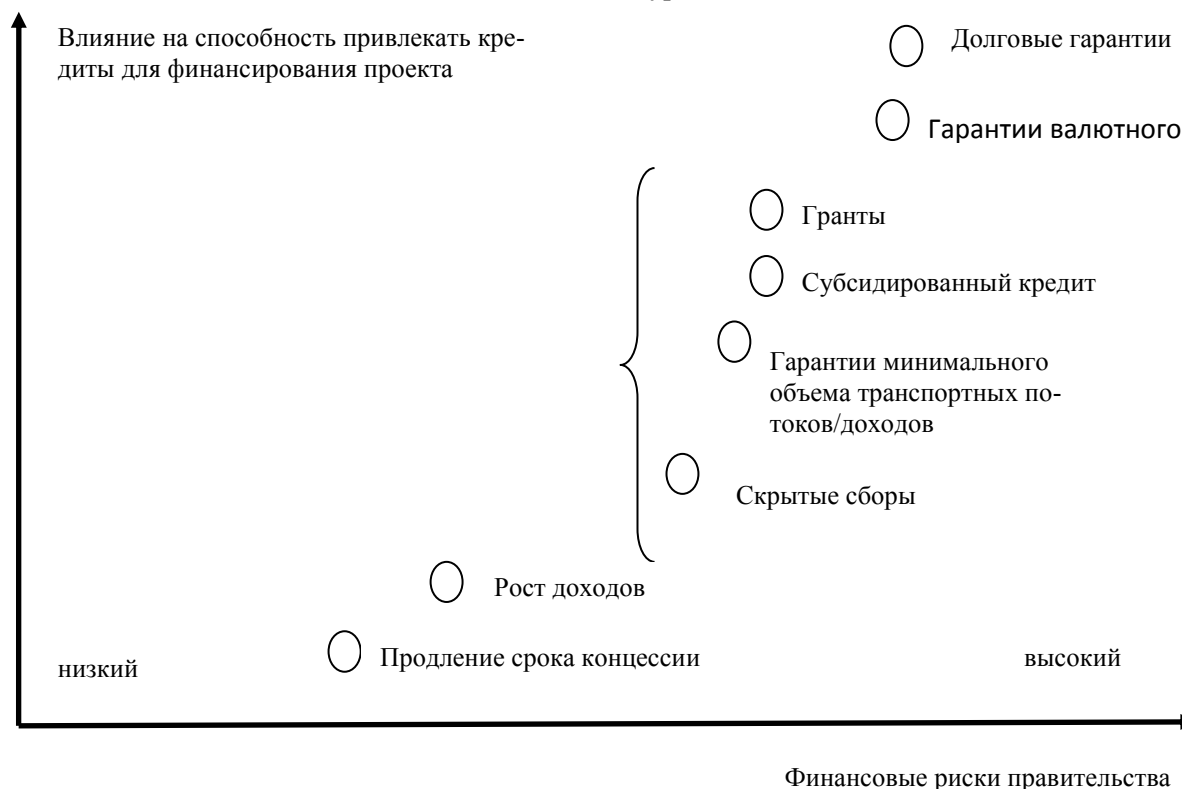


Рис. 3. Выбор вариантов ГЧП проектов государственной поддержки

Гарантии являются инструментами, которые предназначены для того, чтобы стимулировать распределение рисков между субъектами хозяйствования, участвующими в проекте. Качественная и скрупулезная разработка и мониторинг этих инструментов могут способствовать достижению поставленных целей без перенесения избыточных издержек на государство при сохранении привлекательности для частных инвесторов. Например, предоставление частичных гарантий (покрывающих менее 100% основных кредитов) может смягчить моральный ущерб, который может понести сторона, которой выдаются гарантии, за счет сближения ее интересов с интересами правительства, чем, если бы ей была предложена полная гарантия.

Ограничение гарантии покрытием выплаты долга, а не прибылью на собственный капитал, или взимание сбора за выданные гарантии может также обеспечить функционирование гарантируемой стороны по принципу оценки рисков и контроля. Это также может способствовать тому, что гарантируемая сторона будет воздерживаться от непродуманных действий при реализации проектов в надежде на то, что государство окажет ей помощь в случае неблагоприятного развития ситуации. Если предполагаемые расходы на гарантии остаются скрытыми в государственной бюджетно-налоговой системе, они имеют тенденцию неявно аккумулировать риски и, следовательно, создавать финансовые проблемы для государства. Таким образом, в конечном счете, гарантии могут создать серьезную нагрузку на финансовые ресурсы страны, особенно в случае экономического спада. В этой связи важно оценить стоимость гарантий и предусмотреть их [11].

Выводы. Когда правительства заинтересованы в привлечении инвестиций частного сектора для реализации проектов в сфере инфраструктуры, их обычно просят предоставить дотации, гарантии или иные виды бюджетной поддержки. Принятие правительством неправильных решений может повлечь значительные издержки. В попытке предоставить поддержку без незамедлительного внесения денежных средств, например, правительства часто соглашаются взять на себя проектные риски и, в некоторых случаях, впоследствии сталкиваются с финансовыми проблемами. Даже когда правительства выбирают вариант предоставления субсидий в денежной форме, они не всегда достигают своих реальных задач. В других случаях, однако, решение правительства не оказывать поддержку может вызвать проблемы: правительства некоторых стран, возможно, могли бы избежать противодействия, отрицательно сказывающегося на

проектах с участием частного сектора, если бы они на определенный период времени продолжили бы предоставлять субсидии, которые они в скрытой форме выделяют убыточным государственным предприятиям. Правительства, которые не предоставляют поддержку в целях снижения политических и регуляторных рисков, могут вообще не получить инвестиций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тхориков Б.А. Проблемы целеполагания в системе государственного управления социальной сферой // Историческая и социально-образовательная мысль. 2016. Т. 8. № 1-2. С. 164–166.
2. Федеральный закон от 21.07.2005 N 115-ФЗ (ред. от 28.06.2014) «О концессионных соглашениях».
3. Тхориков Б.А. Методология индикативного управления организациями социальной сферы: проблемы целеполагания, метод TASKED // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2015. Т. 36. № 19-1 (216). С. 39–42.
4. Семибратский М.В. Бюджетная стратегия региона в новых экономических условиях России//Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2014. Т. 29. № 1-1 (172). С. 41–45.
5. Ломовцева О.А., Герасименко О.А. Приоритеты и механизмы ГЧП в формировании инновационно-промышленного комплекса региона // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2015. №13(210). Вып.35/1. С. 5–9.
6. Дорошенко Ю.А., Климашевская А.А. Технологическая модернизация предприятий: барьеры, критерии принятия решения и механизм реализации// Белгородский экономический вестник. 2015. № 2 (78). С. 20–27.
7. Дорошенко Ю.А., Никулина Т.Ю. Особенности создания регионального венчурного фонда посевных инвестиций на условиях государственно-частного партнерства// Белгородский экономический вестник. 2012. № 3 (67). С. 3–7.
8. Гукова Е.А. Особенности российской специфики организации процесса бизнес-планирования на предприятии. В сборнике: Экономические и социальные факторы развития народного хозяйства материалы IV региональной научно-практической конференции аспирантов и магистрантов. 2016. С. 60–64.
9. Лихачев В. Практический анализ современных механизмов ГЧП в зарубежных странах,

или как реализовать ГЧП в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа свободный: <http://www.apec.ru/ru/uploadfiles/PPP.pdf>.

10.Прядко С.Н., Жданкова Е.А. Установление стратегических приоритетов в планировании долгосрочного развития региональных предприятий // Фундаментальные исследования. 2016. № 6-2. С. 454-459.

11.Avilova Z.N., Gulei I.A., Shavyrina I.V. Formation of the customer-centric organizational culture of the university as a factor of effective social and economic development of the region // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Т. 6. № 3. С. 207–216.

Gerasimenko O.A., Avilova Z.N., Semibratsky M.V.
ECONOMIC DEVELOPMENT AND PUBLIC INTERESTS OF THE
PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP CONCEPT OF PROJECTS
IN THE ROADFULNING SPHERE

The article is devoted to the description of the most important functions of the public sector in the process of PPP formation: stimulation and acceleration of the rates of social and economic development and protection of state interests. The article outlines prospects for road users and local people, including public participation, social and environmental guarantees, including identification and minimization of negative consequences, for example, land confiscation and resettlement, negative impact on the environment, as well as positive and negative impacts on Categories of the population with low incomes. It also discusses institutional reforms in the sector, human capacity development and training and the expansion of opportunities for private business, including contractual relations, advisory services and financing.

Key words: public-private partnership, project, infrastructure, concession, road sector.

Герасименко Ольга Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Адрес: Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85.

E-mail: gerasimenko@bsu.edu.ru

Авилова Жанна Николаевна, канд. соц. наук, доцент кафедры социологии и управления.

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

Адрес: Россия, 308000, Белгород, ул. Костюкова, 46.

E-mail: janna-avilova@mail.ru

Семибратский Максим Викторович, кандидат экономических наук, начальник Центра проектного управления.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Адрес: Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85.

E-mail: semibratskiy@bsu.edu.ru

*Моисеев В.В., д-р ист. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ

din_prof@mail.ru

В статье рассматриваются актуальные проблемы государственной экономической политики, причины недостаточного экономического развития Российской Федерации в современных условиях. На обширном фактическом материале автор анализирует причины необходимости проведения преобразований в экономике России с целью перехода от сырьевого к инновационному пути развития. Значительное место в исследовании занимает анализ проблем, без решения которых Россия пока не может стать процветающей страной. Автором делается обоснованный вывод о том, что новая экономическая стратегия, положенная в основу государственного регулирования экономики может стать катализатором роста валового внутреннего продукта и не этой основе решить многие социальные проблемы современного российского общества.

Ключевые слова: экономическая стратегия, западные санкции, государственное регулирование экономики.

Введение. Падение цен на нефть и другое экспортируемое сырье, антироссийские санкции значительно привели к негативным последствиям в экономике России, продемонстрировав в очередной раз неустойчивость социально-экономического развития страны. Произошедшая в 2014–2015 гг. девальвация национальной валюты, которая в 2 с лишним раза обесценила рубль по сравнению к доллару и евро, усилила инфляционные процессы, привела к ощутимому падению реальных доходов населения и снижению потребительского спроса. Расплачиваться за ошибки в государственном управлении экономикой приходится, как всегда, простым гражданам: массовой безработицей, сокращением потребления, рухнувшими надеждами на повышение качества и уровня жизни.

Прямая линия общения президента с народом, при подготовке к которой в 2016 г. было подано свыше 3 млн вопросов, касающихся экономики, политики, социальной сферы, свидетельствовала о том, что насущные проблемы, поднятые при предыдущем общении граждан с главой государства, не решаются, а накапливаются год от года. Бесконечные реформы в экономике, образовании, здравоохранении не только не дали ощутимых результатов, но и значительно ухудшили положение в стране в целом. В экономике наблюдаются спад производства и стагнация.

Обострение нужды и бедствий значительной части россиян, резкое ухудшение уровня жизни в период экономического кризиса не прибавляют авторитета финансово-экономическому блоку правительства. А растущая в органах власти и управления коррупция может стать катализатором роста народного недовольства прово-

димой политикой, что чревато негативными явлениями в период выборов главы государства в 2018 г.

Президент Российской Федерации В.В. Путин, выступая в Кремле с ежегодным посланием 3 декабря 2015 г. отмечал: «В прошлом году мы столкнулись с серьезными экономическими вызовами. Упали цены на нефть, другие наши традиционные экспортные товары, был ограничен и доступ российских финансовых учреждений, компаний на мировые финансовые рынки. Знаю, что многим сейчас непросто. Сложности в экономике сказываются на доходах и в целом на уровне жизни наших людей. И хорошо понимаю, что люди задаются вопросами: когда мы преодолеем трудности и что для этого будем делать?» [1]

Основная часть. Чтобы стать процветающей страной, постсоветская Россия должна обладать, прежде всего, высокоразвитой экономикой, способной не только обеспечить высокую оборонную мощь, но и достойный уровень и качество жизни своих граждан. Однако из-за стратегических ошибок в выборе путей развития экономики после распада СССР современная Россия спустя четверть века стала сырьевым придатком Запада с низким уровнем валового внутреннего продукта (ВВП). Сделав ставку на экспорт нефти, газа и другого сырья за рубеж без глубокой его переработки на отечественных предприятиях, политическое руководство страны не смогло диверсифицировать экономику, хотя этому во многом способствовала благоприятная экономическая конъюнктура в виде высоких цен на нефть и газ. Этот факт признавал и глава государства В.В. Путин, который на расширенном заседании Госсовета 8 февраля 2008

г. был вынужден заявить: «На фоне благоприятной экономической конъюнктуры мы пока лишь фрагментарно занимаемся модернизацией экономики. – И это неизбежно ведет к росту зависимости России от импорта товаров и технологий, к закреплению за нами роли сырьевого придатка мировой экономики» [2].

Россия, перешедшая в начале 90-х годов прошлого века к рыночным отношениям в результате реставрации капитализма, к сожалению, и в настоящее время продолжает развиваться на базе экспортно-сырьевой модели. На сырьевых сверхдоходах возникла новая элита, класс олигархов-сверхбогачей и коррумпированный чиновничий аппарат, которому оказались чужды идеи модернизации на основе инноваций и инвестиций.
















Резкое падение цен на нефть и другое сырьё в 2014–2015 гг. в очередной раз показало реальную зависимость роста (или падения) экономики страны от экспорта энергоресурсов и сырья. Так называемая «нефтяная игла» по-прежнему является основной причиной перманентного экономического кризиса, создавая реальные угрозы экономической и национальной безопасности России. Практика последних 16 лет со всей очевидностью показала, что основной вклад в национальный доход вносят не труд и капитал, как в большинстве развитых государств, а природная рента. При этом значительная часть рентных доходов проходит мимо государственной казны, попадает в карман сырьевого бизнеса, питает коррупцию, вывозится за границу.

Главная причина очередного кризиса экономики в Российской Федерации (2014–2016 гг.) состоит в том, что, несмотря на все заверения правительства, наше государство так и не перестроило свою экономическую политику, сохранив фатальную зависимость от мировых цен на нефть, газ и другое сырьё. Другими словами, к новому кризису нашу экономику (и соответственно финансы) привела недалёковидная экономическая политика, проводимая в период так называемых реформ, которые не дали ожидаемых результатов, таких, как например, в Китае. Если по итогам 2015 г. экономика России упала на 3,7 %, то экономика КНР напротив выросла на 6,7 %. Не изменилась ситуация к лучшему и в прошлом году. В 2016 г. ВВП России, увеличившись по данным Росстата всего на 0,2 %, составил 86043,6 млрд рублей, а по данным Государственного статистического управления КНР, экономика Китая в 2016 г. выросла на 6,7 % и составила 74,41 трлн юаней или около 10,84 трлн долларов, что по курсу ЦБ РФ на 22.04.2017 г. равнялось 609,541 трлн рублей. Таким образом, экономика Китайской народной республики за 16 лет XXI столетия опередила экономику современной капиталистической России более чем в 7 (семь) раз [3].

По уровню развития экономики современная Россия значительно отстает не только от современного Китая, но и большинства развитых стран мира. Это наглядно видно на следующей таблице.

Таблица 1

**Валовой внутренний продукт 15 стран мира
в номинальном значении (в долларах США) [4, с.95].**

№	Страна	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Место в мировом рейтинге 2015 г.
1	 США	16768	17419	18124,71	1
2	 КНР	9469	10380	11211,92	2
3	 Япония	4920	4616	4210,43	3
4	 Германия	3731	3860	3413,5	4
5	 Великобритания	2680	2945	2853,4	5
6	 Франция	2807	2847	2469,5	6
7	 Бразилия	2391	2353	1903,98	7
8	 Италия	2138	2148	1842,89	8
9	 Индия	1875	2050	2308,07	9
10	 Канада	1881,2	1754,1	1615,51	10
11	 Республика Корея	1320,1	1449,49	1435,11	11
12	 Австралия	1505,5	1482,54	1252,31	12
13	 Мексика	1260,3	1295,86	1232,01	13
14	 Испания	1410,2	1400,48	1230,21	14
15	 Россия	2079,1	1857	1176,0	15

Из таблицы следует, что по номинальному ВВП наша страна занимала в 2015 г. всего лишь 15-е место в мире. Россия, претендующая на статус мировой державы, произвела товаров и услуг на 300 млрд долларов меньше, чем Республика Корея. Но Южная Корея – это маленькая страна, территория которой дважды уместается на полуострове Камчатка, а её население в три раза меньше, чем Российская Федерация. Более того, у Республики Корея нет таких огромных кладовых с полезными ископаемыми, в то время как нашей стране принадлежит почти треть всех природных ресурсов мира. Из-за неверной экономической стратегии огромная Россия уступает карликовой стране по количеству товаров и услуг, произведенных за год. В 2016 г. картина практически не изменилась – России так и не удалось догнать не только США или Китай, но даже Южную Корею по главному экономическому показателю.

Здесь уместно вспомнить, что накануне реставрации капитализма Россия производила товаров и услуг больше, чем огромный Китай (ВВП КНР был равен всего \$404.5 млрд) [5]. Таков был своего рода старт в негласном экономическом соревновании между Китаем и постсоветской Россией, заявившей о своём, особом пути экономического и социально-политического развития. Однако этот особый путь себя не оправдал. Под руководством президента Б.Ельцина экономика России в 1990-1999 гг. понесла огромные потери. По некоторым оценкам, ущерб, нанесенный народному хозяйству России был больше, чем ущерб, нанесенный Советскому Союзу немецко-фашистскими захватчиками в годы Великой Отечественной войны. Если за годы кровопролитной войны СССР потерял всего треть своего национального богатства, то за период шоковой терапии Ельцина (с 1991 по 1996 г.) спад промышленного производства в нашей стране достиг 55%. Другими словами, предприятия России при Ельцине выпускали меньше половины того, что производили до развала СССР [6].

Когда вторым президентом России был избран В.В.Путин, ВВП Китая в 2000 г., составлял уже 1192.8 млрд долларов [7], а ВВП России в том же году – около 300 млрд долларов или в три раза меньше. Спустя 16 лет соотношение экономик двух стран резко изменилось и опять не в пользу теперь уже капиталистической России. Более того, получая в так называемые тучные годы сотни миллиардов нефтедолларов, Россия подседала не только на нефтяную иглу, но и на импорт товаров и технологий, забыв при этом о развитии собственного производства. За период 2000-2014 годов объем ввозимой ино-

странной продукции увеличился в 8,4 раза [8, 9]. В результате Россия впала в зависимость от стран-экспортеров и их политики. Под угрозой оказалась не только экономическая, но и национальная безопасность страны. Эту реальную опасность хорошо понимало политическое руководство страны, которое заставило правительство перейти от слов к разработке программ импортозамещения в России.

Китай сегодня представляет собой ведущую экономическую державу, которая обладает огромным научно-техническим потенциалом, а также ядерным оружием и армией, крупнейшей в мире по численности военнослужащих. КНР – это крупнейший в мире производитель абсолютного большинства видов промышленной продукции – автомобилей, телевизоров, радиоприёмников, мобильных телефонов, часов, фотоаппаратов, стиральных и швейных машин, велосипедов и мотоциклов, хлопчатобумажных и шелковых тканей, обуви, а также кокса, чугуна, стали, алюминия, цинка, олова, никеля, удобрений, цемента, мяса, пшеницы, риса, сорго, картофеля, хлопка, яблок, табака, овощей, шелковичных коконов. Китай имеет крупнейшие в мире поголовья птицы, свиней, овец, коз, лошадей и яков, а также лидирует по вылову рыбы. Кроме того, КНР является крупнейшим мировым производителем автомобилей, ежегодно выпускающим более 18 млн автомашин (Россия в 10 раз меньше). Если сравнить китайское автопроизводство по объёму с бывшими лидерами США и Японией, то Китай выпускает в год больше, чем эти государства вместе взятые. Благодаря эффективному государственному руководству экономика Китая стала второй по величине (после США) экономикой мира (как в старые добрые времена это относилось к экономике Советского Союза). А нынешняя экономика России сегодня из-за неэффективности госуправления практически аутсайдер технического и технологического прогресса, и поэтому справедливо относится к категории «развивающихся» стран, то есть к государствам, ещё недостаточно развитым как в экономическом, так и в социальном плане.

Достаточно сказать, что, по данным Минпромторга РФ, доля импорта в станкостроении сегодня превышает 90 %, в тяжелом машиностроении – 60-80%, в легкой промышленности – 70-90 %, в радиоэлектронной промышленности – 80-90 %, в фармацевтике и медицинской промышленности – 70-80 % [10, с. 7-8]. Причиной такой импортозависимости стала неверная промышленная стратегия, проводимая в постсоветский период. Достаточно сказать, что результатом такой, с позволения сказать, «стратегии»

стало падение объема станков и кузнечнопресового оборудования, являющихся основой промышленного производства, снизился по сравнению с 1991 годом более чем в 25 раз.

Отрицательную роль в снижении роста отечественного производства сыграла фактически разрешенная политическим руководством страны офшоризация национальной экономики. Как может Россия стать процветающей страной, если львиная доля денег, вырученных крупным и средним бизнесом от продажи российского сырья за рубеж, не инвестируется в отечественную экономику и социальную сферу, а выводится в офшоры. О масштабе бегства капитала из страны свидетельствует тот факт, что только за последние восемь лет из России вывели капиталов в сумме, превышающей три годовых бюджета.

Зарегистрировавшись на Кипре, в Монако, на Багамских островах и в других офшорах, российские компании стали минимизировать свои издержки за счет значительного сокращения налоговых платежей. Если в России базовая ставка налога на прибыль составляет 20 %, то в офшоре, скажем, на Кипре, этот налог всего 10 %, то есть в 2 раза ниже. Налог на дивиденды в нашей стране равен 9 %, в офшоре же всего 5 % или совсем отсутствует, как, например, на Багамских островах. К тому же во многих офшорах нет жестких требований к ведению бухгалтерского учета, финансового контроля со стороны властей. Офшорные схемы позволяют уклоняться от многих российских налогов (НДС, НДФЛ, на дивиденды), уплаты различных акцизов и пошлин, а также от социальных платежей в бюджеты разных уровней. В итоге российский бюджет недополучает сотни миллиардов рублей.

С помощью офшоров не только уходят от налогов, но и защищают собственность от рейдерских захватов. Схема проста: богатый россиянин, не желающий по каким-либо причинам афишировать себя, регистрирует компанию в офшоре. И если о владельцах крупнейших предприятий в России можно узнать из годовых отчетов компаний, то во многих офшорах собственники компаний не раскрываются.

По утверждению С.М.Миронова, бывшего главы Совета Федерации, из офшоров сегодня управляется 70 % российской экономики, что подтверждается многими фактами. Так, контрольный пакет акций (85,51 %) крупнейшей отечественной сталелитейной компании "Новолипецкий металлургический комбинат" стоимостью 13,3 млрд. долл. принадлежит компании "Fletcher Group Holdings Limited", базирующейся на Кипре. Основным владельцем НЛМК В. Лисин, которому принадлежит 82 % акций комби-

ната, в начале списка самых богатых бизнесменов России. Его состояние в 2011 г. оценивалось в 24 млрд. долл. Другой известный российский бизнесмен О. Дерипаска также держит свои активы вдали от родины. Его Объединенная компания "Российский алюминий" (ОК "РУСАЛ", United Company RUSAL, UC Rusal), являющаяся вторым в мире производителем алюминия и глинозема, зарегистрирована на британском острове Джерси. И активы Р.Абрамовича, личное состояние которого в 2011 г. составляло 13,4 млрд. долл. (9-е место в списке богатейших бизнесменов страны по версии "Forbes"), размещены за рубежом, в основном в офшорах [11].

Такое положение вряд ли можно считать нормальным, приемлемым для отечественной экономики. И это осознается руководителями страны. «Вывод национальной экономики, ее стратегических отраслей из офшорной тени – наша приоритетная задача на предстоящий период», – заявил В.Путин на заседании комиссии по электроэнергетике 19 декабря 2011 г. Идея деофшоризации российской экономики была озвучена президентом в послании Федеральному Собранию в декабре 2014 года и повторена в следующем послании, с которым Путин выступил в Кремле в декабре 2015 года. Однако воз и ныне там. Несмотря на знаковые инициативы власти, связанные с переходом к инновационной модели экономики, ее модернизацией и т.д., кардинальных изменений и возвращение убежавших на чужбину сотен миллиардов долларов так необходимых родной экономике в кризис, пока не происходит.

Из приведенных аргументов и фактов следует очевидный вывод о том, что развитие экономики в решающей степени зависит от эффективности государственного управления. Эффективность государственного руководства экономикой вывела США в мировые лидеры, позволила превратить территорию, населенную полудикими индейцами, в мощную процветающую державу с высокоразвитой экономикой, основанной на новейших научных знаниях, инновациях и инвестициях. Годовой объем товаров и услуг, произведенных в США на порядок выше, чем производит Россия, которая гордится своей тысячелетней историей, но никак не высокоразвитой промышленностью и жизненным уровнем своих граждан. Следовательно, главное в успешном развитии экономики, включая промышленность, транспорт, сельское хозяйство и другие отрасли, является не наличие полезных ископаемых, а эффективность государственного управления на основе правильной экономической стратегии. Этот вывод подтверждается не только на примере США, но и Японии, а также

целого ряда развитых европейских государств, таких как Германия, Франция, Италия, Великобритания. Их ВВП намного превосходит ВВП России.

Россия, к сожалению, не может похвастаться ничем, кроме добычи полезных ископаемых и производства военной техники и оружия. В 2017 г. Российская Федерация вошла в тройку лидеров наряду с США и Китаем по уровню самых больших военных расходов в мире. Но если ВВП США и Китая занимают самые верхние строчки мировой таблицы о рангах, то наша страна по номинальному ВВП занимает малопочетное место во втором десятке стран. Подчеркнем, что с таким низким ВВП России, который меньше, чем у Индии, Мексики и целого ряда других не очень развитых стран, наша страна тратит триллионы рублей на подготовку к войне и при этом она не может удовлетворить потребности граждан ни в продуктах питания, ни в одежде, ни в обуви, ни в лекарствах. Вот какую оценку дали иностранцы нашей экономике: «Достижения российской науки и промышленности ограничиваются узкой сферой военных и авиакосмических технологий, но наладить производство потребительских товаров, которые захотел бы купить кто-нибудь, кроме самих россиян, просто не имеющих другого выбора, они не в состоянии. Вы когда-нибудь слышали, чтобы иностранец по доброй воле сел за руль российской машины или пользовался сделанным в России компьютером? Эта страна неспособна производить тостеры и микроволновые печи, стиральные машины или газовые плиты, которые нашли бы сбыт в любой другой стране» [12]. Эта небольшая выдержка из иностранной прессы, к сожалению, весьма объективно отражает состояние российской обрабатывающей промышленности. Работая на дедовском оборудовании по старым технологиям, наши автозаводы не способны производить самостоятельно «Тойоты» и «Мерседесы». Электронная отечественная промышленность пока не в состоянии производить высококачественные компьютеры, мобильные телефоны, видео- и аудиотехнику, которая могла бы конкурировать с японской или даже с южнокорейской. Чтобы убедиться в истинности этих утверждений автора, достаточно взглянуть на модели и страну изготовителя гаджетов и той оргтехники, которая нас окружает.

Позволив втянуть страну в гонку вооружений, в соревнование с Соединенными Штатами Америки, чья экономика в 10 раз превосходит российскую, основанную на продаже нефти и газа и в меньшей степени на высоких технологиях, нынешнее политическое руководство по-

вторяет печальный опыт СССР, наступая, по сути, на те же грабли.

По этой и ряду других причин, в числе которых антироссийские санкции Запада, резкое падение цен на нефть и другое экспортируемое сырьё, российская экономика сегодня переживает не самые лучшие времена. Вот почему в Послании Президента России Владимира Путина Федеральному собранию 4 декабря 2014 г. была поставлена задача содействия ускоренному развитию несырьевых компаний и стимулирования импортозамещения, чтобы изменить экспортный потенциал страны. Задача эта была обусловлена необходимостью выработки комплекса мер, направленных на повышение устойчивости российской экономики в условиях нестабильного курса рубля и внешнеполитических санкций, на усиление экономической безопасности страны и ее регионов за счет снижения зависимости от импорта и наращивания экспортного потенциала в несырьевых секторах.

И последнее. В основу процветания страны и её экономической стратегии должна быть положена экономика знаний, которой должны руководить знающие люди, профессионалы. Чтобы управлять, нужно знать дело, отрасль экономики, быть специалистом, более того, авторитетом, к мнению которого прислушиваются, указаниям которого следуют. Этим требованиям должна соответствовать, в первую очередь, кадровая политика президента, который в интересах дела обязан расставлять на высокие должности и посты только истинных профессионалов, имеющих не только опыт работы в данной отрасли экономики, но и иметь соответствующее базовое образование. Не зря в XX веке в России в период известных преобразований в ходу было правило – «кадры решают всё». К сожалению, нынешнее политическое руководство не всегда придерживается этого золотого правила, поэтому кадровая политика последних 16 лет не укладывается в нормальную логику. Судите сами: министерством экономического развития огромной страны долгое время (2000–2007 гг.) руководил Г.О. Греф, не экономист, а юрист по образованию. Вдумайтесь: юрист определял вектор экономического развития крупнейшей страны мира. Министерством сельского хозяйства Российской Федерации длительное время руководили управленцы, не имевшие профильного (сельскохозяйственного) образования. Так, целое десятилетие, с 1999 по 2009 г., аграрное ведомство возглавлял А.В.Гордеев, получивший базовое образование в Московском институте инженеров железнодорожного транспорта по специальности «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство», 12 марта 2009

г. путейца сменила Е.Б.Скрынник, которая три года руководила сельскохозяйственным ведомством по 21 мая 2012 г. По образованию Скрынник врач-кардиолог, в 1986 г. окончила Челябинский медицинский институт. Стоит ли удивляться тому, что в результате их непрофессиональной работы продовольственная зависимость России от импорта возросла в среднем до 40% при том, что более 40 млн гектаров сельскохозяйственных земель пустует, зарастая бурьяном и кустарником. Если в 2000 г. совокупный импорт продовольствия в Российской Федерации не превышал 7,4 млрд долларов США, то через 13 лет, в 2013 г. он вырос в 6 раз до 43,5 млрд долларов [10, с. 8–9]. А ведь эти немалые деньги могли бы пойти на развитие отечественного сельского хозяйства, и тогда в выигрыше были бы все: и аграрии, и бюджет страны, и рядовые россияне. Министерством промышленности и торговли России с 21 мая 2012 года и до сих пор руководит Д.В. Мантуров, социолог по образованию. В 1994 г. он окончил МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «социология». Как говорится, комментарии излишни.

Заключение. После глубокого падения мировых цен на энергоносители в 2014–2016 годах экономическая политика нашей страны с ее ставкой на экспорт нефти, газа и других видов сырья еще раз продемонстрировала свою полную несостоятельность. Ситуацию в экономике усугубили антироссийские санкции, инициированные США в связи с событиями на Украине. Курс на международную изоляцию России, на ограничение ее доступа к мировым финансовым рынкам, современным технологиям увеличит и без того существенное технологическое отставание России от западных стран. И если не предпринимать никаких мер по изменению сложившихся реалий в экономике, Российская Федерация закрепит за собой незавидную роль сырьевого придатка развитых государств.

Выводы. Таким образом, российская экономическая политика с ее ставкой на нефть и экспорт других видов сырья после резкого падения мировых цен на энергоносители еще раз продемонстрировала свою полную несостоятельность по сравнению с другими развитыми странами. Ситуацию в экономике усугубили антироссийские санкции, инициированные США в связи с событиями на Украине. Курс на международную изоляцию России, на ограничение ее доступа к мировым финансовым рынкам, современным технологиям увеличит и без того существенное технологическое отставание России от западных стран. И если не предпринимать никаких мер по изменению сложившихся реалий в экономике, Российская Федерация закрепит за

собой незавидную роль сырьевого придатка развитых государств. Россию ждут многие годы застоя и стагнации, если не будет реформ или не подорожает нефть.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Послание президента В.В. Путина Федеральному Собранию Российской Федерации 3 декабря 2015 г. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/47173> (дата обращения: 27.02.2016).
2. Российская экономика: постепенное медленное движение вперед. – URL: <http://www.vsemirnyjbank.org/ru/country/russia/publication/rer> (дата обращения – 12.04.2017).
3. ВВП (2016). – URL: – http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/rates/46880c804a41fb53bdcebf78e6889fb6 (дата обращения – 24.04.2017); Темпы роста ВВП Китая в 2016 году показали худший результат за 26 лет. – URL: https://www.gazeta.ru/business/news/2017/01/20/n_9583889.shtml (дата обращения – 24.04.2017).
4. Моисеев В.В., Крамской С.И., Кожевников В.П. Социальная политика России: история и современность. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 283 с.
5. Валовой внутренний продукт (ВВП) России. – URL: http://www.be5.biz/makroekonomika/gdp/gdp_russia.html (дата обращения – 24.04.2017).
6. Моисеев В.В. История России. Т.2. Белгород: изд-во БГТУ, 2013. С. 156, 240.
7. Валовой внутренний продукт (ВВП) Китая. – URL: http://www.be5.biz/makroekonomika/gdp/gdp_china.html (дата обращения – 24.04.2017).
8. Глаголев С.Н., Моисеев В.В. Проблемы импортозамещения в России// Вестник Белгородского государственного технологического университета. 2016. № 1. С.204–208;
9. Глаголев С.Н., Моисеев В.В. Инвестиционный климат как фактор импортозамещения// Вестник Белгородского государственного технологического университета. 2016. № 2. С.200–205.
10. Глаголев С.Н., Моисеев В.В. Импортозамещение в экономике России. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 276 с.
11. Моисеев В.В. Офшорная экономика// Человек и труд, 2012. №8. С. 35–36.
12. Советская Россия, 2007, 11 сентября (перепечатка с газеты «Дейли Мейл», Великобритания).

Moiseev V.V.**ACTUAL PROBLEMS OF RUSSIAN STATE ECONOMIC POLICY**

The article deals with topical problems of state economic policy, the reasons for the insufficient economic development of the Russian Federation in modern conditions. On extensive factual material, the author analyzes the reasons for the need for transformations in the Russian economy with a view to moving from raw to innovative development. A significant place in the study is the analysis of problems, without the solution of which Russia can not yet become a prosperous country. The author makes a substantiated conclusion that the new economic strategy, which is the basis of state regulation of the economy, can become a catalyst for the growth of the gross domestic product and not solve this many social problems of modern Russian society.

Key words: *economic strategy, Western sanctions, state regulation of the economy.*

Моисеев Владимир Викторович, доктор исторических наук, доцент, профессор кафедры социологии и управления.

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

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

E-mail: din_prof@mail.ru

Винник А.Е., ст. препод.,
Прядко С.Н., канд. экон. наук, доц.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ОЦЕНКИ РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ БИЗНЕСА

vinnik@bsu.edu.ru

В статье обоснована необходимость развития ключевых компетенций в управлении региональными экономическими системами в рамках ресурсного подхода. Представлена классификация ключевых компетенций организации, в том числе строительной отрасли, по следующим признакам: носитель, содержание ключевой компетенции, стадия жизненного цикла, сфера проявления и пр. В заключение представлена матрица привлекательности рынка Белгородской области и уровень совпадения с ключевыми компетенциями в бизнесе.

Ключевые слова: ключевые компетенции, ресурсная теория фирмы, строительная отрасль.

Введение. В современных экономических условиях, характеризующихся высокой степенью неопределенности, риска и ужесточения конкурентной среды одной из актуальных проблем остается поиск долгосрочных источников устойчивых конкурентных преимуществ развития не только организаций, но и отдельных регионов.

Проблему повышения конкурентоспособности российских предприятий и регионов исследуют большое количество авторов. Так, в качестве основных направлений ученые отмечают возможности импортозамещения [2], внедрение инноваций в управление организацией [9], внесение изменений в организационную культуру [1] и другое. Одной из наиболее востребованных западных теорий повышения конкурентоспособности является ресурсная теория фирмы, в рамках которой получила развитие не менее популярная концепция ключевых компетенций Г. Хэмела и К. Прахалада [7]. Поскольку регион можно рассматривать как квазикорпорацию со свойствами экономической организации, мы считаем возможным применение положений ресурсной теории фирмы и понятия стержневых компетенций к региональной экономике. Для успешной и устойчивой работы на определенном рыночном сегменте, необходимо обладать набором ключевых компетенции, состав которых специфичен для каждого из них. При этом совместимость сегмента рынка определяется тем, насколько имеющиеся корневые компетенции социально – экономической системы совпадают с ключевыми компетенциями данного рынка.

Методология. Для оценки региональных ключевых компетенций развития бизнеса нами было проведено исследование, состоящее из трех этапов: 1) анализ теоретических данных по проблеме исследования, классификация ключе-

вых компетенций региональной социально-экономической системы; 2) анализ статистических данных, характеризующих уровень и динамику развития основных направлений регионального бизнеса (базиса для формирования ключевых компетенций); 3) составление матрицы привлекательности регионального рынка на уровне совпадения с ключевыми компетенциями в бизнесе.

Основная часть. Многочисленные исследования последних лет показывают, что успех в конкурентной борьбе зависит от трех базовых групп факторов: внутренних и внешних компетенций, а также динамических способностей. При этом именно низкие динамические способности (низкий инновационный потенциал, неспособность быстро адаптироваться к изменениям на рынке и управлять знаниями) являются одной из наиболее значимых причин слабой конкурентной позиции не только российских компаний, но и целых регионов.

Классификация ключевых компетенций, обоснование выбора инструментов оценки и развития до настоящего времени остается недостаточно изученной и дискуссионной проблемой. Так, Неганова И.С. выделяет два самостоятельных вида компетенций: профессиональные и организационные. Москалев В.А. говорит о существовании человеческих, управленческих, маркетинговых, производственных, инновационных и финансовых компетенций организации. Белякова Г.Я. и Сумина Е.В. выделяют системные, личностные и динамичные ключевые компетенции [8]. На основании теоретических данных по проблеме исследования, была составлена классификация ключевых компетенций, представленная в таблице 1.

Анализ данной проблемы в условиях и на материалах Белгородской области показал, что наиболее привлекательными сегментами регио-

нального бизнеса можно считать: сельское хозяйство и производство, добычу железорудного сырья, производство стали и металлопродукции, а также строительство. Так, по данным корпорации «Развитие», Белгородская область в течение ряда лет входит в число регионов-лидеров по основным показателям экономического развития и инвестиционной привлекательности. На долю региона в общероссийском масштабе приходится 1,1 % валового регионального продукта страны, 4,0 % объема продукции сельского хо-

зяйства, 1,0 % общего объема работ, выполненных по виду деятельности «Строительство», 1,6 % продукции обрабатывающих производств. В регионе добывается треть всей российской руды, производится сталь и прокат лучших марок [4].

Анализ динамики статистических данных показал наличие и тенденцию роста в основных выделенных направлениях бизнеса, в которых сосредоточены региональные ключевые компетенции [6] (табл. 2).

Таблица 1

Классификация ключевых компетенций региональной социально – экономической системы

Признаки классификации	Виды компетенций
Носитель ключевой компетенции	- сотрудники («компетенции персонала»); - группы сотрудников (формируют «производственные» компетенции); - организация в целом («организационные» или «рыночные» компетенции).
По содержанию	- специальные, связанные с производством определенного продукта, услуги или технологических операций; - компетенции взаимодействия, касающиеся формирования отношений с коллегами, деловыми партнерами и клиентами; - компетенции развития, позволяющие накапливать опыт, обучаться, создавать инновации и решать новые проблемы.
По стадии жизненного цикла	- отработавшие; - компетенции, сохраняющие свою силу, но имитируемые конкурентами; - устойчивые и трудно имитируемые компетенции.
По сфере проявления	- компетенции, связанные с доступом к рынку; - компетенции, связанные с доверием со стороны потребителей.
По уровню формирования	- ресурсные; - компетенции, основанные на комплементарном эффекте; - компетенции, основанные на синергетическом эффекте (инновационные).

Таблица 2

Динамика отдельных показателей валового регионального продукта Белгородской области, 2011-2015 гг.

Валовой региональный продукт, в млн. руб. в том числе:	2011	2012	2013	2014	2015
сельское хозяйство	77706,1	94228,5	96664,7	124900,1	142462,8
добыча полезных ископаемых	105869,0	87166,1	86204,6	76858,7	72273,7
обрабатывающие производства	91833,1	99272,8	96004,6	107293,2	127316,7
производство и распределение электроэнергии, газа и воды	19503,8	19229,9	24768,8	20500,7	20196,5
строительство	41145,7	45599,7	47925,4	40688,7	53503,1
оптовая и розничная торговля	69142,1	82905,6	85415,8	106686,2	113814,8
финансовая деятельность	958,0	1034,7	983,5	1265,4	1252,3

Согласно представленным данным видно, что ключевыми направлениями развития регионального бизнеса является сельское хозяйство (за пять лет динамика составила 5,5 %); оптовая и розничная торговля (динамика – 3 %), строительство (динамика – 30,0 %).

На основании проведенных исследований, нами была составлена матрица привлекательности сегментов рынка Белгородской области для

использования и развития направлений бизнеса, совпадающих с региональными ключевыми компетенциями (рис. 1).

Таким образом, развитие ключевых компетенций является важнейшим направлением повышения эффективности использования региональных ресурсов, условием для разработки успешной стратегии социально-экономического

развития и повышения конкурентоспособности региона в долгосрочной перспективе.

Привлекательность рыночного сегмента	Высокая	Корневые бизнесы сельское хозяйство; добыча полезных ископаемых; оптовая и розничная торговля.	Иллюзорные возможности строительство; промышленное производство; обрабатывающие производства; образование.
	Низкая	Периферийные бизнесы финансовая деятельность; страхование; связь.	Бесперспективные направления деревообрабатывающее производство; лесное хозяйство.
		Сильное	Слабое

Совпадение с корневыми компетенциями

Рис. 1. Привлекательность рынка Белгородской области и уровень совпадения с ключевыми компетенциями в бизнесе

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Avilova Z.N., Gulei I.A., Shavyrina I.V. Formation of the customer-centric organizational culture of the university as a factor of effective social and economic development of the region // *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2015. Т. 6. № 3. С. 207–216.
2. Герасименко О.А., Авилова Ж.Н., Гукова Е.А. Импортзамещение в промышленности: комплексный подход с позиции государственно-частного партнерства // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2016. № 1. С. 209–213.
3. Глаголев С.Н., Дорошенко Ю.А., Манин А.В. Инвестиционно-инновационный потенциал региона: сущность, значение, импакт-факторы и способы оптимизации // *Вестник Белгородского государственного университета кооперации, экономики и права*. 2014. № 2 (50). С. 127–131.
4. Инвестиционный портал Белгородской области [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://belgorodinvest.ru/ru/about/economic-performances>.
5. Ломовцева О.А., Герасименко О.А. Приоритеты и механизмы ГЧП в формировании инновационного промышленного комплекса региона // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика*. 2015. Т. 35. № 13-1 (210). С. 5-9.
6. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://belg.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/belgru/statistics.
7. Прахалад К.К., Хамел Г. Ключевая компетенция корпорации // *Вестник СПбГУ*. 2003. Вып. 3. С. 19–46.
8. Соснина Е.Ю. Управление развитием компетенций организации промышленности / Е.Ю. Соснина: автореферат на соискание ученой степени кандидата экономических наук. 2009. – Режим доступа: <http://dissers.ru/1raznoe/1/1108-1-sosnina-elena-yurevna-upravlenie-razvitiem-kompetency-organizaciy-promishlennosti-special.php>.
9. Тхориков Б.А. Проблемы целеполагания в системе государственного управления социальной сферой // *Историческая и социально-образовательная мысль*. 2016. Т. 8. № 1-2. С. 164–166.

Vinnik A.E., Pryadko S.N.

THE USE OF TOOLS TO ASSESS THE REGIONAL CORE COMPETENCIES OF BUSINESS DEVELOPMENT

The article substantiates the necessity of developing key competencies in the management of regional economic systems within the framework of the resource approach. Classification of the key competencies of the organization, including the construction industry, is presented on the following grounds: carrier, content of key competence, stage of life cycle, sphere of manifestation, etc. In conclusion, the matrix of the attractiveness of the Belgorod region market and the level of coincidence with key competencies in business are presented.

Key words: key competencies, resource-based theory of the firm, building industry.

Винник Алина Евгеньевна, старший преподаватель кафедры менеджмента и маркетинга.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет.
Адрес: Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85
E-mail: vinnik@bsu.edu.ru

Прядко Светлана Николаевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет.
Адрес: Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85
E-mail: pryadko_s@bsu.edu.ru.

Юракова Т.Г., канд. техн. наук, доц.,
Черноситова Е.С., канд. техн. наук, доц.,
Левицкая К.М., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА СТАЛИ КАК ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

tatjana.2006@mail.ru

Приведены результаты статистической обработки данных о качестве стали, применяемой для изготовления труб бесшовных. Рассчитаны индексы возможностей технологических процессов производства и оценен фактический и прогнозируемый уровень дефектной продукции. Даны рекомендации по использованию индексов возможностей процессов в управлении качеством продукции.

Ключевые слова: сталь, статистическая обработка данных о качестве, индексы возможностей процессов, уровень брака.

На мировом рынке постоянно появляются новые строительные материалы с улучшенными свойствами, однако, несмотря на это, спрос на металл не падает: без использования металлоконструкций сейчас не обходится практически ни один строительный объект. Помимо строительства, продукция металлургической про-

мышленности применяется во многих других отраслях производства таких как машиностроение, трубная промышленность, судостроение, автомобилестроение и др. (рис 1). Широкий спрос на металл обусловлен длительным сроком эксплуатации изделий и конструкций из него, сочетанием прочности и надежности [1].

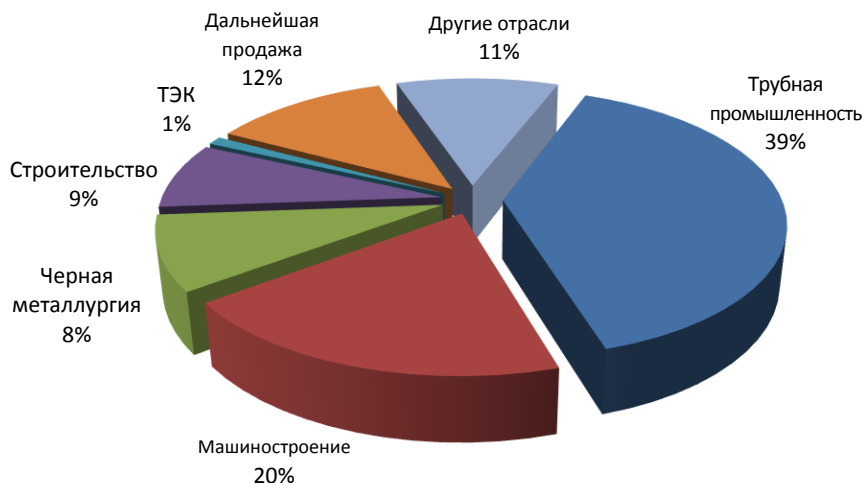


Рис. 1. Распределение потребления металлопроката по отраслям

Мировой кризис, затронувший все отрасли промышленности, негативно повлиял и на производство стали: если в 2015 году производство стали в РФ впервые за несколько лет снизилось (на 1,8 %), то в январе-марте 2016 года снижение дошло до 5,4 % относительно того же периода прошлого года. В 2017 году ожидается небольшое увеличение потребления стали на внутреннем рынке (до 2 %) [2], но, ситуация остается сложной для многих предприятий. Сохранить свое положение на рынке им удастся за счет снижения издержек, а также развития клиентоориентированности, в частности, качества продукции, сервиса и сроков доставки. В значи-

тельной мере добиться этого помогают современные системы менеджмента Система менеджмента качества по ИСО 9001 в последней редакции 2015 года ориентирована на удовлетворение запросов потребителей, управление рисками и является эффективным инструментом обеспечения качества выпускаемой продукции. Многие современные предприятия внедряют у себя на производстве интегрированные системы менеджмента на базе этого стандарта[3]. Особую актуальность для предприятий машиностроительной отрасли представляет внедрение элементов системы статистического управления процессами, которая позволяет улучшить каче-

ство процессов предприятия, прогнозировать их способность получать результат, удовлетворяющий требованиям самой организации и ее потребителей, а также принимать правильные управленческие решения на основе результатов использования статистических методов SPC [4–9].

Целью данной работы является оценка качества продукции машиностроительной отрасли на примере стальных бесшовных труб с применением элементов системы статистического управления процессов.

Являясь универсальным изделием, трубы используются в самых разных сферах деятельности человека: в нефтегазовой отрасли, водоснабжении, отоплении и др. Самым распространенным и наиболее востребованным типом данных изделий являются трубы бесшовные, изготавливаемые путем прокатки, волочения, пресования или штамповки.

Качество и безопасность эксплуатации труб зависит от многих факторов, в том числе и от применяемой для их изготовления стали. Тради-

ционно для такого класса изделий применяют сталь 17Г1С. Особенность ее химического состава позволяет применять ее для изготовления сварных деталей, работающих под давлением при температурах от -40 до $+475$ °С: это трубы, фланцы, сварные переходы, тройники и прочие фасонные детали. Сталь 17Г1С широко применяется в строительстве нефте- и газопроводов, тепловых сетей и электростанций, различных трубопроводов высокого давления, в том числе транспортирующих некоррозионно-активные газы.

Несмотря на то, что в России производится большое количество стали (по производству этого материала РФ занимает 4-е место в мире [2]) зачастую при выполнении заказов, в том числе для иностранных заказчиков, приходится работать с импортными со сталями, например, изготовленными по европейским стандартам. Востребованной является марка стали S355J2H, химический состав и механические свойства которой представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Химический состав стали S355J2H

Номинальная толщина изделия (мм)	C	Si	Mn	P	S	Cu	Fe
≤ 40	$<0,20$	$<0,55$	$<1,60$	$<0,025$	$<0,025$	$<0,55$	Остальное
> 40	$<0,22$	$<0,55$	$<1,60$	$<0,025$	$<0,025$	$<0,55$	Остальное

Таблица 2

Механические свойства стали S355J2H

Минимальный предел текучести, МПа						Предел прочности на разрыв, МПа	
Номинальная толщина, мм						Номинальная толщина, мм	
≤ 16	>16	>40	>63	>80	>100	>3	>100
	≤ 40	≤ 63	≤ 80	≤ 100	≤ 125	≤ 100	≤ 125
355	345	335	325	315	295	470-630	450-600
Минимальное относительное удлинение после разрыва, А						Ударная вязкость	
						Температура, С°	Минимум поглощенной энергии, Дж
>3	>40	>63	>100			± 20	27
≤ 40	≤ 63	≤ 100	≤ 125				
22	21	20	18				

Механические свойства, твердость, прочность, относительное удлинение, химический состав, эквивалентные сорта стали S355J2H регламентирует стандарт EN 10025-2:2004 [10]. Необходимо отметить, что прямого соответствия между марками стали по европейским стандартам и по отечественным стандартам нет. Можно лишь примерно сопоставить их. Например, ближайшим аналогом стали S355J2H в России является марка 17Г1С, в США (ASTM/ASME) – A656, в Германии (DIN) – St52-3N, в Англии (BS 4360) – 50D, в Испании (UNE 36-080) – AE 355 D, в Италии (UNI 7070) – Fe 510 D, в Бельгии (NBN A 21-101) – AE 355-D, в Пор-

тугалии (NP 1729) – Fe 510-D, в Австрии (M 3116) – St 510 D, в Норвегии (NS) – NS 12 153, в Японии (JIS) – SS490YA, в Китае (GB) – Q345D, в Швеции (SS) – 2134-01 [11, 12]. Учитывая отсутствие стандартов, устанавливающих единые требования и классификацию сталей, выпускаемых в разных странах, представляет интерес оценка качества стали, выпускаемой по европейским стандартам, и стабильности основных характеристик этого материала.

Для решения этой задачи были проведены исследования стали марки S355J2H из изготавливаемых из нее труб бесшовных в независимой аккредитованной лаборатории, а также выпол-

нена статистическая обработка данных о качестве за второе полугодие 2016 года при объёме выборки 299 партий. Полученные результаты испытаний стали по показателям условного предела текучести, временного сопротивления разрыву и относительному удлинению приведены в таблицах 3-5 и представлены графически в виде гистограмм распределения на рисунках 2-4. В рамках данного исследования были рассчитаны индексы возможностей процесса и ожидаемый уровень бракованной продукции на выходе технологического процесса [13].

Для условного предела текучести нормативным документом на сталь нормируется толь-

ко нижняя граница: $LSL = 355$ МПа. Рассчитанные значения индексов C_{pl} и $C_{pk} < 1$, что свидетельствует о неудовлетворительной способности процесса выпускать продукцию на уровне нормативных требований: прогнозируемый уровень брака составляет 6,42 %. Однако при полной автоматизации производства и соблюдении всех требований технологического регламента на производство, предполагаемый уровень брака минимален, а фактический сведен к нулю, что подтверждается результатами контроля свойств труб из данной марки стали (табл. 3)

Таблица 3

Результаты статистической обработки результатов испытаний условного предела текучести

Условный предел текучести, МПа				
Среднее значение		393,29		Количество брака 0 штук
Среднеквадратичное отклонение		25,19		
Минимальное значение		355		
Максимальное значение		547		
Размах процесса (Xmax – Xmin)		192		
Запас технологической точности		1,52		
Индекс возможности процесса C _{рl}		0,51		
Индекс возможности процесса C _{рu}				
Индекс возможности процесса C _{рk}		0,51		
Индекс возможности процесса C _р				
Границы годного		Прогноз доли брака, %		
min	max	по min	по max	итого
355,0		6,42 %	0,00 %	6,42 %
		Фактический уровень брака, %		
		0.00 %	0.00 %	0.00 %

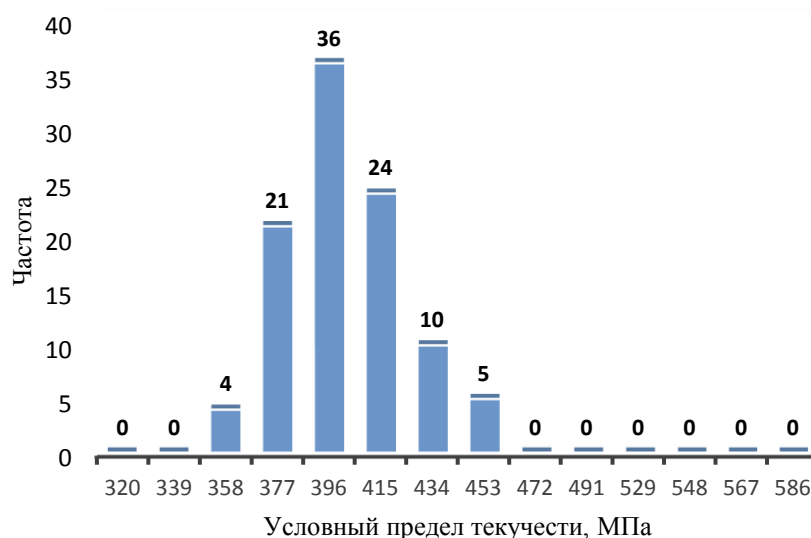


Рис. 2. Гистограмма распределения значений условного предела текучести стали

Временное сопротивление разрыву соответствует нормативным требованиям к данному показателю: $LSL=470$ МПа, $USL=630$ МПа. Рас-

считанные индексы возможностей процесса C_{pl} , C_{pu} , C_{pk} и $C_p > 1$, прогнозируемые и фактические уровни брака продукции по данному пока-

зателю близки к нулю (табл. 4). Аналогичные значения статистических показателей были по-

лучены при обработке результатов испытаний относительного удлинения стали (табл. 4).

Таблица 4

Результаты статистической обработки результатов испытаний временного сопротивления разрыву

Временное сопротивление разрыву, МПа				
Среднее значение		548,86		Количество брака 0 штук
Среднеквадратичное отклонение		21,52		
Минимальное значение		470		
Максимальное значение		601		
Размах процесса (Xmax – Xmin)		131		
Запас технологической точности		3,66		
Индекс возможности процесса Cpl		1,22		
Индекс возможности процесса Cpu		1,26		
Индекс возможности процесса Cpk		1,22		
Индекс возможности процесса Cp		1,24		
Границы годного		Прогноз доли брака, %		
min	max	по min	по max	итого
470,0	630,0	0,01 %	0,01 %	0,02 %
		Фактический уровень брака, %		
		0.00 %	0.00 %	0.00 %

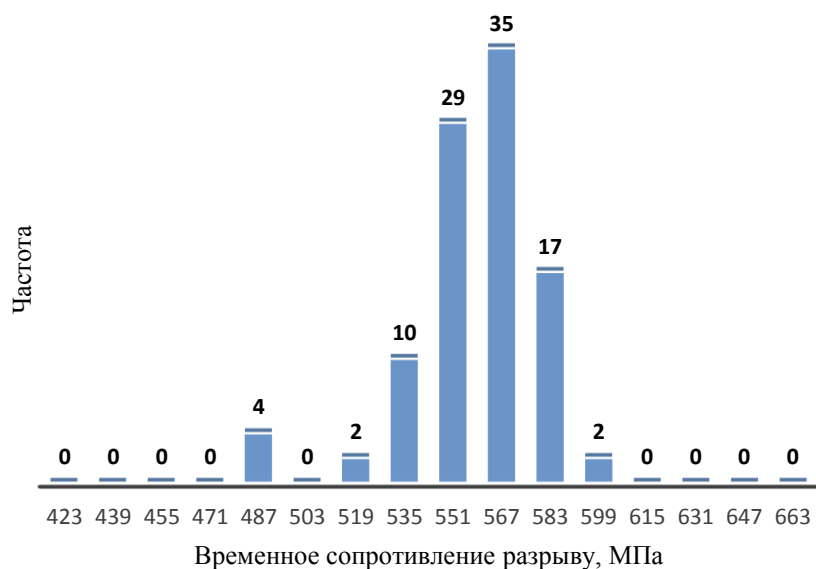


Рис. 3. Гистограмма распределения значений временного сопротивления разрыву стали

Таблица 5

Результаты статистической обработки результатов испытаний относительного удлинения

Относительное удлинение, %				
Среднее значение		30,42		Количество брака 0 штук
Среднеквадратичное отклонение		2,56		
Минимальное значение		25		
Максимальное значение		42,5		
Размах процесса (Xmax – Xmin)		17,5		
Запас технологической точности		2,12		
Индекс возможности процесса Cpl		1,10		
Индекс возможности процесса Cpu				
Индекс возможности процесса Cpk		1,10		
Индекс возможности процесса Cp				
Границы годного		Прогноз доли брака, %		
min	max	по min	по max	итого
22,0		0,05%	0,00%	0,05%
		Фактический уровень брака, %		
		0.00%	0.00%	0.00%

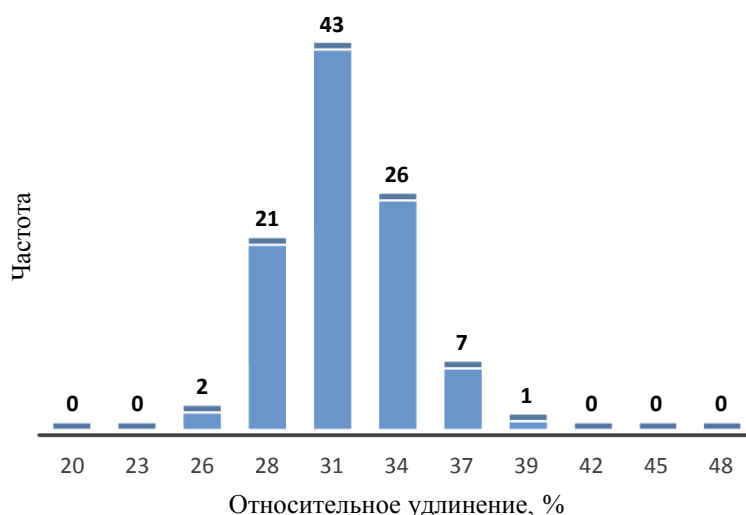


Рис. 4. Гистограмма распределения значений временного сопротивления разрыву стали

Представленные на рис. 2–4 гистограммы распределения параметров свидетельствуют об их близости к нормальному, что иллюстрирует управляемое состояние процесса, в котором действуют только обычные причины вариаций.

Выполненный расчет индексов воспроизводимости позволяет получить дополнительную информацию о протекании технологического процесса и его способности стабильно выпускать качественную продукцию. Необходимость обеспечения качества стали и стабильности ее характеристик диктуется требованиями Технического регламента Таможенного союза на трубы, работающие под давлением «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТРТС 032/2013) [14]. При грамотной организации пооперационного контроля и проведении всех необходимых исследований, возникновение брака готовой продукции, обусловленного качеством исходного сырья (стали), можно предотвратить. Однако, нестабильность химического состава стали и отклонения содержания химических элементов от требуемых значений вызывает необходимость корректировки ее состава, проведения дополнительных испытаний, что снижает эффективность производственного процесса и увеличивает затраты на контроль.

Из японского подхода "кайдзен", и приобретающей все большее распространение концепции "6 сигма" следует, что необходимо стремиться к сокращению всех видов потерь, одним из видов которых являются затраты на переделку и лишний контроль [15–18].

На основании проведенного исследования можно рекомендовать устанавливать в документах на технологические процессы и процессы системы менеджмента качества такие показатели их качества как индексы воспроизводимости

и пригодности – Ср и Срк, результаты расчета которых и применение на производстве были продемонстрированы выше. Эти показатели позволяют прогнозировать уровень несоответствий с учетом и без учета настройки процесса на центр поля допуска, оперативно реагировать на изменения результатов технологических процессов, чтобы не допускать возникновения брака, а также позволяет сравнивать между собой разные по своей сути процессы, например, при проведении бенчмаркинга процессов, целью которого является поиск путей совершенствования изучаемых процессов на основе сравнения с лучшими аналогами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Татарченко Д.М. Металлургия чугуна, железа и стали в общедоступном изложении. М.: Изд. ГТТИ, 1932. 492 с.
2. Власенко А.В., Скрыбин В.В., Пацук О.В. Рынок черной металлургии. Новосибирск: Изд. Центр развития научного сотрудничества, 2016. С. 86–91.
3. Черносотова Е.С. К вопросу о разработке систем менеджмента качества // Материалы Междунар. научно-практ. интернет-конф. «Актуальные проблемы менеджмента качества и сертификации». Белгород: БГТУ, 2006. С. 95–97.
4. Куприянов А.Н. Перспективы разработки интегрированных систем менеджмента для предприятий Белгородской области / Молодежь и научно-технический прогресс: материалы X междунар. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. С. 132–134.
5. ГОСТ Р ИСО 11462-1-2007 Статистические методы. Руководство по внедрению стати-

стического управления процессами. Часть 1. Элементы. М.: Изд. Стандартинформ, 2007. 24 с.

6. Юракова Т.Г., Черноситова Е.С. Прогнозирование показателей качества искусственных пигментов на основе регрессионного анализа // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. № 1. С.84–87.

7. Денисова Ю.В., Черноситова Е.С., Косухин М.М. Оценка стабильности качества каменной бетонных стеновых // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. №1. С.93–96.

8. Жулинский С.Ф., Новиков Е.С., Поспелов В.Я. Статистические методы в современном менеджменте качества. М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2001. 207 с.

9. Юракова Т.Г., Казаков Д.А. Особенности применения статистических методов управления качеством в машиностроительной отрасли // Материалы Междунар. научно-практ. интернет-конф. «Актуальные проблемы менеджмента качества и сертификации». Белгород: БГТУ, 2016. С.193–196.

10. EN 10025-2:2004 Изделия горячекатаные из конструкционных сталей. Часть 2. Технические условия поставки для нелегированной конструкционной стали. М.: МНТКС, 2004. 38 с.

11. Колосков М.М., Долбенко Е.Т., Кашировский Ю.В., Зубченко А.С. Марочник стали и сплавов. М.: Изд. Машиностроение, 2003. 784 с.

12. Сорокин В.Г., Гервасьев М.А. Стали и сплавы. Марочник. М.: Изд. Интермет Инжиниринг, 2001. 608 с.

13. ГОСТ Р 50779.46 –2012 Статистические методы. Управление процессами. Часть 4. Оценка показателей воспроизводимости и пригодности процессов. М.: Изд. Стандартинформ, 2012. 43 с.

14. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением" (ТР ТС - 032/2013). М.: МНТКС, 2013. 81 с.

15. Масаки Имаи Кайдзен. Ключ к успеху японских компаний. М.: Изд. Альпина Паблишер, 2011. 274 с.

16. Виноградова А.Ю. Применение инструментов контроля качества при производстве металлопродукции в ПАО ЧМК. М.: Изд. Интермет Инжиниринг, 2017. С. 63–66.

17. Курбан В. В., Салганик В. М., Песин А. М., Федоров Д. С. Совершенствование системы управления качеством холодного и горячего проката в ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат». М.: Изд. Металлургиздат, 2011. С.63–67.

18. Андросенко М.В. Современные инструменты контроля качества продукции. Курск: Изд. ИП Пучков И.И., 2015. С. 29–31

Yurakova T.G., Chernositova E.S., Levitskaya K.M.

TOPICAL ISSUES OF ENSURING THE QUALITY OF STEEL AS A MAIN COMPONENT OF ENGINEERING PRODUCTS

The results of statistical processing of data on the quality of the steel used for the manufacture of seamless pipes are presented. The calculated indices of the technological processes of production and estimated actual and the predicted level of defective products. Recommendations on the use of indices of potential of the processes in the quality control of products.

Key words: steel, statistical processing of data on the quality, indexes of the capabilities of processes, the level of defective products.

Юракова Татьяна Геннадиевна, кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и управления качеством.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: tatjana.2006@mail.ru

Черноситова Елена Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и управления качеством.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: ES-Helen@ya.ru

Левицкая Ксения Михайловна, студент кафедры стандартизации и управления качеством.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: levickayalevickaya@gmail.com

*Парфенюкова Е.А., асс., магистрант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Ширина Н.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина*

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

schnv02@mail.ru

Приводятся основные положения регулирования оценочной деятельности в РФ на современном этапе, а именно, рассматривается действующая система регулирования оценочной деятельности, состоящая из федерального закона №135-ФЗ и системы стандартов; проведена четкая грань между тремя уровнями системы регулирования оценочной деятельности и строго разграничены полномочия в этой сфере.

Ключевые слова: *оценочная деятельность, саморегулируемые организации, федеральные стандарты оценки, регулирование оценки.*

Под оценочной деятельностью в законодательстве Российской Федерации понимается профессиональная деятельность субъектов оценочной деятельности – специалистов-оценщиков, направленная на установление рыночной или иной стоимости (инвестиционной, ликвидной и др.) объектов гражданских прав (недвижимого и движимого имущества, в том числе имущественных прав, работ и услуг, информации, результатов интеллектуальной деятельности и прав на них, нематериальных благ) [1].

Результаты оценки используются различными участниками рынка. Например, при рассмотрении имущественных споров, когда каждая из сторон преследует свой экономический интерес, нередко обращаются к оценщикам. В таких условиях нередко возникает проблема противостояния оценщика давлению заинтересованных сторон или различных обстоятельств. Очевидно, что встает вопрос об обеспечении единообразных и унифицированных подходов к оценке, о разработке соответствующих механизмов, основанных на принципах сбалансированного сочетания государственного и негосударственного контроля, осуществляемого в целях обеспечения защиты интересов потребителя оценочных услуг и третьих лиц, т.е. о регулировании оценочной деятельности.

Действующая система регулирования оценочной деятельности в России сложилась постепенно, по мере развития как рыночных отношений, связанных с оценкой, так и нормативной базы.

Достаточно долгий период, до 1998 года, оценочная деятельность в России осуществлялась без полноценного нормативно-правового регулирования. Первая редакция Закона об оценке была принята только 29.07.1998 г. До этого момента оценка выполнялась в зависимо-

сти от внутренних представлений конкретного «оценщика» и заказчика его работ (более того, до 1996 года отсутствовала даже сама профессия «оценщик»).

Например, многие отчеты об оценке начала 90-х годов XX века представляли собой брошюры объемом в 10–15 страниц, из которых непосредственно к расчету стоимости относились примерно 2–3 страницы (прочие включали: титульный лист, оглавление, сопроводительное письмо-обращение, описание регалий и опыта работы оценщика, список использованных источников, копии разного рода благодарственных писем).

Сегодня оценочная деятельность осуществляется в соответствии с международными договорами Российской Федерации, федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, регулирующими отношения, возникающие при осуществлении оценочной деятельности. Законодательными и иными нормативными правовыми актами субъектов РФ оценочная деятельность регулироваться не может [2]. Правовые основы регулирования оценочной деятельности в отношении объектов оценки, принадлежащих Российской Федерации, субъектам Российской Федерации или муниципальным образованиям, физическим лицам и юридическим лицам, для целей совершения сделок с объектами оценки, а также для иных целей определяет Федеральный закон, принятый 29 июля 1998 г. № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации», который многократно подвергался редакционным изменениям и действует по настоящее время [1].

Он закрепляет общие нормы, регулирующие оценочную деятельность, с которыми должны быть согласованы касающиеся оценочной деятельности нормы отраслевого законода-

тельства (гражданского законодательства, законодательства о приватизации, об исполнительном производстве, о бухгалтерском учете, о налогах и сборах и т.д.).

Закон носит характер специального. Это означает, что если существуют противоречия между нормами общего и специального закона, то руководствоваться следует нормами последнего. Нормы Закона детализируются в постановлениях Правительства России и федеральных органов исполнительной власти, уполномоченных Правительством РФ на осуществление

надзора и нормативно-правового регулирования оценочной деятельности и деятельности СРО.

Отметим, что некоторые нормы Закона закреплены на основании положений Международных стандартов оценки, разработанных Международным комитетом по стандартам оценки имущества (МКСОИ, The International Assets Valuation Standards Committee, TIAVSC). Кроме того, Европейской группой ассоциаций оценщиков (ЕГАО) приняты Европейские стандарты оценки (ЕСО) (рис. 1) [3, 4].



Рис. 1. Нормативно-правовая основа оценочной деятельности

В первой главе Закона дается определение понятия «оценочная деятельность», определяется субъектный состав отношений, объекты оценки, закреплено право Российской Федерации, ее субъектов и муниципальных образований, т.е. публичных образований, а также физических лиц и юридических лиц, т.е. частных и корпоративных лиц, на проведение оценки любых принадлежащих им объектов оценки, установлена презумпция определения рыночной стоимости при оценке объектов, предусмотрены случаи обязательного проведения оценки.

Вторая глава Закона посвящена основаниям для проведения оценочной деятельности. Глава определяет обязательные требования к договору на проведение оценки, требования к содержанию отчета о проведении оценки, предусматривает возможность судебного оспаривания достоверности величины рыночной или иной стоимости объекта оценки, установленной в отчете оценщика, устанавливает права и обязанности оценщика и лица, заключившего с ним договор, предусматривает независимость оценщика.

Третья глава посвящена регулированию оценочной деятельности. В ней установлен порядок регулирования оценочной деятельности, функции уполномоченных органов, порядок деятельности саморегулируемых организаций (СРО), их права и обязанности, определен порядок обеспечения имущественной ответственности при осуществлении оценочной деятельности, предусмотрено обязательное страхование

ответственности оценщика при осуществлении оценочной деятельности.

Глава III.1 посвящена государственной кадастровой оценке. Отметим, что с 1 января 2017 года вступил в силу Федеральный закон от 03.07.2016 № 237-ФЗ «О государственной кадастровой оценке» [5]. Переходный период устанавливается с 1 января 2017 года до 1 января 2020 года. В течение переходного периода государственная кадастровая оценка может проводиться в соответствии с Федеральным законом от 03.07.2016 № 237-ФЗ или в соответствии с № 135-ФЗ с учетом особенностей, предусмотренных федеральными законами.

В четвертой главе приводятся заключительные положения Закона. Данный Закон является динамично развивающимся, практически каждый год в него вносятся поправки и дополнения.

Одним из важнейших механизмов регулирования оценочной деятельности также является система стандартов. Возможность проведения объективной оценки обеспечивается через важнейший принцип деятельности оценщиков – их независимость, что означает осуществление деятельности не согласно чьим-то пожеланиям и интересам, а в соответствии с нормами и стандартами [6].

В связи с переходом к саморегулированию в сфере оценочной деятельности установлено деление стандартов оценочной деятельности на федеральные стандарты оценки, разрабатываемые НСОД (Национальным советом по оценоч-

ной деятельности) и утверждаемые Минэкономразвития России, и стандарты и правила оце-

ночной деятельности, разрабатываемые и утверждаемые СРО (рис. 2) [7].



Рис. 2. Стандарты оценочной деятельности

Федеральные стандарты оценки (ФСО) разрабатываются на основе международных стандартов оценки, что обусловлено процессами интеграции России в международное экономическое сообщество. Требования федеральных стандартов оценки обязаны соблюдать все оценщики при осуществлении оценочной деятельности, а требования стандартов и правил оценочной деятельности - оценщики, являющиеся членами СРО, разработавшей и утвердившей данные стандарты и правила, т.е. требования стандартов и правил оценочной деятельности, разработанных и утвержденных СРО, обязаны соблюдать только те оценщики, которые являются членами данной СРО.

Таким образом, логическим развитием положений, заложенных в Законе об оценке №135-ФЗ, явились стандарты оценки. В 2001 году постановлением Правительства России были утверждены первые из них, заложившие детализацию регулирования оценочной деятельности [8]. С 2007 года на смену указанным стандартам пришла совокупность полноценных Федеральных стандартов оценки (ФСО), систематически охватывающих различные аспекты оценочной деятельности. По состоянию на 2017 год утверждено 13 ФСО.

Законом об оценке проведена четкая грань между тремя уровнями системы регулирования оценочной деятельности и строго разграничены полномочия в этой сфере (рис. 3).



Рис. 3. Регулирование оценочной деятельности

Высший уровень в иерархии принадлежит федеральным органам исполнительной власти, уполномоченным Правительством РФ, осуществляющим государственное регулирование

оценочной деятельности и деятельности саморегулируемых организаций оценщиков (СРО О) в части надзора и нормативно-правового регулирования. В соответствии со ст. 19 Закона функ-

циями уполномоченных федеральных органов являются:

- выработка государственной политики в области оценочной деятельности;
- нормативно-правовое регулирование в области оценочной деятельности, утверждение федеральных стандартов оценки;
- ведение единого государственного реестра саморегулируемых организаций оценщиков;
- осуществление надзора за выполнением саморегулируемыми организациями оценщиков требований законодательства;
- обращение в суд с заявлением об исключении саморегулируемой организации оценщиков из единого государственного реестра саморегулируемых организаций оценщиков.

Второй уровень - Национальный совет по оценочной деятельности (НСОД), осуществляющий регулирование оценочной деятельности в части разработки федеральных стандартов оценки [9]. Национальный совет является негосударственным институтом и создается саморегулируемыми организациями оценщиков в целях обеспечения общественных интересов, формирования единых подходов к осуществлению оценочной деятельности, выработки единой позиции оценщиков по вопросам регулирования их деятельности, координации деятельности саморегулируемых организаций оценщиков, а также в целях взаимодействия саморегулируемых организаций оценщиков с федеральными органами государственной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и потребителями услуг в области оценочной деятельности.

Определены функции НСОД, к которым отнесены:

- разработка федеральных стандартов оценки;
- рассмотрение проектов нормативных правовых актов, регулирующих оценочную деятельность, и рекомендация их к утверждению уполномоченным федеральным органом;
- рассмотрение обращений, ходатайств, жалоб саморегулируемых организаций оценщиков и потребителей соответствующих услуг, создание общероссийского третейского суда в сфере оценочной деятельности.

На третьем уровне системы регулирования оценочной деятельности находятся саморегулируемые организации оценщиков (СРО). К функциям таких организаций отнесены:

- разработка и утверждение стандартов и правил оценочной деятельности, правил и условий приема в члены организации;
- ведение реестра;

- определение прав и обязанностей таких организаций, в том числе: формирование компенсационного фонда для обеспечения ответственности своих членов, контроль за соблюдением членами организации требований законов, федеральных стандартов оценки, стандартов и правил оценочной деятельности. В некоторых случаях СРО вправе применять меры дисциплинарного воздействия к своим членам, исключать их из состава СРО, а также отказывать в принятии новых членов.

СРО выполняют как регулирующие, так и контрольные функции.

К числу регулирующих функций СРО следует отнести:

- разработку и утверждение стандартов и правил оценочной деятельности, правил деловой и профессиональной этики;
- разработку и утверждение правил и условий приема в члены СРО, дополнительных требований к порядку обеспечения имущественной ответственности своих членов при осуществлении оценочной деятельности, установление размера членских взносов и порядка их внесения;
- представление интересов своих членов в их отношениях с федеральными органами государственной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, а также с международными профессиональными организациями оценщиков;
- организацию информационного и методического обеспечения своих членов.

Регулирующей является и функция оспаривания в суде актов органов государственной власти и органов местного самоуправления и действий (бездействия) этих органов, нарушающих права и законные интересы всех или части членов СРО.

Контрольными функциями СРО являются:

- контроль над осуществлением членами СРО оценочной деятельности в части соблюдения ими требований комментируемого Закона, других федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, федеральных стандартов оценки, стандартов и правил оценочной деятельности, а также правил деловой и профессиональной этики;
- ведение реестра членов СРО и предоставление информации, содержащейся в этом реестре, заинтересованным лицам в порядке, установленном уполномоченным федеральным органом, осуществляющим функции по нормативно-правовому регулированию оценочной деятельности;
- прием в члены и исключение из членов СРО по основаниям, предусмотренным коммен-

тируемым Законом и внутренними документами СРО.

К этой же группе функций относится и раскрытие информации СРО.

До конца 2007 года регулирование оценочной деятельности в России осуществлялось государством через механизм лицензирования.

Структурой, непосредственно выдававшей лицензии, а также осуществлявшей проверку

соблюдения лицензионных требований, являлось Федеральное агентство по управлению федеральным имуществом (Росимущество).

С 2008 года оценочная деятельность переведена на механизм саморегулирования – ряд функций по регулированию отрасли передан профессиональным объединениям оценщиков, имеющим статус саморегулируемых организаций (рис. 4).

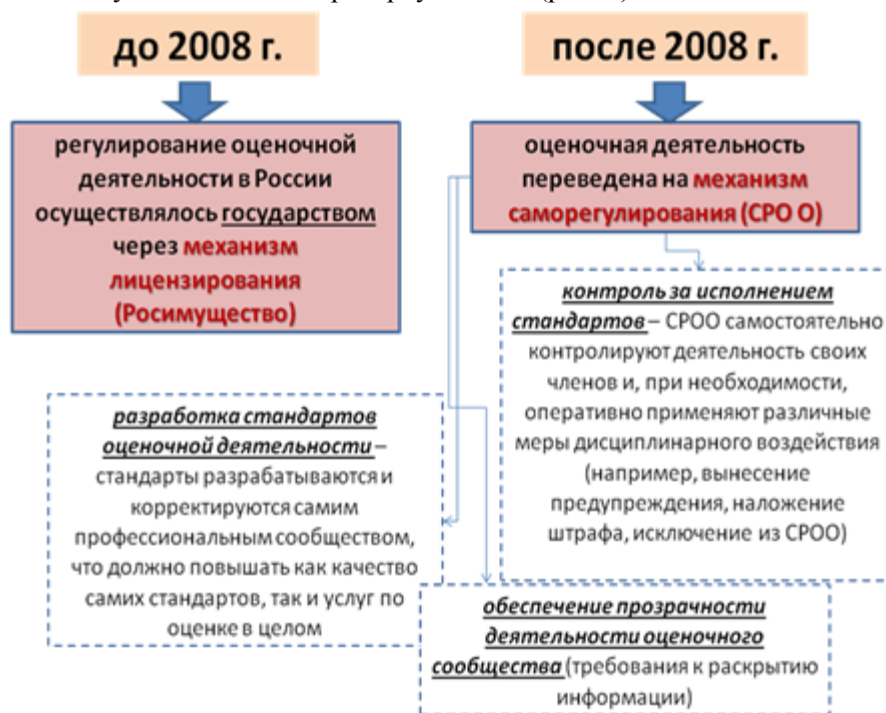


Рис. 4. Основные изменения в регулировании оценочной деятельности в России

Таким образом, в общем виде сущность саморегулирования базируется на следующих основных положениях:

- разработка стандартов оценочной деятельности – стандарты разрабатываются и корректируются самим профессиональным сообществом, что должно повышать как качество самих стандартов, так и услуг по оценке в целом;
- контроль за исполнением стандартов – СРОО самостоятельно контролируют деятельность своих членов и, при необходимости, оперативно применяют различные меры дисциплинарного воздействия (например, вынесение предупреждения, наложение штрафа, исключение из СРОО);
- обеспечение прозрачности деятельности оценочного сообщества (требования к раскрытию информации).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 29.07.1998 № 135-ФЗ (ред. от 03.07.2016, с изм. от 05.07.2016) «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017)

[Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru>

2. Сафарян К.В. Оценочная деятельность: понятие, нормативная база, механизмы регулирования [Электронный ресурс]. URL: <http://lexandbusiness.ru/view-article.php?id=2279>

3. Сафарян К.В. Инновационный бизнес: практические аспекты оценки активов [Электронный ресурс]. URL: <https://profilib.com/chtenie/20893/karina-safaryan-innovatsionnyy-biznes-prakticheskie-aspekty-otsenki-aktivov-2.php>

4. Международным комитетом по стандартам оценки [Электронный ресурс]. URL: <http://mirznanii.com/a/262933/mezhdunarodnym-komitetom-po-standartam-otsenki>

5. Федеральный закон от 03.07.2016 № 237-ФЗ «О государственной кадастровой оценке» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru>

6. Механизмы регулирования оценочной деятельности [Электронный ресурс]. URL: http://studbooks.net/958516/pravo/mehanizmy_regulirovaniya_otsenочноy_deyatelnosti

7. Саморегулирование в оценочной деятельности [Электронный ресурс]. URL: <http://bfmac.com/otvety-na-voprosy-chitatelej/samoregulirovanie-v-otsenочноj-deyatelnosti.html>

8. Стандарты оценки, обязательные к при-

менению субъектами оценочной деятельности, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 06.07.2001 г. №519 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru>

9. Официальный сайт Национального совета по оценочной деятельности [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--d1ardl.xn--p1ai/?yclid=2850941304200498099>

Parfenyukova E.A., Shirina N.V.

LEGAL BASES AND REGULATION OF EVALUATION ACTIVITIES

The fundamental provisions of regulating evaluation activities in the Russian Federation nowadays are presented, namely, the current system of evaluation activities regulation, consisting of the Federal Law №135-FZ and the system of standard documents, is considered; a clear demarcation between the three levels of evaluation activities regulation system and between the decision authorities in this sphere is provided.

Key words: *evaluation activities, self-regulated organizations, Federal standards of evaluation, evaluation activities regulation.*

Ширинa Наталья Владимировна, кандидат технических наук, доцент
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46
E-mail: schnv02@mail.ru

Парфенюкова Елизавета Артуровна, магистрант.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46
E-mail: schnv02@mail.ru

Научное издание

«Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова»
№ 6, 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 10.05.17. Подписано в печать 05.06.17. Формат 60×84/8
Усл. печ. л. 25,46. Уч.-изд. л. 27,38.
Тираж 1000 экз. Заказ 84. 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

