

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. В.Г. ШУХОВА

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЕСТНИК

БГТУ им. В.Г. ШУХОВА

№ 7, 2016 год

Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова

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

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

Редакционная коллегия по основным направлениям работы журнала:

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

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

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

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

д-р экон. наук, проф. Дорошенко Ю.А.;

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

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

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

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

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

д-р техн. наук, проф. Шаповалов Н.А.

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

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Низина Т.А., Селяев В.П., Инин А.Е. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЖИДКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ С УЧЕТОМ КОЛИЧЕСТВА СЛОЕВ И ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЙ	6
Иванченко В.Т., Басов Е.В. ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА СВОЙСТВА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	12
Баранов Е.В., Шелковникова Т.И., Хорина А.В. ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА СВЕТЛЫХ ТОНОВ	18
Денисова Ю. В., Тарасенко В. Н., Лесовик Р. В., Митрохин А.А. ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ШТУКАТУРНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ	22
Болтенкова О.Е. СИНТЕЗ ГРУНТОВОГО КОМПОЗИТА ИЗ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ РЕГИОНА КМА	27
Сулейманова Л.А., Козлюк А.Г., Глаголев Е.С., Марушко М.В. К ВОПРОСУ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ	32
Баранов Е.В., Шелковникова Т.И. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ И СТРУКТУРНАЯ ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ СИЛИКАТНОЙ СЕТКИ И ПОВЕРХНОСТИ СТЕКОЛ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВОДЫ И ВОДЯНОГО ПАРА	37
Лебедев В.М., Ломтев И.А. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЕКТОВ ПОТОЧНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ И КОМПЛЕКСОВ	41
Сергеев М.С., Лукина А.В., Грибанов А.С., Стрекалкин А.А. РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕРЕВОКОМПОЗИТНЫХ БАЛОК С СИММЕТРИЧНЫМ АРМИРОВАНИЕМ	46
Репин В.А., Рощина С.И., Максименко М.О., Садовников Ю.С. ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ БАЛОК, УСИЛЕННЫХ ШПРЕНГЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ НА ЧАСТИ ПРОЛЁТА	50
Иванов Д.С. АНАЛИЗ ОПЫТА РЕНОВАЦИИ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НЕКОТОРЫХ ПОСТСОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ СТРАН	54
Крушельницкая Е.И. ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНОГО КАРКАСА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ОСНОВЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ ОТДЫХА И ТУРИЗМА	59
Абасс Хиба ФАКТОРЫ, ПОВЛИЯВШИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ТРАДИЦИОННОГО ЖИЛОГО ДОМА АРАБСКОГО И ОСМАНСКОГО ПЕРИОДА (С VII в. ПО НАЧАЛО XX в.)	66
Ковальченко О.В., Калатоzi В.В., Яковлев О.А., Калатоzi Э.К. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТАНИЯ БЫСТРОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ВАРИАНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	70
Перькова М.В., Заикина А.С. ХАРАКТЕРИСТИКА ОТКРЫТЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ КАК СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ	74
Плотников К.В., Логачев И.Н., Уваров В.А. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЭЖЕКТИРУЕМОГО ВОЗДУХА ПРИ РАЗГРУЗЕ ДУМПКАРОВ В ПРИЕМНУЮ ВОРОНКУ КОРПУСА КРУПНОГО ДРОБЛЕНИЯ	78
Крюков И.В., Логачев И.Н., Уваров В.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ВОЗДУХА В ПЕРФОРИРОВАННОМ ЖЕЛОБЕ С БАЙПАСНОЙ КАМЕРОЙ, НАХОДЯЩИМСЯ ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ	85

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Кузнецова В.Н. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ СЖИМАЕМОСТИ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ	90
Тышкевич Л.Н. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В СУРОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	94
Семикопенко И.А., Воронов В.П., Трофимов И.О., Ченцов А.Е. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СМЕШЕНИЯ В КАМЕРЕ ПОМОЛА ДЕЗИНТЕГРАТОРА	98
Алейников А.Ю., Афонин А.Н., Гладышев А.Р. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗМЕЕПОДОБНОГО РОБОТА ДЛЯ ИНСПЕКЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ	103
Романович А.А., Воробьев Н.Д., Апухтина И.В. РАСЧЕТА УСИЛИЯ УПЛОТНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ВАЛКОВОМ УСТРОЙСТВЕ	107
Папикян А.М. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	112
Бойко А.Ф., Лойко А.М., Переверзев С.С., Шинкарев И.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОФАКТОРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ИЗНОСА ЭЛЕКТРОДА-ИНСТРУМЕНТА ПРИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ПРОШИВКЕ МИКРООТВЕРСТИЙ	116
Бешевли О.Б., Дуюн Т.А. ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ БАББИТА	122

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Аверкова О.А., Уваров В.А., Горлов А.С., Логачев А.К., Толмачева Е.И. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРЫВНОГО ТЕЧЕНИЯ НА ВХОДЕ В КРУГЛЫЙ ВСАСЫВАЮЩИЙ КАНАЛ ПРИ НАЛИЧИИ НАБЕГАЮЩЕГО ПОТОКА	128
Шапгала В.В., Тельнова В.Р. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ	136
Борзов Д.Б., Каргамышев А.В., Ткачев П.Ю. АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ	141
Щербинин И. А., Щербинина О.А., Альдженди Р. УЛУЧШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКОГО КОНТРОЛЛЕРА	147

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Гребенюк А.А., Борисов И.Н. ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ФЕРРИТНОГО ОТХОДА С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ β -КВАРЦА	152
Шайхиев И.Г., Степанова С.В., Свергузова С.В. УДАЛЕНИЕ ИОНОВ КОБАЛЬТА ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ИЗ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ <i>PISUM SATIVUM</i>	159
Медведев Е.Ф., Минько Н.И. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТЕКЛЯННЫХ МИКРОСФЕР ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ СОСТАВОВ	167

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Брянцева Т.А., Шевченко М.В. ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	175
Моисеев В.В. АНТИКРИЗИСНАЯ ПОЛИТИКА РОССИИ	181
Чижова Е.Н. ЭКОНОМЕТРИКА И ВКЛАД В. К. ДМИТРИЕВА В ЕЕ РАЗВИТИЕ	187
Рудычев А.А., Кажанова Е.Ю. ЭВОЛЮЦИЯ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ	193
Головчанская Е.Э. ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ В СОВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ФОРМАХ ИНТЕГРАЦИИ ГОСУДАРСТВА, ОБРАЗОВАНИЯ И БИЗНЕСА	199
Щетинина Е.Д., Кучерявенко С.А., Климова Т. Б., Коннова А.В. СИСТЕМА ФАКТОРОВ И ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ КАК МЕРЫ ХАОТИЧНОСТИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ	203
Шилькова В.В. ОЦЕНКА ИНСТИТУЦИАЛИЗАЦИИ НЕКОММЕРЧЕСКОГО СЕКТОРА В ЦЕЛЕВОМ ФОРМАТЕ СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА	210
Даниленко Е.П., Щербакова М.И. «ВТОРАЯ ЖИЗНЬ» МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ	216
Безуглый Э.А., Кутергин Н.Б., Алексеев Н.А., Ковалева Е.Г. КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА	222
Масловская А.Г. ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВУЗА КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА	226
Чмирева Е.В., Сорокина Е.С. РАЗВИТИЕ МОЛОДЁЖНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА И РЕМЕСЛЕННОСТВА В СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ И МАЛЫХ ГОРОДАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	232
Пустынникова Е.В., Романова М.М. ОСОБЕННОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ИНТЕГРАЦИИ	236
Мурадова З.Р., Магомедова З.М. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР РЫНКА НЕДВИЖИМОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН	242

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

*Низина Т.А., д-р техн. наук, проф.,
Селяев В.П., академик РААСН, д-р техн. наук, проф.,
Инин А.Е., аспирант
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЖИДКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ С УЧЕТОМ КОЛИЧЕСТВА СЛОЕВ И ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЙ

nizinata@yandex.ru

В статье приведены результаты экспериментальных исследований коэффициента теплопроводности жидких теплоизоляционных покрытий, а также определено влияние количества слоев покрытия на плотность теплового потока и термическое сопротивление образцов жидкого теплоизоляционного покрытия. Теплоизоляционные показатели жидкого теплоизоляционного покрытия определены на плоском трехслойном образце с помощью прибора ИТС-1. В ходе проведенных исследований получены зависимости изменения плотности теплового потока, термического сопротивления и коэффициента теплопроводности в зависимости от толщины слоя ЖТП. Установлено, что наименьший разброс показателей наблюдается для покрытий толщиной 3÷6 мм.

Ключевые слова: жидкое теплоизоляционное покрытие, плотность теплового потока, термическое сопротивление, коэффициент теплопроводности, тепловая защита.

Проблема рационального использования энергетических ресурсов в последнее десятилетие стала актуальной для всего мира. Энергетика является основой экономической безопасности нашей страны, так как именно она формирует и определяет возможности развития экономики, конкурентоспособность производимой продукции и эффективность производства [1].

Наша страна является одним из мировых лидеров по производству и потреблению тепловой энергии на обогрев зданий и сооружений, уступая при этом в 2÷3 раза по показателям удельного потребления тепловой энергии на отопление, отнесенным к единице площади, странам, расположенным в той же климатической зоне (Канада, страны Скандинавии). При этом мы несем огромные потери энергетических ресурсов: до 70 % на отоплении зданий и до 40 % при транспортировке [2].

Один из путей снижения тепловых потерь через ограждающие конструкции зданий, сооружений, тепловых сетей и промышленного оборудования заключается в применении эффективных теплоизоляционных материалов. На сегодняшний день рынок теплоизоляционных материалов представлен широким выбором продукции, основная доля которого приходится на изделия из минеральной ваты (60÷70 %).

Сравнительно недавно на отечественном рынке стали появляться жидкие теплоизоляционные покрытия (ЖТП) для теплоизоляции фа-

садов зданий и инженерных коммуникаций. ЖТП представляют собой суспензию полимерного связующего, функциональных добавок, пигментов и тонкодисперсных порошков с низким значением коэффициента теплопроводности. К несомненным достоинствам ЖТП следует отнести: экологичность; пожаробезопасность; стойкость к атмосферным воздействиям; постоянный доступ к осмотру изолированной поверхности; удобство ремонта и монтажа [3].

Производители подобных составов заявляют сверхнизкие значения коэффициента теплопроводности (0,001÷0,0015 Вт/(м·К)), объясняя их уникальные теплоизоляционные свойства наличием в составе связующего вакуумированных микросфер с коэффициентом теплопроводности 0,00083 Вт/(м·К) [4]. Так же приводятся данные о том, что 1 мм такого покрытия по теплозащитным характеристикам соответствует 50 мм минеральной ваты [5]. Достоверность подобных заявлений о сверхнизких значениях коэффициента теплопроводности ЖТП оспаривается специалистами в области теплотехники.

К настоящему времени теплоизоляционные свойства ЖТП изучены не достаточно полно. Имеющиеся исследования теплоизоляционных характеристик подобных составов, проведенные различными авторами, часто показывают значительное расхождение в результатах измерения [6]. Неправильный расчет теплоизоляционных показателей строительных материалов может

привести к увеличению потерь тепловой энергии на теплоизолируемых объектах, а в ряде случаев – к выходу из строя инженерного оборудования.

Известен способ определения коэффициента теплопроводности ЖТП с помощью «вспомогательной стенки» [6], включающей два слоя материала, размещаемые на источнике тепла, один из которых с известным коэффициентом теплопроводности, а у второго коэффициент теплопроводности определяется по формуле:

$$\lambda_2 = \delta_2 \frac{\lambda_1 t_T - t_1}{\delta_1 t_1 - t_2} \quad (1)$$

где δ_1 и λ_1 – толщина и коэффициент теплопроводности материала с известным коэффициентом теплопроводности; t_T – температура источника тепла; t_1 – температура между слоями стенки; t_2 – температура наружной поверхности второго слоя; δ_2 – толщина слоя, коэффициент теплопроводности которого определяется.

Применять данный метод для определения коэффициента теплопроводности жидких теплоизоляционных покрытий возможно при известной теплопроводности одного из слоев, что не всегда возможно.

Также существует метод определения коэффициента теплопроводности жидких теплоизоляционных покрытий [7], сущность которого заключается в использовании многослойной плоскопараллельной стенки, состоящей из двух слоев материала, установленных на источник тепла, измерении температуры источника тепла, температур между двумя слоями материала и наружной поверхности. Коэффициент теплопроводности λ_u предлагается определять по формуле:

$$\lambda_u = \delta_u \frac{\lambda}{\delta} \left(1 - \frac{t_n}{t_u}\right) \quad (2)$$

где δ_u – толщина жидкого теплоизоляционного покрытия; δ – толщина слоя материала; λ – коэффициент теплопроводности материала; t_n – температура неизолированной наружной поверхности верхнего слоя; t_u – температура в контактной поверхности верхнего слоя материала и металлической пластины с теплоизоляцией.

В работе [8] предлагается использовать для определения коэффициента теплопроводности образцы цилиндрической формы, что позволяет создать существенный перепад между температурами стенки и окружающей среды, поскольку в слое теплоизоляции на криволинейных поверхностях характер распределения температуры в слое не является линейным. Коэффициент теплопроводности образца теплоизоляции цилиндрической формы λ находят по формуле:

$$\lambda = q \frac{r_1 \ln \frac{r_2}{r_1}}{(T_1 - T_2)} \quad (3)$$

где q – плотность теплового потока; r_1 – радиус наружной поверхности слоя теплоизоляции; r_2 – радиус внутренней поверхности слоя теплоизоляции; T_1 – температура наружной поверхности слоя теплоизоляции; T_2 – температура внутренней поверхности слоя теплоизоляции.

Несомненно, что при проведении исследований целесообразно использовать ГОСТовские средства испытаний, что позволяет получать надежную, воспроизводимую оценку изучаемых характеристик. При оценке теплопроводности и теплового сопротивления достаточно часто используют прибор «ИТС-1», позволяющий оценивать данные показатели с помощью метода стационарного теплового потока в соответствии с ГОСТ 7076-99.

Сущность метода заключается в создании стационарного теплового потока, проходящего через плоский образец определенной толщины и направленного перпендикулярно к лицевым (наибольшим) граням образца, измерении плотности этого теплового потока, температуры противоположных лицевых граней и толщины образца.

Согласно ГОСТ 7076-99, эффективная теплопроводность (коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)) материала определяется по формуле:

$$\lambda_{eff} = \frac{d}{R}, \quad (4)$$

где d – толщина образца, м; R – термическое сопротивление, м²·К/Вт.

Термическое сопротивление вычисляется как:

$$R = \frac{\Delta T}{q}, \quad (5)$$

где ΔT – разность температур между противоположными гранями образца, К; q – плотность стационарного теплового потока, проходящего через образец, Вт/м².

Для измерения теплопроводности сыпучего материала в ГОСТ предлагается размещать его в ящике, дно и крышка которого изготовлены из тонкого листового материала. При этом его термическое сопротивление R_u и эффективную теплопроводность λ_{effu} определяют по формулам:

$$R_u = \frac{\Delta T}{q_u} - 2R_L; \quad (6)$$

$$\lambda_{effu} = \frac{d_u}{\frac{\Delta T_u}{q_u} - 2R_L}, \quad (7)$$

где R_L – термическое сопротивление листового материала, из которого изготовлены дно и крышка ящика, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Технические характеристики измерителя теплопроводности «ИТС-1»:

- диапазон измерения теплопроводности – $0,02 \div 1,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- диапазон измерения теплового сопротивления – $0,01 \div 1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;
- пределы допускаемой относительной погрешности измерений теплопроводности и теплового сопротивления – $\pm 5 \%$;
- время измерения – $0,5 \div 2,5$ часа;
- рекомендуемая толщина измеряемого образца (согласно паспорту) – $10 \div 25$ мм, возможно снижение до 5 мм;
- размер поперечного сечения – 150×150 мм.

Из приведенного выше перечня видно, что толщина образца при использовании данного прибора не может быть меньше 5 мм. При этом существует необходимость определения коэффициента теплопроводности покрытий и меньшей толщины, что требует разработки методики подобных исследований.

В работе [9] предлагается методика, основанная на определении коэффициента теплопроводности плоского трёхслойного образца, состоящего из двух одинаковых эталонов 1 определенной толщины δ и расположенного между

ними слоя жидкой теплоизоляции толщиной $\delta_{\text{ЖТП}}$. При прохождении стационарного теплового потока через плоский трехслойный образец с помощью измерителя «ИТС-1» определяют эквивалентный коэффициент теплопроводности $\lambda_{\text{экр.}}$. Коэффициент теплопроводности ЖТП определяют по формуле [9]:

$$\lambda_{\text{ЖТП}} = \frac{\delta_{\text{ЖТП}}}{\frac{2\delta + \delta_{\text{ЖТП}}}{\lambda_{\text{экр.}}} - 2\frac{\delta}{\lambda}}, \quad (8)$$

где $\lambda_{\text{экр.}}$ – эквивалентный коэффициент теплопроводности трехслойного образца; λ – коэффициент теплопроводности эталонов; δ – толщина одного эталона; $\delta_{\text{ЖТП}}$ – толщина слоя жидкой теплоизоляции.

Воспользуемся предложенной методикой для определения теплофизических показателей ЖТП различной толщины. Для определения влияния числа слоев и толщины покрытия на коэффициент теплопроводности на стекло размером 150×150 мм и толщиной 3 мм было нанесено последовательно 6 слоев теплоизоляционного покрытия толщиной около 1 мм с промежуточной сушкой в течение 24 часов. На каждом этапе с помощью прибора «ИТС-1» определялись эквивалентные показатели: плотность теплового потока, термическое сопротивление и коэффициент теплопроводности трехслойных образцов. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Измерение теплофизических показателей трехслойных образцов в зависимости от числа слоев и толщины жидкого теплоизоляционного покрытия

Номер слоя	Толщина нанесенных слоев, мм	Эквивалентная плотность теплового потока $q_{\text{экр.}}$, $\text{Вт}/\text{м}^2$	Эквивалентное термическое сопротивление $R_{\text{экр.}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	Эквивалентный коэффициент теплопроводности $\lambda_{\text{экр.}}$, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.	Коэффициент теплопроводности $\lambda_{\text{ЖТП}}$, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.
1	1,01	0,043	142,4	0,163	0,0358
2	1,99	0,049	125,9	0,163	0,0581
3	2,94	0,060	118,7	0,149	0,0651
4	4,08	0,072	114,0	0,140	0,0713
5	4,87	0,083	106,6	0,131	0,0714
6	5,98	0,096	104,0	0,125	0,0739

Из анализа полученных данных установлено (рис. 1–3), что эквивалентная плотность теплового потока трехслойных плоских образцов в зависимости от толщины теплоизоляционного слоя описывается логарифмической зависимостью:

$$q_{\text{экр.}} = 141,94 - 21,36 \cdot \ln(\delta_{\text{ЖТП}}); \quad (9)$$

эквивалентных показателей термического сопротивления и коэффициента теплопроводности – линейными уравнениями:

$$R_{\text{экр.}} = 0.0292 + 0.0109 \cdot \delta_{\text{ЖТП}}, \quad (10)$$

$$\lambda_{\text{экр.}} = 0.1747 - 0,0085 \cdot \delta_{\text{ЖТП}}. \quad (11)$$

Для определения коэффициента теплопроводности ЖТП воспользуемся формулой (8). Плотность теплового потока, термическое сопротивление и коэффициент теплопроводности 2 стеклянных образцов суммарной толщиной 6 мм, соответственно, составили: $230,7 \text{ Вт}/\text{м}^2$, $0,0148 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ и $0,4053 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$. Результаты расчета представлены в таблице 1 и на рис. 4.

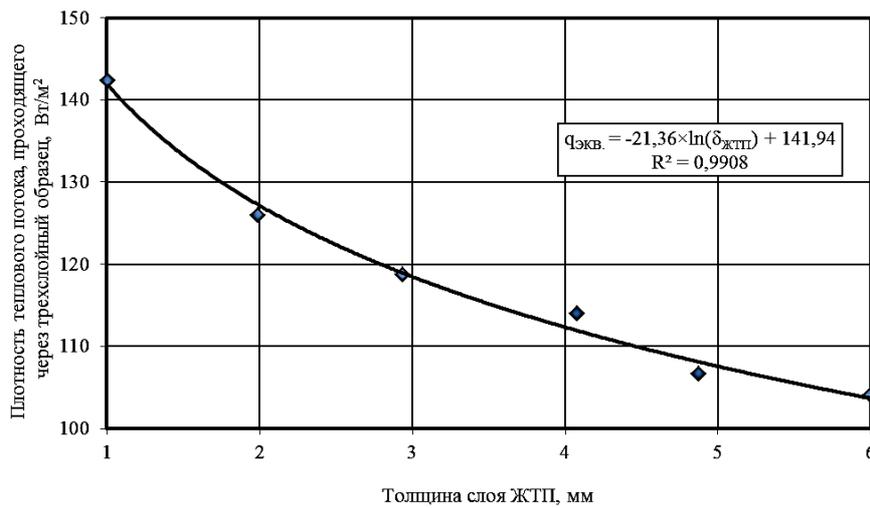


Рис. 1. Изменение эквивалентной плотности теплового потока, проходящего через трехслойный образец в зависимости от толщины слоя ЖТП

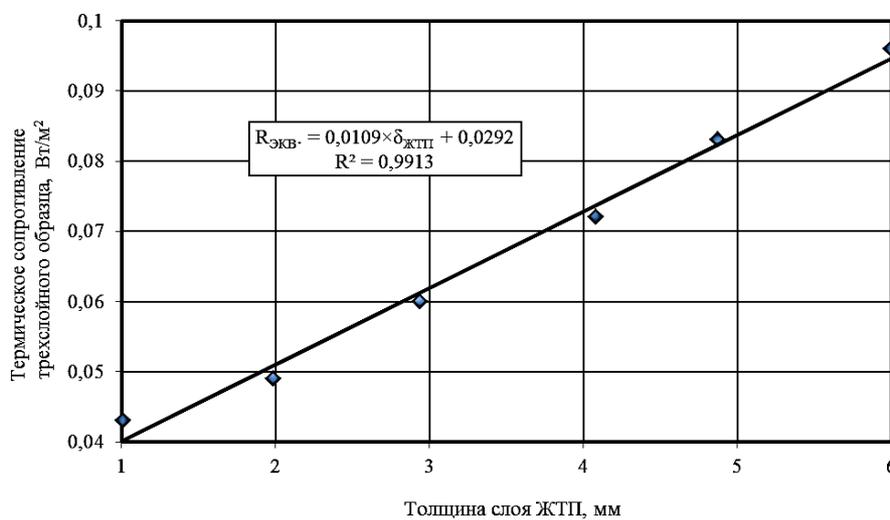


Рис. 2. Изменение эквивалентного термического сопротивления трехслойного образца в зависимости от толщины слоя ЖТП

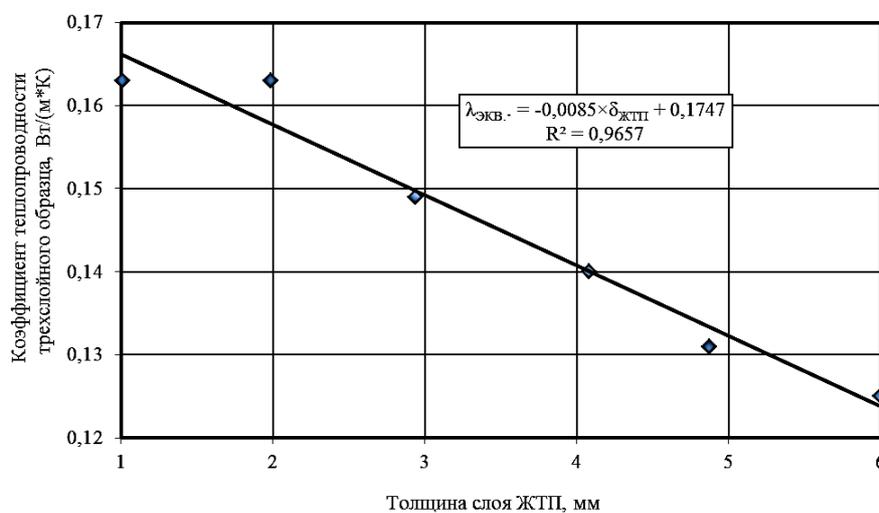


Рис. 3. Изменение эквивалентного коэффициента теплопроводности трехслойного образца в зависимости от толщины слоя ЖТП

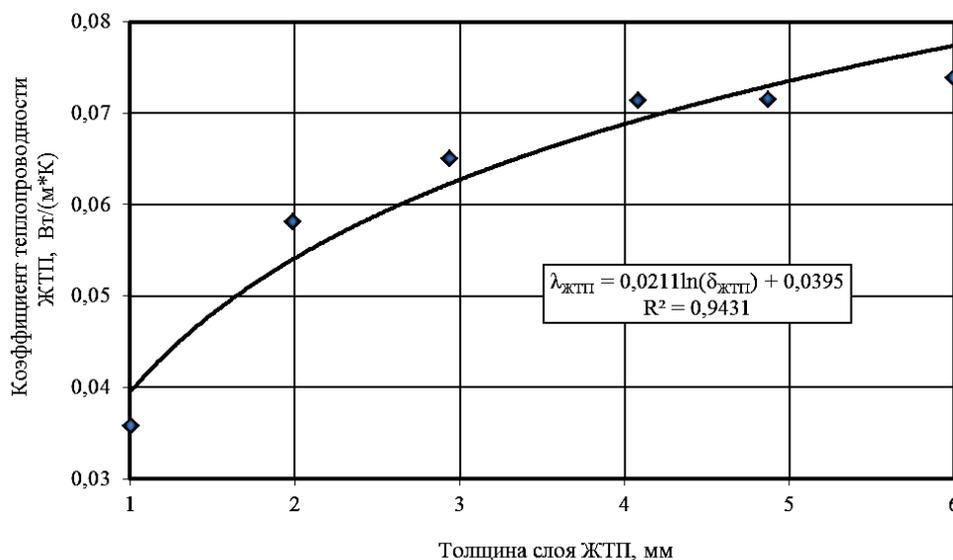


Рис. 4. Изменение коэффициента теплопроводности жидкой теплоизоляции в зависимости от толщины покрытия

Установлено, что при увеличении толщины покрытия в интервале от 1 до 6 мм наблюдается повышение данного показателя от 0,0358 до 0,0739 Вт/(м·К). Наибольшее изменение $\lambda_{\text{жТП}}$ при увеличении толщины покрытия зафиксировано на интервале 1÷2 мм со стабилизацией показателя для покрытий толщиной 4÷6 мм. Коэффициент вариации данного показателя на всем исследуемом интервале составляет 22,9 %; сужение исследуемого интервала толщин покрытия приводит к его значительному уменьшению: 9,43 % – для 2÷6 мм; 5,363 % – для 3÷6 мм; 2,01 % – для 4÷6 мм; 2,37 % – для 5÷6 мм.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения данной методики, основанной на использовании измерителя теплопроводности «ИТС-1» для оценки теплофизических показателей тонких теплоизоляционных покрытий. Для получения наиболее стабильных показателей целесообразно проведение исследований теплоизоляционных покрытий толщиной 3÷6 мм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бородина М. И. Экономическая безопасность: энергетическая составляющая // Вестник ТГУ. 2010. № 1. С. 33–36.
2. Баталин Б. С., Евсеев Л. Д. Пенополистирол: низвержение мифа // Материалы и технологии. 2010. № 9. С. 13–15
3. Низина Т.А., Инин А. Е. Энергоэффективные жидкие теплоизоляционные покрытия на

основе полых микросфер и тонкодисперсных минеральных наполнителей // Региональная архитектура и строительство, 2015. №4. С. 33–42.

4. Принцип действия RE-THERM. Режим доступа: <http://re-therm.ru/how-it-works> (дата обращения: 25.04.2016).

5. Теплоизоляционные покрытия RE-THERM. Режим доступа: <http://re-therm.ru/coatings-retherm> (дата обращения: 25.04.2016).

6. Анисимов М. В., Рекунов В. С. Экспериментальное определение коэффициента теплопроводности сверхтонких жидких композиционных теплоизолирующих покрытий // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2015. № 9. С. 15–22.

7. Манешев И. О., Правник Ю. И., Садыков Р. А., Сафин И. А. Экспериментальное определение коэффициента теплопроводности и эффективности сверхтонких теплоизоляционных покрытий // Известия КГАСУ. 2013. №1. С. 135–142.

8. Хабибуллин Ю. Х., Барышева О. Б. Разработка теплоизолирующих покрытий и методики определения их теплофизических свойств // Известия КГАСУ. 2015. №3. С. 245–249.

9. Павлов М. В., Карпов Д. Ф., Синицын А. А., Мнушкин Н. В. Определение коэффициента теплопроводности жидкой тепловой изоляции в лабораторных условиях // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. №37. С. 79–86.

Nizina T.A., Selyaev V.P., Inin A.E.**EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE COEFFICIENT THERMAL CONDUCTIVITY OF LIQUID INSULATION WITH CONSIDERATION THE NUMBER OF LAYERS AND THICKNESS OF COATINGS**

The article presents the results of experimental studies of coefficient of thermal conductivity of liquid heat-insulating coatings, as well as the determined influence of the number coating layers on the heat flux density and thermal resistance of samples of liquid heat-insulating coating. Thermal insulation performance of liquid heat-insulating coatings is determined on a flat three-layer sample using the device of ITS-1. During the conducted researches received of dependence of change the density of heat flow, thermal resistance and coefficient of thermal conductivity depending on the thickness of the layer liquid heat-insulating coating. Established that the lowest the spread of performance is observed for coatings with thickness of 3÷6 mm.

Key words: liquid heat insulation coating, heat flow density, thermal resistance, coefficient of thermal conductivity, thermal protection.

Низина Татьяна Анатольевна, доктор технических наук, профессор кафедры строительных конструкций. Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Адрес: Россия, 430005, г. Саранск, ул. Советская, 24. E-mail: nizinata@yandex.ru

Селяев Владимир Павлович, доктор технических наук, профессор зав. кафедрой строительных конструкций. Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Адрес: Россия, 430005, г. Саранск, ул. Советская, 24. E-mail: ntorm80@mail.ru

Инин Андрей Евгеньевич, аспирант кафедры строительных конструкций. Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Адрес: Россия, 430005, г. Саранск, ул. Советская, 24. E-mail: sucre90@mail.ru

*Иванченко В.Т., канд. техн. наук,
Басов Е.В., аспирант
Кубанский государственный технологический университет*

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА СВОЙСТВА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

vladimir.ivanchenko.1945@mail.ru

Предложен расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружной стеновой панели. Сопоставлен теоретический вариант вычисления с практическим. На примере наружной стеновой панели (ПНС) показана схема расчета двухмерными и трехмерными тепловыми полями. Учтено влияние теплопроводных включений. На основе анализа, выведена эффективность использования расчета сопротивления в пространстве.

Ключевые слова: энергоэффективность, тепловые поля, приведенное сопротивление теплопередаче, теплопроводные включения, тепловой мост, тепловизионный снимок.

Одним из важнейших этапов проектирования здания является обеспечение соблюдения требований энергетической эффективности. Создание надежной тепловой защиты обеспечит низкое потребление тепловой энергии на отопление зданий, что в свою очередь позволит сэкономить энергетические ресурсы.

После введения СП 50.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-02 – 2003 «Тепловая защита зданий», ужесточились тре-

бования, предъявляемые к энергетической эффективности зданий и сооружений. Также изменения коснулись и расчета приведенного сопротивления теплопередаче. В расчете употребляется метод с использованием температурных полей, содержащих плоские, линейные и точечные элементы.

Рассмотрим на примере наружной стеновой панели (ПНС).

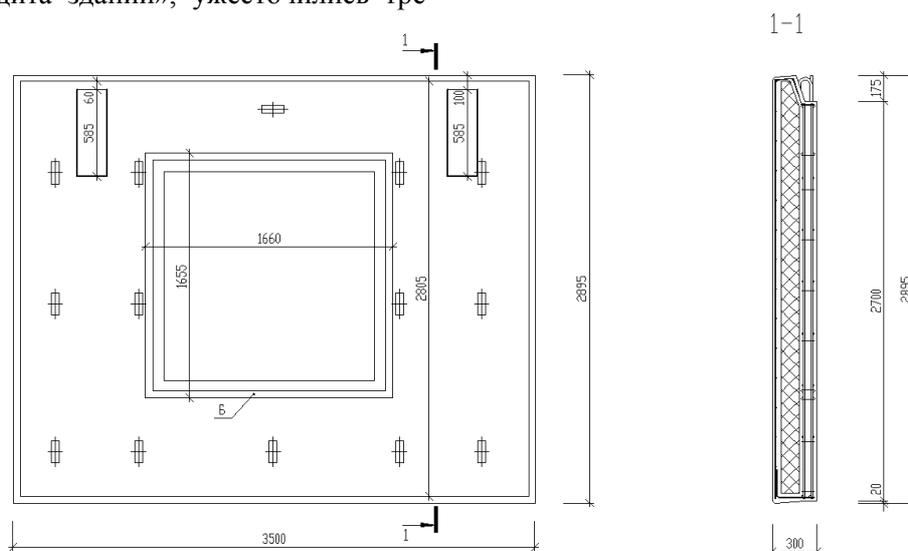


Рис. 1. Панель наружная стеновая

При моделировании тепловой защиты здания особое внимание уделяется наличию тепловых мостов. Тепловой мост – участок наружной ограждающей конструкции с низким термическим сопротивлением, пронизывающий часть ограждающей оболочки с утеплителем [1–4]. Создание двухмерной модели теплового поля покажет плотность теплового потока именно в том сечении, которое принимается в расчет. Но никак не затрагивает влияние теплопроводных включений, находящихся в непосредственной близости от этого сечения. Более подробное действие элементов конструкции с высокой теплопроводностью рассмотрим на примере.

Конструкция представлена в виде модели шириной и высотой 1 м, толщиной 300 мм. В середине участка расположена керамзитобетонная шпонка, которая выполняет функцию жесткой связи между слоями. Конструкция и количество соединений элементов наружных стен рассчитываются на восприятие усилий растяжения и сдвига, возникающих в швах между панелями, а также с элементами перекрытий или каркаса. Шпоночное соединение является необходимым конструктивным элементом и обеспечивает сейсмоустойчивость панели до 8 баллов по шкале MSK-64. Пронизывая конструкцию насквозь, шпонка является участком, состоящим из

сплошного бетона. В расчете приведенного сопротивления теплопередаче, при подготовке

проектной документации, наличие подобных элементов не учитывается.

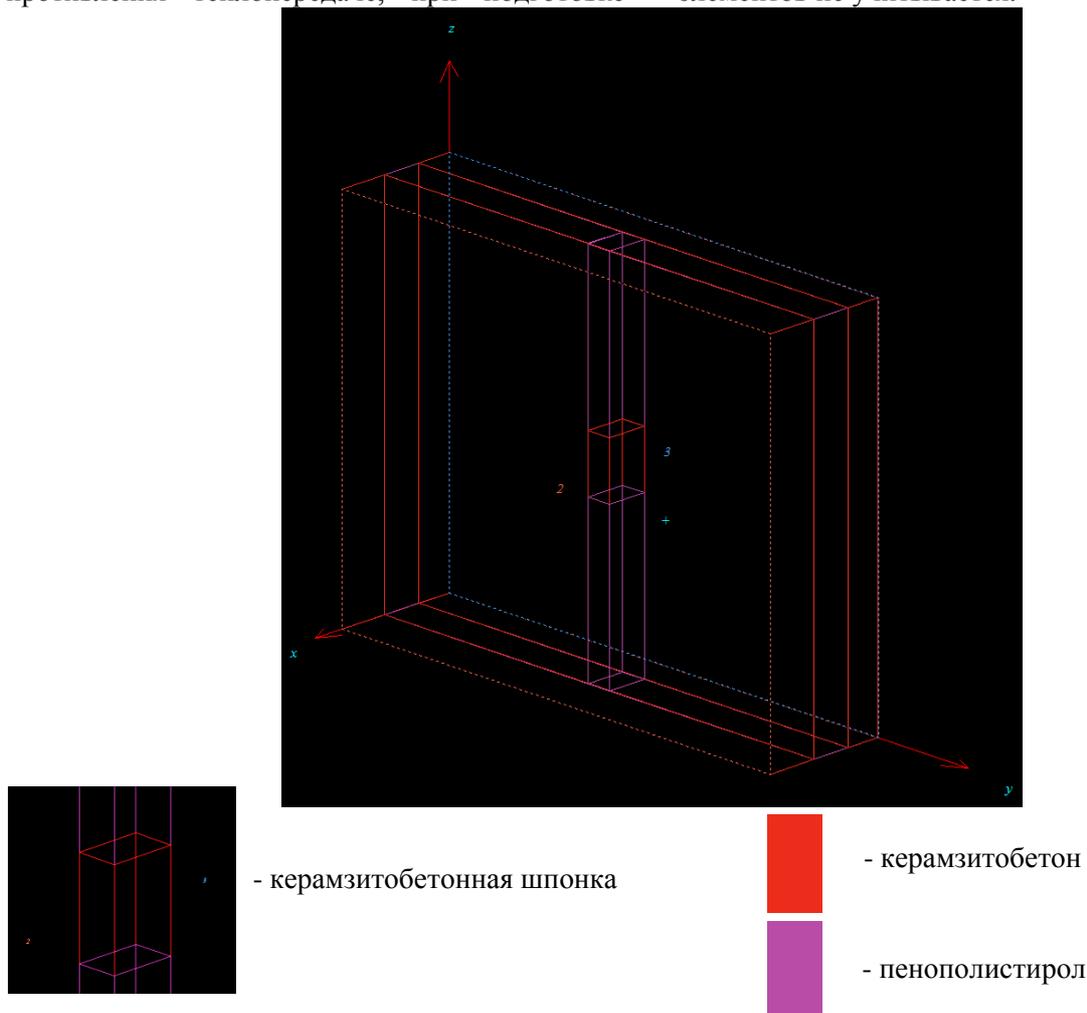


Рис. 2. Участок наружной стеновой панели с теплопроводным включением

Заданы следующие параметры конструкции и среды: внутренний слой – керамзитобетон ($\rho_0=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_a=0,80 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$) – 120 мм; пенополистирол ($\rho_0=38 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_a=0,040 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$) – 120 мм; наружный слой – керамзитобетон ($\rho_0=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_a=0,80 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$) – 60 мм; температура внутреннего воздуха +20 °С; наружного воздуха –19 °С.

При изучении процесса действия керамзитобетонной шпонки на теплозащитные свойства конструкции сделан вывод о неравномерности распространения теплового потока (рис. 3).

На рис. 3,а показано равномерное распространение тепловых полей в конструкции. Поток движется от внутреннего теплого участка (справа) к наружному холодному (слева), проходя теплоизоляционный слой из пенополистирола. В этом случае, плотность теплового потока равна $Q_1=11,158 \text{ Вт/м}^2$. При расчете приведенного сопротивления теплопередачи [5], применяется формула:

$$R = \frac{\Delta T}{Q}; \quad (1)$$

где ΔT – разность температур по краям конструкционного элемента, °С; Q – величина плотности теплового потока проходящего сквозь него, Вт/м².

$$R_1 = \frac{\Delta T}{Q} = \frac{39}{11,158} = 3,495 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

На рис. 3,б наблюдается искривление изотерм в месте нахождения шпонки (толщина 50 мм).

$$R_2 = \frac{39}{17,146} = 2,275 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

На рис. 3,в тепловой поток направлен наружу с еще большей мощностью, так как физические размеры керамзитобетонной шпонки больше. Ее высота составляет 150 мм. В итоге, приведенное сопротивление теплопередаче, на разрезе по вертикальной оси и в виде спереди $R_3=1,59 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$.

$$R_3 = \frac{39}{24,411} = 1,59 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

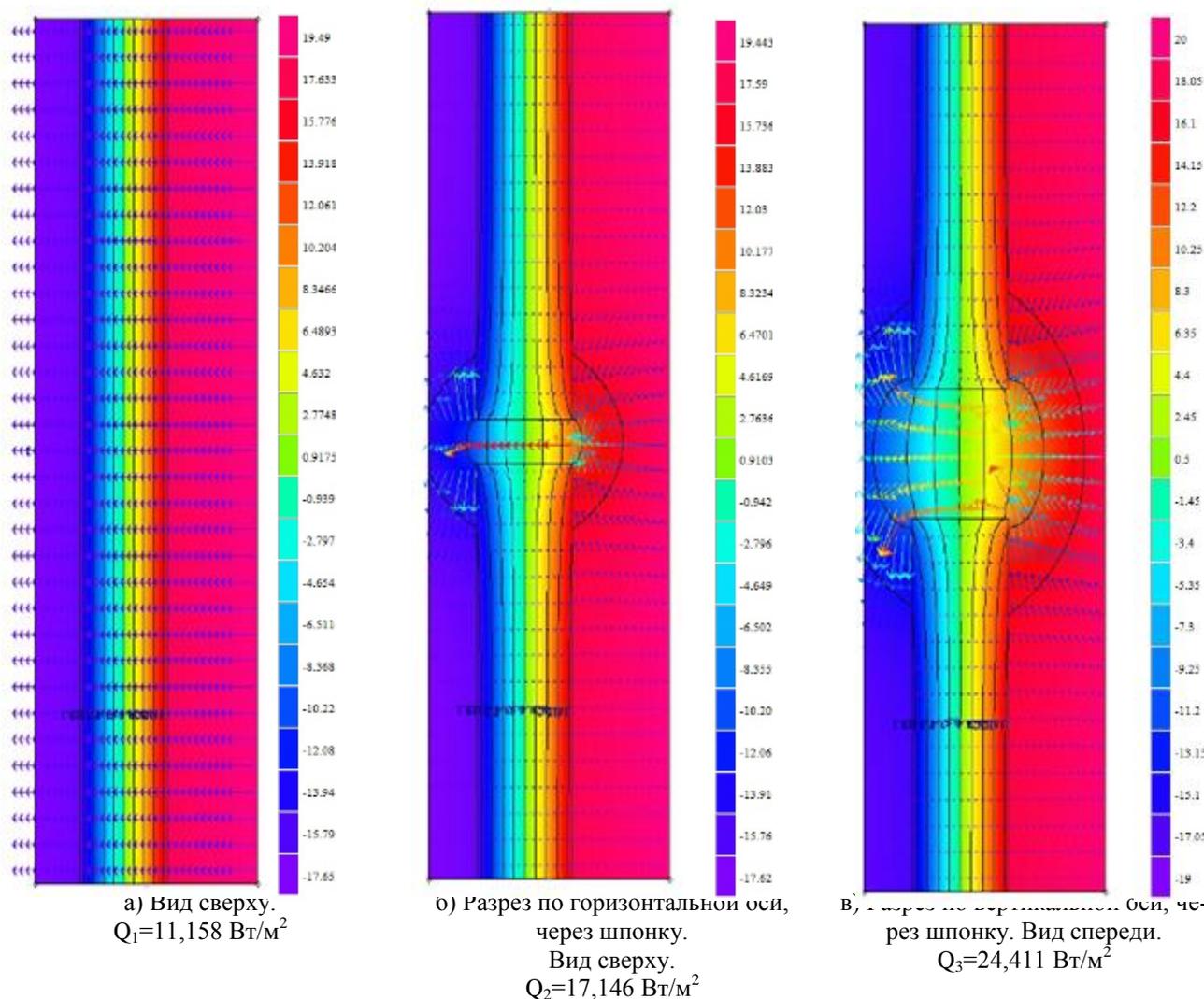


Рис. 3. Распределение температур по трем разным сечениям конструкции

Расчет проводился при помощи программного комплекса HEAT2 - это компьютерная программа для двухмерного моделирования стационарного и нестационарного процессов теплопередачи.

Таким образом, сопротивление теплопередаче существенно изменяется в различных сечениях участка, и невозможно с высокой точностью оценить параметр в двухмерной тепловой

модели [6], так как размеры теплопроводных включений (тепловых мостов) всегда различны. Для точного определения сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, включая тепловые мосты, однородные участки, стеклопакеты, вентиляционные отверстия и т.д., необходимо использовать теоретическую модель трехмерного теплового поля [2].

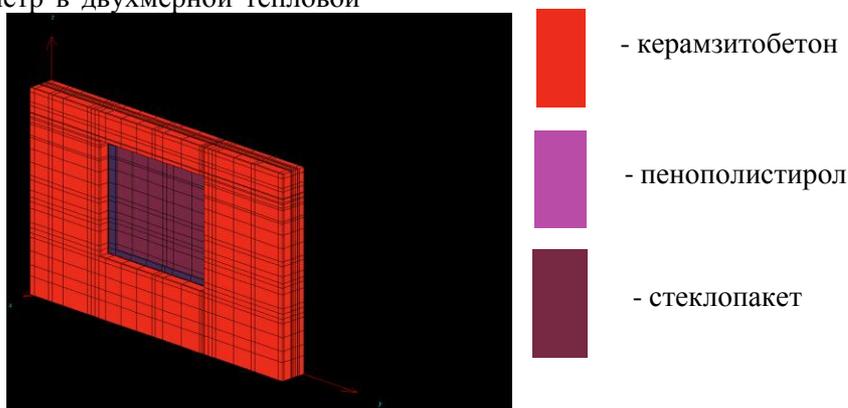
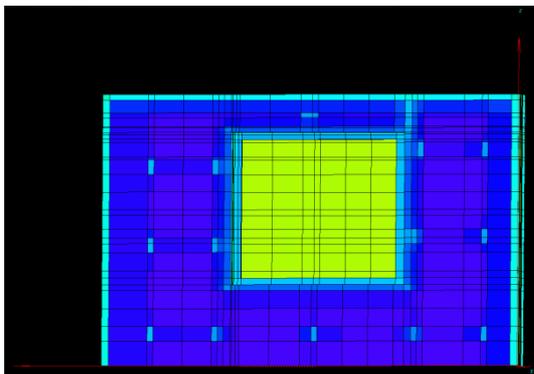


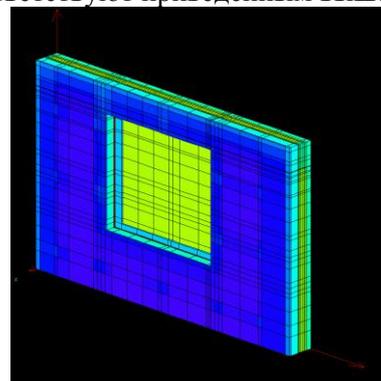
Рис. 5. Базовая модель наружной стеновой панели

При вводе аналогичных параметров (характеристики материалов, температуры окружающей среды) в программу для моделирования трехмерного температурного поля HEAT3 для той же конструкции, получены данные величины плотности теплового потока, проходящего через всю конструкцию $Q=17,348 \text{ Вт/м}^2$. Соответственно, приведенное сопротивление теплопередачи всего участка, согласно комплексному расчету $R_{пр}=2,248 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. Было учтено влия-

ние действия керамзитобетонной шпонки, установленной посередине конструкции. Напомним, при отсутствии шпонки, величины плотности теплового потока и сопротивлению теплопередачи, соответственно равны $Q_1=11,158 \text{ Вт/м}^2$ и $R_1=3,495 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. На рис. 5 показана трехмерная базовая модель ПНС с соответствующим проекту стеклопакетом перед расчетом. Размеры панели $3500 \times 2895 \text{ мм}$. параметры конструкции и среды соответствуют приведенным выше.



а) ПНС
Вид спереди



б) ПНС
Вид сзади

Рис. 6. Результаты компьютерного моделирования температурного поля в трехмерном приближении наружной стеновой панели: а – вид спереди; б – вид сзади

На рис. 6 более светлые участки показывают площадки с высокой мощностью потока. Именно в этих местах потеря теплоты наиболее выражена. Расчет был произведен с помощью программного комплекса HEAT 3, и выведено значение плотности теплового потока $Q=21,081 \text{ Вт/м}^2$, соответственно приведенное сопротивление теплопередачи $R_{пр}=1,85 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. На практике [7] произведена тепловизионная съемка, замеры плотности теплового потока, температур на внутренней и наружной поверхностях аналогичной стеновой панели в отопительный период, чтобы сопоставить теоретические показатели с реальными, полученными при натуральных испытаниях.

На рис. 7 показаны три этажа жилого дома. Тепловизионная съемка производилась ночью, чтобы исключить прямой или отраженный солнечный свет. Температура воздуха снаружи -2 °C , температура воздуха внутри помещения $+22 \text{ °C}$. Точкой «С» отмечен участок на поверхности наружной стеновой панели с однородным наполнением (керамзитобетон-утеплитель-керамзитобетон). Точками «А» и «В» показана температура на участке с теплопроводным включением (на шпонке). Разница температур между точками «А», «В» и точкой «С» составляет $2,6 \text{ °C}$ и 4 °C соответственно.

Красным цветом отмечены участки с высокими теплопотерями, которые возникают в местах слабой теплоизоляции. На первом этаже

отмечена область «1» в обрамлении оконного блока, в местах стыка панелей между собой, а также в местах устройства железобетонных шпонок, где выявлена потеря теплового потока. Сравнивая с участком «2», отмеченным на панели с однородным составом конструкции, обнаружена разница температур от $2,1 \text{ °C}$ до $3,7 \text{ °C}$.

Тепловизионный контроль качества теплоизоляции ограждающих конструкций проводился в натуральных условиях в период с 23.02.2012г. (обзорное крупномасштабное термографирование с целью определения реперных участков для расстановки самописцев) по 27.02.2012г. (детальное и обзорное термографирование и снятие показаний с самописцев).

Погодные условия удовлетворяли требованиям проведения тепловизионного контроля согласно ГОСТ Р 54852-2011 и методики диагностики и энергетических обследований наружных ограждающих конструкций тепловизионным бесконтактным методом. Контактные измерения проводились в трех реперных зонах.

На основании данных обзорного крупномасштабного термографирования согласно ГОСТ Р 54852-2011, также были выбраны базовые участки на поверхности наружных ограждающих конструкций здания. Использовался измеритель плотности тепловых потоков ИТП-МГ4.03/Х(У) "Поток". На основании полученных данных, было высчитано приведенное со-

противления теплопередаче панели $R_{пр}=1,77$ $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$.

Обработка тепловизионных снимков выполнялась в программном комплексе *GORATEC Thermography Studio*.

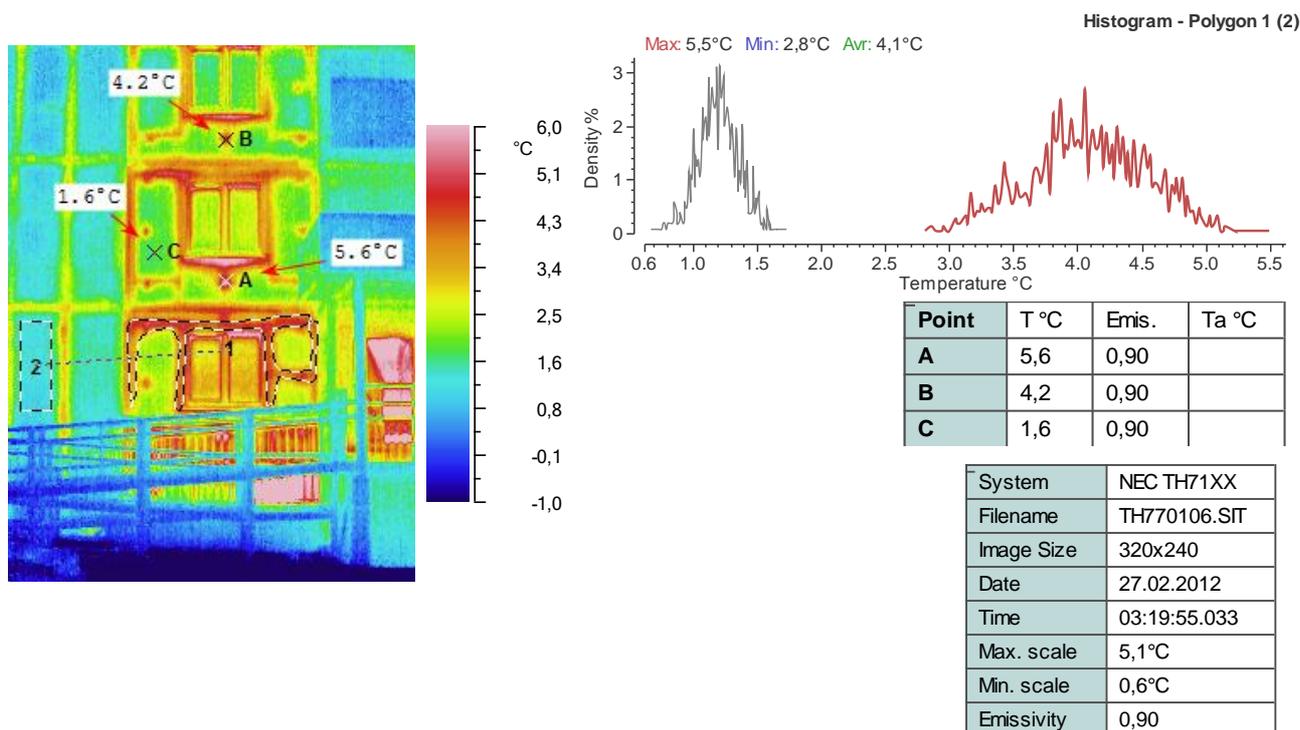


Рис. 7. Тепловизионный снимок существующей панели

Выводы

Обязательной мерой обеспечения жесткости панели является использование шпоночных соединений между внутренним и наружным слоями конструкции. [1, 2] На стадии проектирования здания, расчет термического сопротивления производился по участку с наилучшими теплозащитными характеристиками (керамзитобетон-утеплитель-керамзитобетон), что не гарантирует корректных результатов [8-10]. Компьютерное моделирование температурного поля в трехмерном приближении обеспечивает показатель сопротивления теплопередаче с погрешностью до 5 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шеина С.Г., Миненко А.Н. Анализ и расчет «мостиков холода» с целью повышения энергетической эффективности жилых зданий // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4–1(22).С. 131.
2. Боронбаев Э.К. Энергосберегающая архитектура и тепловые мосты в ограждениях здания // Вестник Кыргызского государственного

университета строительства, транспорта и архитектуры. 2013. № 4(42). С.130–136.

3. Егорова Т.С., Черкас В.Е. Повышение энергоэффективности зданий благодаря устранению критических мостиков холода и непрерывной изоляции выступающих строительных конструкций // Вестник МГСУ. 2011. № 3–1. С. 421–428.

4. Чертищев В.В., Чертищев В.В. Расчет полей температур и тепловых потоков в неподвижной среде методом конечных элементов // Известия Алтайского государственного университета. 2011. № 1–2. С.176–180.

5. Бородин А.И., Чапанов З.Б. Учет влияния влажности среды при расчете термического сопротивления ограждающей конструкции // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2009. № 7. С.40–43.

6. Луговой А.Н. Повышение энергоэффективности ограждающих конструкций // Строительные материалы. 2011. № 3. С. 32–33.

7. Опарина Л.А. Определение понятия «энергоэффективное здание» // Жилищное строительство. 2010. № 8. С. 2–4.

8. Савин В.К. Строительная физика. Энергоэкономика. М.: Лазурь, 2011. 418 с.

9. Гусев Н.М. Основы строительной физики. М.: Стройиздат, 1975. 230 с.

10. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. М.: Высшая школа, 1970. 417 с.

Ivanchenko V.T., Basov E.V.

EFFECT OF HEAT-CONDUCTING INCLUSIONS ON THE PROPERTIES OF WALLING

The article deals with the question of calculating the reduced resistance to heat transfer design. Comparing the theoretical calculation with the practical option. For example, the exterior wall panel (MSP), a diagram showing the calculation of two and three dimensional thermal fields. Taken into account the effect of heat-conducting inclusions. Based on the analysis, calculation efficiency derived resistance in space.

Key words: *energy efficiency, thermal field, given the resistance of heat transfer, heat-conducting inclusions, thermal bridge, thermal picture.*

Иванченко Владимир Тихонович, канд. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений

Кубанский государственный технологический университет

Адрес: Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2.

E-mail: vladimir.ivanchenko.1945@mail.ru

Басов Евгений Витальевич, аспирант кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений

Кубанский государственный технологический университет

Адрес: Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2.

E-mail: 4263375@mail.ru

Баранов Е.В., канд. техн. наук, доц.,
Шелковникова Т.И., канд. техн. наук, доц.
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Хорина А.В., инженер-технолог
ООО «Воронежская керамика»

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА СВЕТЛЫХ ТОНОВ*

baranov.evg@mail.ru

Повышение качества и расширение цветовой гаммы лицевого кирпича для отечественной архитектуры является весьма актуальной задачей. Перспективной в этом направлении является технология получения лицевого кирпича широкой цветовой палитры путем объемного окрашивания. В статье представлены основные факторы, оказывающие влияние на формирование цвета и свойств керамического кирпича. Рассмотрены процессы, происходящие при осветлении керамического черепка за счет введения в шихту беложгущейся глины и мела.

Ключевые слова: объемное окрашивание, керамический кирпич светлых тонов, суглинок, беложгущаяся глина, мел.

Повышение спроса на изделия стеновой архитектурно-строительной керамики обусловлено тем, что лицевой кирпич позволяет разнообразить и оригинально украсить фасады и интерьеры зданий. Одним из важных параметров, определяющих спрос на лицевой керамический кирпич, является его внешний вид: цвет, форма и фактура поверхности [1–4]. В связи с этим целесообразно рассмотреть за счет каких физико-химических процессов керамический кирпич приобретает свой характерный красный цвет в процессе обжига и какими видами добавок возможно его расширить в желаемом направлении.

На формирование цвета и основных свойств керамического черепка оказывают влияние:

- химический состав исходного сырья;
- состав и виды добавок;
- температура, режим и среда обжига.

Химический состав суглинков и глин, применяемых для производства керамического кирпича, как правило, представлен следующими основными оксидами: SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Fe₂O₃, TiO₂, K₂O, Na₂O. Наибольшее влияние на формирование типичного красного цвета керамического кирпича оказывает Fe₂O₃. Тонкодисперсные железистые примеси, в зависимости от содержания их в сырье, придают обожженному керамическому черепку цвет в окислительной среде – от кремового и бледно-розового до вишнево-красного, в восстановительной среде - до сине-зеленоватого и при большом содержании оксидов железа даже черного [1–4].

В качестве объекта исследований использовался суглинок месторождения Верхняя Хава Воронежской области, химический состав представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав суглинка месторождения Верхняя Хава Воронежской области

Массовые доли оксидов, %							
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	CaO	MgO	K ₂ O+ Na ₂ O	потери при прокаливании	Σ
64,3	12,9	3,8	6,4	3,8	0,3	8,7	100

Из суглинка месторождения Верхняя Хава с нормальной формовочной влажностью изготавливали образцы плиточки, а также кубы с ребром 5 см. Образцы высушивали до постоянной массы при температуре 105 °С, а затем обжигали при максимальной температуре 1050 °С.

Для определения минералогического состава керамического черепка естественной окраски выполнен рентгенофазовый анализ на приборе ДРОН 4-07. На основании РФА определены основные минералы, образующиеся в керамическом черепке которые представлены

в табл. 2 с указанием естественного цвета минерала.

Установлено, что окрашивание керамического черепка в красные тона происходит в основном за счет образующего гематита (α-Fe₂O₃), а также возможно окрашивание стеклофазы в более темные (бурые) тона за счет растворения железа в стеклофазе.

Для осветления керамического черепка необходимо либо уменьшить содержание гематита, либо перевести Fe₂O₃ в расплав с образованием стекол светлых тонов, либо перевод Fe₂O₃ в бесцветные соединения [1–5].

Таким образом, зная химический состав (в частности содержание оксидов железа), можно спрогнозировать цвет будущего изделия, а

регулируя количественное содержание оксида железа получить изделия различных цветовых оттенков.

Таблица 2

Основные минералы, образовавшиеся в керамического черепке в процессе обжига

Наименование минерала	Цвет минерала
Кварц	Бесцветный
Анортит	Бесцветный или слабоокрашенный
Муллит	Бесцветен, примесями Fe ₂ O ₃ может окрашиваться и принимать буровато красный оттенок
Гематит	От кроваво красного до черного
Фаялит	Оливково-зеленый
Кристаллит	Бесцветный
Тридимит	Бесцветный
Кордиерит	Бесцветный, серовато-голубой, фиолетово-синий, реже желтовато-белый или бурый
Различные виды легкоплавких стекол	В зависимости от преобладающих ионов

На сегодняшний день особым интересом среди потребителей пользуется кирпич именно светлых оттенков (персиковый, соломенный, бежевый).

Для изучения процессов осветления керамического черепка в состав дополнительно вводили:

- беложгущуюся (латненскую ЛТ-0) глину в количестве от 30 до 50 %;

- мел, из расчета соотношения Fe₂O₃/CaO равного 0,3 и 0,2

Добавка светложгущейся глины в количестве 10 % существенно не влияет на окраску образцов, но увеличение ее содержания в исходном составе до 30–50 % способствует значительному осветлению изделий от оранжевого до темно-кремового, что обусловлено уменьшением содержания оксида железа в шихте.

При увеличении содержания латненской глины до 30–50 % происходит увеличение прочности при сжатии с 21,5 МПа при 0 % содержания латненской глины до 25–27,5 МПа. Водопоглощение снижается с 12,1 % до 9,4 %, а общая усадка увеличивается с 10 % при 0 % содержания латненской глины до 13,5 % при содержании латненской глины 50 %.

Снижение водопоглощения объясняется уплотнением керамического черепка за счет более интенсивного спекания глинистых частиц, содержащихся в латненской глине в большем количестве, при этом количество открытых пор уменьшается.

Красящее действие оксидов железа значительно ослабляется при наличии в глине карбонатных примесей. Так, по данным Г.А. Калантара [1–4], обожженный черепок в зависимости от соотношения Fe₂O₃/CaO

приобретает окраску от розового до светло-желтого (табл. 3).

Таблица 3

Окрашивание керамических масс в зависимости от соотношения Fe₂O₃/CaO

Соотношение Fe ₂ O ₃ /CaO, в % не менее	Цвет черепка
0,4	Розовый
0,3	Желтый
0,2	Светло-желтый

Расчет необходимого количества мела для получения предполагаемого цвета производился по известной формуле:

$$И = (A_{ж-г} - M_{ж-и} \cdot A_{к-г}) / 0,4 M_{ж-и} \quad (1)$$

где И – добавка известняка (мела) к глине, %; A_{ж-г} – содержание Fe₂O₃ в глине, %; A_{к-г} – содержание CaO в глине, %; M_{ж-и} – необходимое отношение Fe₂O₃/CaO; 0,4 – условно принятое содержание CaO в известняке в долях единицы.

Для получения желтого цвета керамического черепка (соотношение Fe₂O₃/CaO = 0,3) необходимое количество мела составило 13,3 % сверх 100 % суглинка, а для получения керамического черепка светло-желтого цвета (Fe₂O₃/CaO = 0,2) необходимое количество мела составило 28,75 % сверх 100 % суглинка.

Влияние мела на процессы окрашивания керамических изделий оценивали на образцах кубах при введении мела в количестве 13,3 % и 28,75 %. Обожженные образцы стали значительно светлее, чем без мела, и приобрели цвет от оранжевого до желтого. Рентгенофазовый анализ позволил установить основные минералы в полученном керамическом черепке (рис.1, табл.3).

Как показали экспериментальные исследования, введение в шихту мела способствует осветлению керамического

черепка. При этом существенно снижается железосодержащая фаза гематита $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Небольшое содержание гематита обуславливает появление розовых (кремовых) и оранжевых тонов в окраске образцов. Ввод в шихту мела вызывает образование новых кристаллических соединений: волластонита ($\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), анортита ($\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$), в меньшем количестве мелилита ($\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Si})\text{Si}_2\text{O}_7$), имеющих светлую окраску. Эти кальциевые соединения и придают изделиям светлую окраску. С другой стороны, ввод в шихту мела обеспечил более интенсивное образование стеклофазы в черепке, при этом процесс осветления керамического

черепка усиливается не только при обогащении его объема светлыми силикатами кальция, но также в результате вовлечения значительной массы красящих оксидов железа в сложные алюмосиликатные комплексы, бесцветные или с малоинтенсивной окраской, такие например, как мелилит, имеющего белый или бледно-желтый цвет [1–4]. Таким образом, смена красно-коричневых цветов на желтые в керамических изделиях при добавлении мела объясняется снижением содержания гематита и образованием светлоокрашенных минералов и стекол.

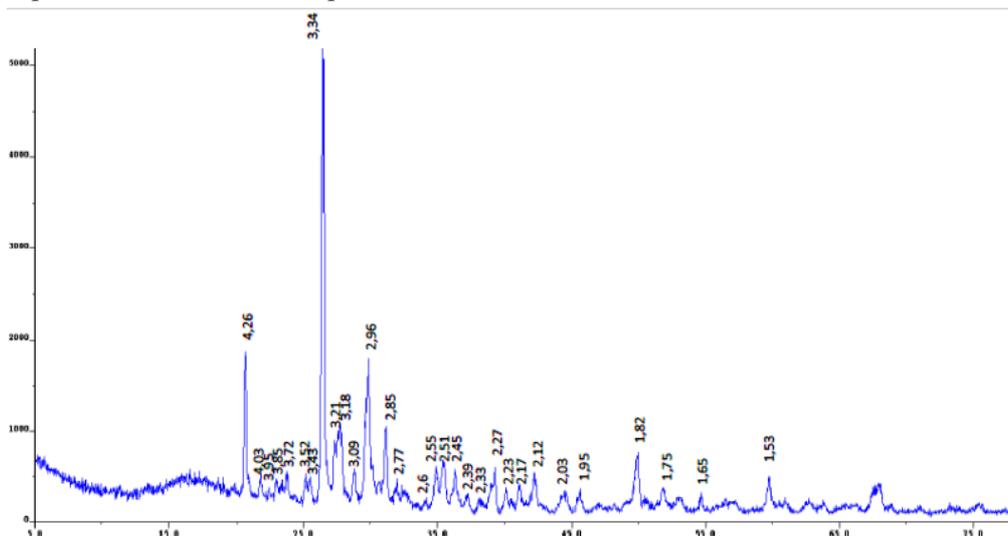


Рис. 1. Рентгенограмма обожжённых образцов при введении в шихту 28,75 % мела

Таблица 3

Минералогический состав керамического черепка при введении в шихту 28,75 % мела

Наименование минерала	Химическая формула	Цвет минерала	Межплоскостных расстояний, Å
Кварц	SiO_2	Бесцветный	4,26; 3,34; 2,45; 2,28; 2,23; 2,12; 1,812
Анортит	$\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$	Бесцветный или слабоокрашенный	3,2 ; 2,95; 2,83; 2,51 ; 1,837
Волластонит	$\beta \text{Ca}(\text{Si}_3\text{O}_9)$	Бесцветный, белый или серо-белый	3,88; 3,52; 3,31; 3,09; 2,96; 2,55; 2,47; 2,33; 2,3; 2,18; 2,01; 1,83
Мелилит	$\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Si})\text{Si}_2\text{O}_7$	Белый, бледно-желтый, реже зеленовато-желтый, красно-бурый, серый	3,71; 3,074; 2,86; 2,45; 2,4; 2,3; 2,04; 1,828
Муллит	$3 \text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$	Бесцветен, примесями Fe_2O_3 может окрашиваться и принимать буроватокрасный оттенок	5,41; 3,42; 2,9; 2,69; 2,54; 2,29; 2,12
Гематит	$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	От кроваво красного до черного	3,65; 2,69; 2,51; 2,2; 1,84
Фаялит	Fe_2SiO_4	Оливково-зеленый	3,7; 2,85; 1,75
Кристаллит		Бесцветный	4,03; 3,13; 2,83; 2,48; 2,112
Различные виды легкоплавких стекол		В зависимости от преобладающих ионов	

Установлено, что при введении в шихту мела в количестве 13,3 % прочностные

показатели возрастают с 21,5 МПа без добавки до 27 МПа, а при введении мела в количестве

28,75 % с 21,5 МПа без добавки до 23,1 МПа. При этом при практически не измененной общей усадке, средняя плотность снижается, а водопоглощение при введении в шихту мела в количестве 13,3 % увеличивается до 14,6 %, при введении мела в количестве 28,75 % до 17,5 %.

Увеличение прочностных показателей обусловлено с одной стороны тем, что СаО в тонко дисперсном состоянии при температуре более 1000 °С является сильным плавнем и образует силикатные или алюмосиликатные расплавы, что оказывает положительное влияние на спекание и соответственно на повышение прочности, с другой стороны увеличение прочностных показателей можно объяснить появлением новообразованного волластонита, который отсутствует в обожженных образцах без добавки мела. Однако при введении в шихту мела снижается средняя плотность и возрастает водопоглощение, что вызвано увеличением количества открытых пор. Это объясняется тем, что при периодической диссоциации СаСО₃ образуется большое количество углекислого газа, который дополнительно поризует систему.

**Работа выполнена при использовании оборудования Центра коллективного пользования Воронежского ГАСУ им. Ю.М. Борисова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альперович И.А. Новое в технологии лицевого керамического кирпича объемного окрашивания // Строительные материалы. №7. 1993. С. 5–9.
2. Зубехин А.П., Голованова С.П., Яценко Н.Д. и др. Спектроскопические и кристаллохимические основы белизны и цветности силикатных материалов // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2007. № 5. С. 40–43.
3. Зубехин А.П., Яценко Н.Д., Веревкин К.А. Влияние окислительно-восстановительных условий обжига на фазовый состав оксидов железа и цвет керамического кирпича // Строительные материалы. №7. 2011. С. 8–11.
4. Столбоушкин А.Ю. Улучшение декоративных свойств стеновых керамических материалов на основе техногенного и природного сырья // Строительные материалы. №8. 2013. С. 24–29.
5. Щербинин А.Р., Суркова Е.В., Пурик А.В., Баранов Е.В. Особенности формирования цвета и свойств керамического кирпича в процессе обжига // Материалы IX всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых «Энергия молодых – строительному комплексу». Братск: Из-во БрГУ. 2015. С. 81–85.

Baranov E.V., Shelkownikova T.I., Khorina A.V.

THE FEATURES OF THE PRODUCTION OF A CERAMIC BRICK OF LIGHT TONES

Improving of the quality and expanding the color range of a face brick for domestic architecture is a very important task. The prospect in this direction is the technology of producing a face brick of a wide variety by three-dimensional coloring. The article presents the main factors influencing the colour formation and the features of a ceramic brick. The processes occurring during the clarification of a ceramic crock by introducing white-burning clay and chalk in the mixture are examined.

Key words: *three-dimensional coloring, ceramic brick of light tones, loam, white-burning clay, chalk.*

Баранов Евгений Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес: Россия, 394006, Воронеж, ул. 20 лет Октября, д. 84.
E-mail: baranov.evg@mail.ru

Шелковникова Татьяна Иннокентьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес: Россия, 394006, Воронеж, ул. 20 лет Октября, д. 84.
E-mail: tschelk@mail.ru

Хорина Алла Владимировна, инженер-технолог.
ООО Воронежская керамика
Адрес: Россия, 394038, г. Воронеж, ул. Конструкторов 31
E-mail: alla.purik@mail.ru

Денисова Ю.В., канд. техн. наук, доц.,
Тарасенко В.Н., канд. техн. наук, доц.,
Лесовик Р.В., д-р техн. наук, проф.,
Митрохин А.А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ШТУКАТУРНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ*

jdenisowa@mail.ru

Проведенный анализ долговечности штукатурных фасадных систем гражданских зданий на показывает, что основные ошибки проявляются в первые 2–3 года эксплуатации и чаще всего связаны с нарушениями, допущенными в процессе производства работ по утеплению зданий. Также большое количество дефектов возникает на ранних стадиях из-за неправильных проектных и архитектурных решений, неправильной установки дополнительных навесных элементов на существующую смонтированную систему и неправильного подбора материалов конструкции стены. Результаты проведенных исследований подтвердили, что системы теплоизоляции при правильном выполнении работ и грамотной эксплуатации имеют длительный безремонтный срок службы.

Ключевые слова: теплоизоляция, фасад здания, дефекты теплоизоляционного покрытия, обследование зданий, декоративно-армирующий слой.

Системы теплоизоляции наружных стен с использованием штукатурок применяются для зданий различного назначения в новом строительстве и при реконструкции. Они защищают стеновые материалы от климатических воздействий, обеспечивают требуемый тепловлажностный режим, как стеновых материалов, так и внутренних помещений, и имеют высокие звукоизолирующие показатели. Основное достоинство систем теплоизоляции наружных стен с использованием штукатурок – возможность их применения при утеплении фасадов со сложными архитектурными формами и исторических зданий, где необходимо сохранить архитектурный облик штукатурного фасада. Недостаток этих систем – высокие требования к качеству материалов и к погодным условиям при проведении работ. Чтобы обеспечить высокое качество готового фасада, монтаж системы должен проводиться из высококачественных материалов в теплое время года – как правило, при температуре от +5 °С до +20 °С, с исключением прямого воздействия дождя и солнечных лучей [1–2].

Обследования фасадов эксплуатируемых зданий с системами теплоизоляции «мокрого» типа показали, что при соблюдении технологии монтажа, выборе компетентных проектных решений и правильной эксплуатации интервал между ремонтами лакокрасочного покрытия на таких системах существенно превышает интервалы между проведением работ на обычных штукатурных фасадах.

Внешний «отделочный» слой на системах теплоизоляции испытывает значительно меньшие нагрузки, связанные с процессами попеременного «замораживания» материалов, нежели

отделочные слои на «просто оштукатуренных» стенах (при всех остальных равных параметрах стен). Однако, несмотря на результаты проведенных исследований, показано, что ошибки, допущенные в процессе монтажа и эксплуатации таких систем, могут привести к возникновению повреждений, которые

значительно влияют на целостность и, соответственно, долговечность не только теплоизоляционного покрытия зданий, но и ограждающих конструкций в целом [3].

Проведенный мониторинг фасадных систем зданий показал, что основные ошибки проявляются в первые 2–3 года эксплуатации и чаще всего связаны с нарушениями, допущенными в процессе производства работ по утеплению зданий. Также, большое количество дефектов возникает на ранних стадиях из-за неправильных проектных и архитектурных решений, неправильной установки дополнительных навесных элементов на существующую смонтированную систему и т. д.

Результаты проведенных исследований подтвердили, что системы теплоизоляции при правильном выполнении работ и грамотной эксплуатации имеют длительный безремонтный срок службы. На таких фасадах необходимо регулярное выполнение косметических и регламентных работ. Во время эксплуатации необходимо внимательно относиться к элементам, от которых зависит работа системы в целом и отдельных ее составных частей (отливы, сливы, навесные конструкции, цокольные части, гидроизоляция и кровельные элементы и т. д.).

На практике не применяются или применяются с нарушением технологических требова-

ний грунтовочные материалы, которыми должны обрабатываться высокопористые и загрязненные поверхности стен перед приклеиванием теплоизоляционных плит. Также не производится обязательная обработка поверхностей монолитных железобетонных конструкций. В результате происходит отслаивание массива клея вместе с установленными теплоизоляционными плитами.

Зачастую, даже при применении правильно подобранного грунтовочного материала, не учитываются условия окружающей среды места производства работ. Например, в условиях повышенной запыленности и относительно высо-

кой летней температуры регламент обработки стен должен отличаться от стандартного, что должно быть указано в ППР на фасадные работы.

Зазоры между теплоизоляционными плитами, оставленные без необходимого заполнения материалом утеплителя или заполненные клеевыми составами, герметиками или монтажными пенами и другими неподходящими материалами в достаточно короткий срок приводят к появлению на поверхности декоративно-защитного слоя разрушений в виде хаотично расположенных трещин с последующим локальным обрушением системы (рисунок 1) [4].



Рис. 1. Дефекты монтажа стеклохолста под штукатурную основу

Зачастую дефекты теплоизоляционного покрытия закладываются при операциях приклеивания теплоизоляционных плит. К таким дефектам можно отнести применение материалов, не предназначенных для систем теплоизоляции; нарушения при приготовлении клеевых материалов; добавление в клеевые составы инородных материалов; неправильное нанесение клеевых масс на различные типы плит и т. д.

Применение материалов, непригодных и не предназначенных для сертифицированных систем, зачастую с целью удешевления или просто по неведению, приводит к серьезным разрушающим последствиям. На практике при обследовании зданий встречались случаи, когда приклеивание проводилось на более дешевые клеевые составы, например, на клеи для керамической плитки для внутренних отделочных работ. Были выявлены случаи применения в качестве клеевых слоев обычных цементно-песчаных составов или известковых штукатурок. Во всех перечисленных случаях во время эксплуатации произошло растрескивание монтажного клеевого слоя с последующим разрушением теплоизоляционного покрытия.

Неконтролируемое нанесение клеевых материалов, когда клеевой слой наносится не по периметру плиты, приводит к тому, что под влиянием температурных колебаний происходит отрыв и коробление краев утеплителя. В свою очередь отсутствие клеевых точек в средней ча-

сти плиты может привести к вздутию центральной части. Такие деформации легко передаются через теплоизоляционный слой на декоративно-армирующий и приводят к появлению и распространению локальных трещин.

Армированный слой в системах теплоизоляции обеспечивает необходимые механические характеристики, стабильность и прочность внешнего покрытия. Стеклотканевая сетка необходима для армирования этого слоя, снятия и перераспределения напряжений, предотвращения образования трещин, возникающих в результате температурно-влажностных воздействий. Для эффективной работы армирующей сетки по восприятию и перераспределению возникающих нагрузок крайне важна правильная ориентация ее волокон и их соответствующее положение в «толще» клеевого состава армированного слоя. Именно поэтому отсутствие специально ориентированных дополнительных элементов из сетки в угловых зонах проемов в процессе эксплуатации здания неизбежно приводит к образованию трещин в таких местах.

Совершенно очевидно, что материал сеток испытывает повышенные химические воздействия, находясь в цементосодержащем клеевом слое, и должен обладать повышенной щелочестойкостью. Достаточно часто по тем или иным причинам при устройстве «мокрых» фасадов для армирования декоративно-защитного слоя применяются сетки с недостаточной степенью ще-

лочестойкости, либо сетки для внутренней отделки.

В работе исследовались пески местного происхождения с целью изучения их свойств и дальнейшей возможности использования в производстве наружных штукатурных систем.

Для исследований были выбраны природный песок кварцевый Курского пескарьера ($M_k = 1,8$) и природный песок кварцевый Новотаволжанского месторождения ($M_k = 0,8-1,5$). Остаток на сите песка кварцевого № 063 до 10 % по массе, содержание в песке зёрен крупностью более 10 мм не превышает 0,5 % по массе, а зёрен крупнее 5 мм – не более 10 % и мельче 0,16 мм – не более 20 % по массе. Содержание в песке пылевидных и глинистых примесей не превышает 5 %, а глины в комках – не более 0,5 %. Насыпная плотность песка в пределах 1350 кг/м³. Песок обладает стойкостью к химическому воздействию щелочей цемента [5].

При геологической разведке Новотаволжанского месторождения были проведены лабораторные исследования свойств добываемого песка: гранулометрического состава, содержания пылевидных и глинистых частиц, модуля крупности и составлен земснаряд. Были проанализированы данные одного из карьеров с площадью более 1000 м². Отбор и подготовку проб песка для контроля качества проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 8735-88. Были отобраны точечные пробы, из которых путем смешивания получали одну объединенную пробу. Отбор точечных проб осуществляли буровой установкой на определённых глубинах залегания песка. По результатам сита определяли частные и полные остатки на ситах, модуль



крупности и содержание зерен менее 0,16 мм. Как показал анализ результатов определения гранулометрического состава и модуля крупности, пески данного месторождения в основном относятся к мелким и очень мелким, согласно классификации ГОСТ 8736-93. Соотношение доли видов песка по предварительной оценке данных, полученных при лабораторных испытаниях 30 скважин (по 6 проб в каждой) представлено на рисунке 2. Для данного карьера характерен в основном очень мелкий песок.

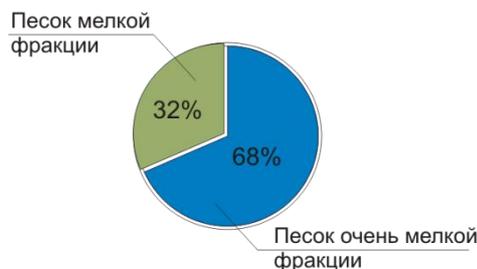


Рис. 2. Соотношение групп песка Новотаволжанского месторождения

Для указанных групп песков были построены кривые отсева. Песок данного вида можно применять для изготовления кладочных, штукатурных растворов для отделочного слоя штукатурки, для производства сухих строительных смесей. Результаты испытаний песка были обработаны статистическими методами. Для каждой группы песка статистическая обработка выполнялась отдельно. Построена гистограмма распределения для модуля крупности песка в испытанных пробах. Результаты статистической обработки мелкого песка Новотаволжанского месторождения приведены на рисунке 3 [5-6].

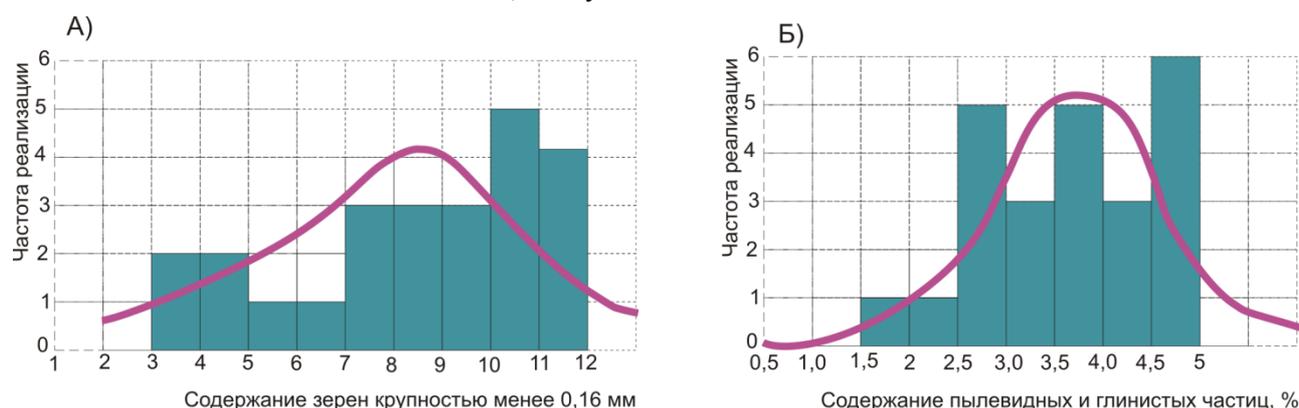


Рис. 3. Гистограммы распределения содержания зерен крупностью менее 0,16 мм в мелких песках (А) и распределения содержания пылевидных и глинистых частиц в мелких песках (Б)

По виду гистограмм распределения можно констатировать низкую стабильность качества песка, однако доля проб, выдержавших испытание на соответствие требованиям ГОСТ 8736 для данной группы песка выше и по содержанию зерен менее 0,16 мм, и по содержанию гли-

нистых и пылевидных частиц. Пески, добытые в карьере, нуждаются в промывке перед использованием для снижения содержания глинистых и пылевидных частиц (см. рис. 3), что позволит повысить качество добываемого песка. Для более полной оценки качества песка Новотавол-

жанского месторождения необходимо провести дополнительные исследования, в том числе по химическому составу, содержанию органических примесей, истинной плотности зерен песка и др. [5].

Таким образом, проведенные исследования показали, что песок данного вида можно применять для изготовления кладочных и штукатурных растворов, а также для производства сухих строительных смесей.

**Работы выполнены в рамках грант №14-41-08006Р_ОФИ_М «Разработка методологии проектирования мелкозернистых фибротекстиль бетонов на техногенных песках Белгородской области» и в рамках грант № Б-11/12 Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012–2016 годы для аспирантов и молодых научно-педагогических работников на тему «Разработка составов для производства и изучение свойств современных теплоэффективных высококачественных стеновых материалов и стеновых конструкций с их применением».*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. М.: Высшая школа, 1989. 384 с.
2. Бобров Ю.Л., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б.М., Пегухова Е.Ю. Теплоизоляционные материалы и конструкции: Учебник для средних профессионально-технических учебных заведений. М.: ИНФРА-М, 2003. 268 с.
3. Овчаренко Е.Г., Артемьев В.М., Шойхет Б.М., Жолудов В.С. Тепловая изоляция и энергосбережение // Энергосбережение, 1999. №2. С.37–42.
4. Шойхет Б.М., Ставрицкая Л.В. Эффективные утеплители в ограждающих конструкциях зданий // Энергосбережение. 2000. № 3. С.39–42.
5. Денисова Ю.В., Черноситова Е.С. Статистический анализ качества песка при геологической разведке нового месторождения // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2012. №3. С. 37-40.
6. Денисова Ю.В. Выбор эффективного утеплителя в конструкции навесных вентилируемых фасадов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. №4. С. 26–30.
7. Денисова Ю.В., Тарасенко В.Н. Звукоизоляция жилых и офисных помещений // Образование, наука, производство и управление. Т. II. Белгород: Изд-во БГТУ. 2011. С. 15–17.
8. Тарасенко В.Н., Соловьева Л.Н. Проблемы звукоизоляции в жилищном строительстве // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. № 4. С. 48–52.
9. Lesovik R.V., Botsman L.N., Tarasenko V.N. Enhancement of sound insulation of light-weight concrete based on nanostructured granular aggregate // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences/ № 10. 2014. С. 1789–1793.
10. Тарасенко В.Н., Дегтев И.А. Звукоизоляция ограждающих конструкций // Приоритетные научные направления: от теории к практике: сб. научн. тр. XIV Междунар. научно-практич. конф. Новосибирск. 2014. С. 143–148.
11. Тарасенко В.Н. Проектирование шумозащитных сооружений // Научные технологии и инновации: сб. науч. тр. Междунар. научно-практич. конф., посвященной 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения). Белгород: Изд-во БГТУ. 2014. С. 115–117.
12. Оноприенко Н.Н. Кладочные растворы на основе минеральных вяжущих с полимерными добавками // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2004.
13. Рахимбаев Ш.М., Оноприенко Н.Н., Дегтев И.А. композиционные материалы с добавками водорастворимых полимеров // Строительные материалы. 2004. № 9. С. 57.
14. Рахимбаев Ш.М., Оноприенко Н.Н. Регулирование структурообразования систем добавками полимеров // Бетон и железобетон. 2010. № 4. С. 11–14.
15. Сулейманова Л.А., Ерохина И.А., Сулейманов А.Г. Ресурсосберегающие материалы в строительстве // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 7. С. 113–116.
16. Сулейманова Л.А. Энергия связи - основа конструктивных и эксплуатационных характеристик бетонов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 9. С. 91–99.
17. Хархардин А.Н., Сулейманова Л.А., Строкова В.В. Топологические свойства полидисперсных смесей и составляющих их фракций по результатам ситового и лазерного анализов гранулометрии // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 11-12 (647). С. 114–124.
18. Сулейманова Л.А., Лесовик В.С., Глаголев Е.С. Высокая реакционная активность наноразмерной фазы кремнезема композиционного вяжущего // в сборнике: «Современные строительные материалы, технологии и конструкции». Материалы Международной научно-

практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозненский государствен-

ный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова. 2015. С. 87–93.

Denisova Y.V., Tarasenko V.N., Lesovik R.V., Mitrokhin A.A.

THE DURABILITY OF THE PLASTER FACADE SYSTEMS CIVIL BUILDINGS

The analysis of the durability of plaster facade systems civil buildings shows that the major errors appear in the first 2-3 years of operation and are most often associated with irregularities in the production process of works on warming of buildings. Also, a large number of defects occurs in the early stages due to improper design and architectural decisions, improper installation of additional external components mounted on an existing system and improper selection of materials of construction of the wall. The results of these studies confirmed that the insulation system with proper execution of works and competent operation have a long maintenance-free service life.

Key words: *insulation, facade of building, thermal insulation coating defects, inspection of buildings, decorative and reinforcing layer.*

Денисова Юлия Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектурных конструкций. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46.
E-mail: jdenisowa@mail.ru

Тарасенко Виктория Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектурных конструкций. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46.
E-mail: vell.30@mail.ru

Лесовик Руслан Валерьевич, доктор технических наук, профессор, проректор по международной деятельности. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46.
E-mail: ruslan_lesovik@mail.ru

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

Болтенкова О. Е., аспирант

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

СИНТЕЗ ГРУНТОВОГО КОМПОЗИТА ИЗ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ РЕГИОНА КМА

st.dom31@yandex.ru

Представленные исследования отражают положительную тенденцию в горной науке и практике относительно актуальной проблемы утилизации (использования) и сокращения объемов техногенных скоплений отходов горных производств, в частности хвостов обогатительных фабрик. Вопросы механической и химической активации минерального комплекса при добыче и обогащении рудного сырья являются существенно актуальными в аспекте комплексного использования минерального сырья.

Показаны предпосылки и проведенные на их основе исследования синтеза грунтового композита из хвостов обогащения железистых кварцитов КМА путем их химической активации раствором соляной кислоты и последующей нейтрализации среды раствором гидрата окиси натрия до $pH = 7$. Синтез гетерогенного грунтового композита из отходов обогащения железных руд производится в две стадии. Удельная поверхность композита увеличивается с $1 \text{ м}^2/\text{грамм}$ до $45 \text{ м}^2/\text{грамм}$, резко уменьшается коэффициент фильтрации за счет осаждения наноразмерного гидрата оксида железа на кварцевой составляющей грунта. Для изучения морфологии поверхности отходов обогащения использовался сканирующий электронный микроскоп и микроанализатор. Удельную поверхность образцов определяли методом БЭТ на газоадсорбционном анализаторе, что позволило получить объективные характеристики композита по общепринятым в материаловедении методам. Синтезированный из хвостов обогащения железистых кварцитов грунтовый композит обладает адсорбционными свойствами, низкой проницаемостью при фильтрации воды, имеет малый размер пор, (до наноразмерных) и высокую удельную поверхность, что обеспечивает структурные связи композита. В целом разработан метод, позволяющий в целях получения грунтовых композитов использовать различные сочетания кислотных и щелочных реагентов на первой и второй стадиях синтеза. Грунтовый композит обладает пигментными свойствами. Композит может быть использован в качестве противofильтрационных элементов, адсорбентов, теплоизоляции и других целей. Технология его производства достаточно проста и экологически безопасна, образующиеся побочные продукты синтеза – хлориды солей относятся к малоопасным для окружающей среды. При использовании в качестве щелочного компонента гидрата оксида калия в качестве побочного продукта образуется водный раствор хлорида калия, который используется в сельском хозяйстве в качестве удобрения, за счет чего достигается практически безотходный цикл производства грунтового композита.

Ключевые слова: железистые кварциты, отходы обогащения, техногенные скопления – хвостохранилища, утилизация, синтез грунтового композита, технология, наноразмерная пористость, прочность, адсорбционные и противofильтрационные свойства, применение.

Исследованиям состава и свойств отходов обогащения (хвостов) железистых кварцитов посвящено большое число работ и значительный объем выполненных инженерно-геологических изысканий. В целом имеющиеся данные находятся в удовлетворительном согласии: отложения отходов обогащения классифицируются как среднесжимаемые под нагрузкой техногенные грунты песчано-пылеватого гранулометрического состава с плотностью минеральной фракции $2,8\text{--}3,1 \text{ т/м}^3$, скелета грунта $1,6\text{--}1,8 \text{ т/м}^3$. В хвостохранилищах Лебединского, Стойленского и Михайловского ГОКов к настоящему времени накоплено свыше миллиарда тонн отходов обогащения, утилизация (использование) которых является актуальной эколого-социальной и хозяйственно-экономической проблемой [1, 2].

Скопления отходов обогащения железистых кварцитов КМА представляют собой дисперсную смесь оксидов кремния и оксидов железа, при этом последние представлены в основном гематитом и магнетитом. Компоненты отходов обогащения существенно контрастны по химическим свойствам – практически инертные оксиды кремния и относительно неустойчивые оксиды железа. При этом железосодержащие минералы отличаются большей реакционной способностью, что непосредственно подтверждается наличием значительного объема окисленных некондиционных железистых кварцитов в месторождениях КМА.

Вопросы использования отходов обогащения рассматривались в различных аспектах: производство строительных материалов [3], добавок в бетон [4], закладочных смесей, произ-

водство портландцемента [5, 6] и др. Частичная активация железосодержащего комплекса отходов обогащения железистых кварцитов раствором соляной кислоты производится в соответствии с А.С.№ 1357599 [7]. Процессы взаимодействия железных руд с неорганическими кислотами рассмотрены в работе [8]. Анализ информации по рассматриваемому вопросу показывает существенную новизну в аспекте проведения двухстадийного синтеза грунтового композита. В имеющихся источниках рассматриваются вопросы взаимодействия железосодержащих минералов с неорганическими кислотами, что является первой стадией процесса синтеза. На второй стадии синтеза выполняется перевод хлорида железа в нерастворимую гидратную форму, за счет чего происходит образование грунтового композита, в котором оксиды железа переведены в гидрат окиси железа при сохранении продуктов реакции и нерастворимого в кислоте остатка в одном объеме.

Для исследования возможных направлений хозяйственного использования отходов обогащения железистых кварцитов в 2011 г. на пляже головной плотины хвостохранилища Лебединского ГОКа отобрана проба хвостов весом 10 кг, влажностью 8 %, плотностью минеральной фракции грунта $2,8 \text{ т/м}^3$, со средним диаметром частиц грунта 0,15 мм. Синтез грунтового композита осуществлен путем химической активации железосодержащего комплекса отходов обогащения раствором соляной кислоты, что позволило перевести железосодержащие минералы в растворенную форму. Соляная кислота выбрана в связи с тем, что хлориды железа имеют максимальную растворимость в воде и не контрастны по отношению к геохимическому

фону, ПДК по хлор-иону – 350 мг/л, класс опасности хлоридов – IV, т. е. наименьший (для нитрат-иона установлен III класс опасности, нитрит-иона – II класс опасности).

Активацию железосодержащего комплекса отходов обогащения проводили при стехиометрическом содержании оксидов железа и соляной кислоты по формальному химическому расчету, в водной среде при нагревании смеси отходов и технической соляной кислоты до температуры 80–90 °С. Раствор технической соляной кислоты содержит 65 % воды, в связи с чем дополнительно вода не использовалась. Первая стадия активации железосодержащего комплекса протекает в течение 60–90 мин. Непрореагировавший силикатный остаток изучали методом *сканирующей электронной микроскопии (СЭМ)* на установке QUANTA с микроанализатором. На снимке (рис. 1) отчетливо видны полости, образовавшиеся при растворении мелкокрапленых железосодержащих минералов, что является признаком полного завершения реакции. На второй стадии синтеза проведена нейтрализация образовавшейся бинарной смеси хлоридов железа и силикатной части отходов посредством внесения щелочного компонента, в качестве которого использован раствор гидрата окиси натрия. Нейтрализацию проводили до реакции среды $\text{pH} = 7$; контроль осуществляли по индикаторной бумаге. При нейтрализации гидрат оксида железа интенсивно осаждался на силикатном «скелете» отходов (рис. 2). Отдельно выполнен эксперимент по нейтрализации до $\text{pH} = 7$ жидкой компоненты смеси; при этом выявлено образование наноразмерного гидрата оксида железа (рис. 3).

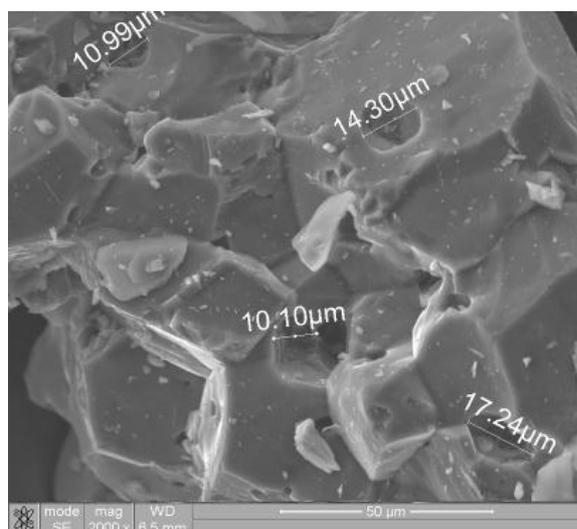


Рис. 1. Микростроение активированного фрагмента отходов обогащения.
Увеличение 2000

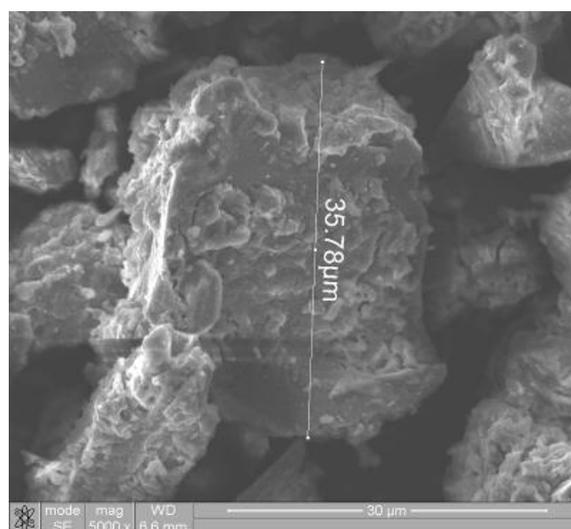


Рис. 2. Микростроение фрагмента отходов после нейтрализации.
Увеличение 5000

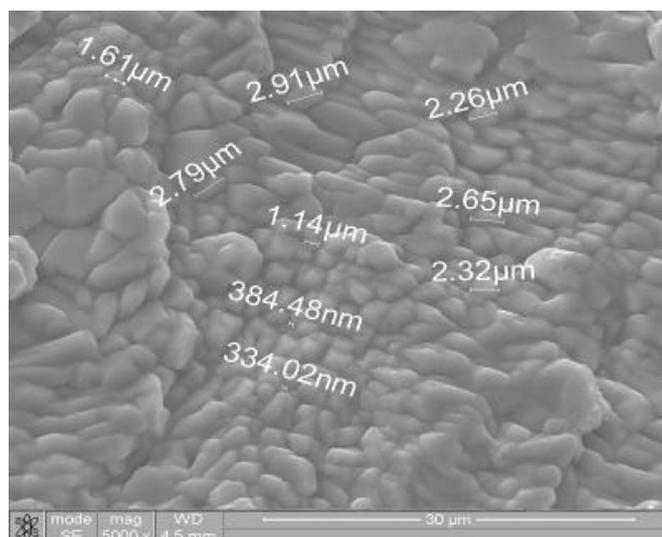


Рис.3. Гидрат оксида железа
Увеличение 5000

Методика синтеза грунтового композита является аналогом природного процесса оже-лезнения при изменении pH в условиях формирования гидратных железных руд. Результаты микроанализа состава композита подтвердили предположения о его двухкомпонентной модели (рис. 4): в грунтовом композите установлено преобладающее содержание оксидов железа и кремния, а также остаточных хлоридов как есте-

ственного компонента реакции нейтрализации. При использовании в качестве щелочного компонента гидрата оксида калия в качестве побочного продукта образуется водный раствор хлорида калия, который используется в сельском хозяйстве в качестве удобрения, за счет чего достигается практически безотходный цикл производства грунтового композита.

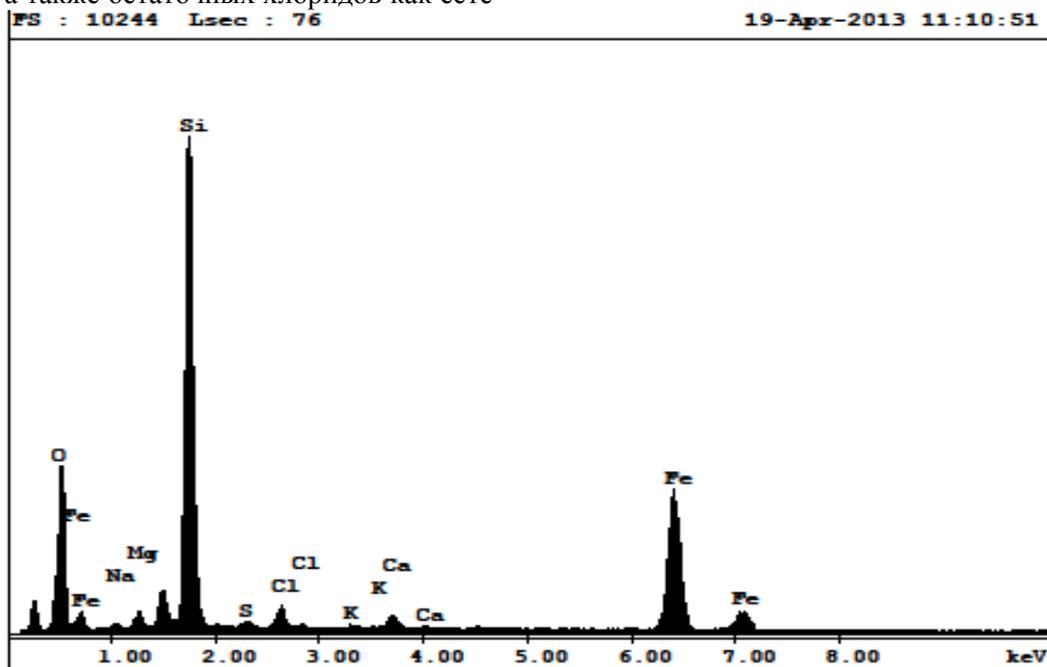


Рис. 4. Данные микроанализа грунтового композита.

Свойства композита изучены на современной аппаратуре. Удельная поверхность контрольных и обработанных образцов определена на газоадсорбционном анализаторе TriStarII 3020, испытания на проницаемость и прочность – по стандартным методикам. Удельную поверхность определяли по низкотемпературной

адсорбции азота (методом БЭТ). Основным результатом синтеза грунтового композита является существенное изменение свойств исходного материала, в частности, резко возрастает удельная поверхность, уменьшается коэффициент фильтрации, в композите возникают структурные связи (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительные характеристики отходов (хвостов) обогащения железистых кварцитов и синтезированного грунтового композита

Образец	Показатель			
	Удельная поверхность, м ² /грамм	Средний диаметр пор, ангстрем	Кэфф-т фильтрации м/сутки	Прочность МПа
Контрольный	0,9	103,0	1,0	отсутствует
Грунтовый композит	45,8	36,2	0,0008	0,05

По результатам исследований пористости, синтезированный грунтовый композит характеризуется средним диаметром пор около 37 Å, что соизмеримо с ионными радиусами металлов; обладает существенными адсорбционными свойствами, а также имеет достаточно низкую проницаемость при фильтрации воды. Следует отметить, что большинство пигментов имеют удельную поверхность в диапазоне 20–50 м²/г; по этому параметру композит в определенной степени является аналогом природной охры. Совокупность установленных полезных свойств позволяет прогнозировать достаточно широкое применение композита для устройства противofiltrационных элементов, в качестве адсорбентов, пигментов, теплоизоляции и других целей. Способ синтеза грунтового композита защищен патентом РФ № 2535852 [9]. *Технология производства достаточно проста и экологически безопасна, образующиеся побочные продукты синтеза – хлориды солей относятся к малоопасным для окружающей среды.* При использовании в качестве щелочного компонента гидрата оксида калия побочным продуктом синтеза является хлорид калия, который применяется в качестве минерального удобрения, за счет чего достигается практически полная безотходность процесса синтеза. *В целом разработан метод, позволяющий в целях получения грунтовых композитов использовать различные сочетания кислотных и щелочных реагентов на первой и второй стадиях синтеза.*

Исследования микростроения и удельной поверхности композита проведены на современной уникальной аппаратуре, за что авторы выражают благодарность сотрудникам ЦКП БелГУ.

Выводы

1. Представленный двухстадийный синтез грунтового композита из отходов обогащения железистых кварцитов КМА обеспечивает получение принципиально нового материала, имеющего полезные свойства, в частности, высокую удельную поверхность, практически наноразмерные поры и малую водопроницаемость.

2. Технология синтеза композита не требует сложной аппаратуры и может быть достаточно легко реализована в практике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трофимов В. Т., Королев В. А., Вознесенский Е. А., Голодковская Г. А., Васильчук Ю. К., Зиангиров Р. С. Грунтоведение. 6-е изд. М.: Изд. МГУ, 2005. 1024 с.
2. Сергеев С. В., Сеница И. В., Бурлуцкая И. П. Геоэкологическая оценка функционирования хранилищ отходов обогащения железных руд // Проблемы региональной экологии. 2007. № 6. С. 52–56.
3. Лесовик Р.В., Алфимова Н.И., Ковтун М.Н., Ластовецкий А.Н. О возможности использования техногенных песков в качестве сырья для производства строительных материалов* // Региональная архитектура и строительство. 2008. №2. С 10–15.
4. Лесовик Р. В., Агеева М. С., Чернышева Н.В. Активация мелкозернистого бетона на железосодержащих техногенных песках магнитным полем // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. № 1. С. 24–28.
5. Зимин Ю. И., Лейзерович С. Г. Промышленный закладочный комплекс технологическая основа безотходного производства железорудного концентрата // Горный журнал. 2013. № 4. С. 49–54.
6. Рахимбаев Ш. М., Яшуркаева Л. И., Мосьпан В. И. Отходы обогащения железных руд КМА - сырье для производства цемента. Белгород: БГТУ. 2012.
7. А.С.№ 1357599, Е 21 F 5/06. Способ закрепления поверхности хранилищ отходов обогащения железных руд./ Е.В.Лычагин, В.Г. Мельник, рег.31.марта 1986 г.
8. Стась Н.Ф. Изучение взаимодействия железных руд с кислотами./Фундаментальные исследования, №1 ч.2, 2013 г, с. 422- 427.
9. Пат № 2535852 МПК E21F 5/06.Способ получения гетерогенного грунтового композита из отходов обогащения железных руд. /Сергеев С.В, Болтенкова О.Е, Добрынин В.Е, рег.17 октября 2014г.

Boltenkova O.E.**THE SYNTHESIS OF THE COMPOSITE SOIL FROM TAILINGS
FERRUGINOUS QUARTZITES OF THE REGION KMA**

The reported study reflects the positive trend in mining science and practice of TEC with respect to the actual problem of utilization (use) and reduction of volumes of technogenic dumps of mining production, particularly of tailings from processing plants. The problems of mechanical and chemical activation of mineral complex for extraction and enrichment of ore are significantly relevant in the aspect of comprehensive utilization of mineral raw materials.

Shows the background and conducted on the basis of their studies of the synthesis of clay composites of tailings ferruginous quartzite KMA by chemical activation with hydrochloric acid and subsequent neutralization of the medium with a solution of hydrate of sodium oxide to PH = 7. Synthesis of heterogenic soil composite from wastes of iron ores enrichment is performed in two stages. The specific surface area of the composite is increased from 1 m²/gram to 45 m²/gram, substantially decreasing the filtration rate through the deposition of nanoscale hydrated iron oxide on the quartz component of the soil. To study the morphology of the surface of waste concentration was used scanning electron microscope and microanalyser. The specific surface area of samples was determined by BET on hatadaridro analyzer , which allowed us to obtain good objective characteristics of a composite according to generally accepted methods in materials science. Synthesized from tailings ferruginous quartzite clay composite having adsorption properties, low permeability during the filtration process, has small pore size(down to nanoscale) and high specific surface area that provides the structural connection of the composite. In General, the proposed method allows to obtain composites of soil to use different combinations of acid and alkaline reagents on the first and second stages of the synthesis. The clay composite having pigment properties. The composite can be used as sealing elements, adsorbents, insulation and other purposes. Its production process is quite simple and environmentally friendly, produced byproducts of the synthesis of the chloride salts are low hazard for the environment. When used as the alkaline component of the hydrate of oxide of potassium as a by-product is formed an aqueous solution of potassium chloride , which is used in agriculture as fertilizer, thereby achieving a virtually waste-free production cycle of a clay composite.

Key words: *ferruginous quartzites, tailings, man-made accumulations of tailings, recycling, synthesis of soil composite technology, nano-porosity, strength, and membrane adsorption properties, application.*

Болтенкова Оксана Евгеньевна, аспирант.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы 85.

E-mail: st.dom31@yandex.ru

Сулейманова Л.А., д-р техн. наук, проф.,
Козлюк А.Г., канд. экон. наук, проф.,
Глаголев Е.С., канд. техн. наук, доц.,
Марушко М.В., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

К ВОПРОСУ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

ludmilasuleimanova@yandex.ru

Многих повреждений и деформаций конструктивных элементов и инженерного оборудования зданий, приводящих к существенному снижению технического состояния можно избежать путем урегулирования системы мониторинга и обследований технического состояния зданий и повышения уровня подготовки специалистов в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

Ключевые слова: осмотры, обследование, техническая эксплуатация, техническое состояние зданий, конструктивные элементы, инженерные системы, повреждения, дефекты.

За последние несколько лет в Российской Федерации сложилась довольно непростая ситуация в области технической эксплуатации гражданских зданий. Увеличивается степень физического и морального износа основных конструктивных элементов и инженерных систем зданий старой застройки, снижается несущая способность строительных конструкций, стены и перекрытия не соответствуют действующим нормам по энергосбережению. В связи с этим повышается риск аварийных ситуаций и угроза для комфортного и безопасного нахождения людей в этих зданиях и появляется острая необходимость в проведении капитального ремонта или реконструкции. Основными

причинами возникновения подобных ситуаций могут быть неточности при проектировании, некачественное выполнение строительно-монтажных работ, а также несоблюдение норм и правил эксплуатации. Поэтому обследование технического состояния зданий относится к актуальному вопросу правильной эксплуатации зданий.

Техническая эксплуатация зданий осуществляется в целях обеспечения требований безопасности для жизни и здоровья граждан, сохранности их имущества, экологической безопасности в течение всего периода использования объектов строительства по назначению (рис. 1).

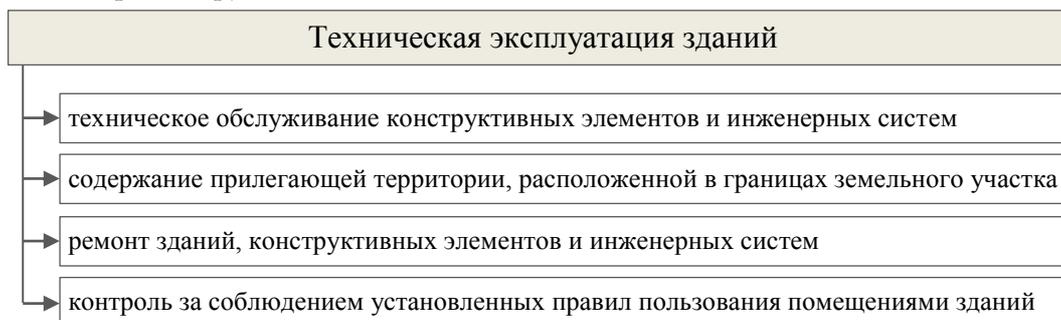


Рис. 1. Состав технической эксплуатации зданий

Основными задачами технической эксплуатации зданий являются:

- обеспечение безопасной эксплуатации конструктивных элементов и инженерных систем зданий;
- обеспечение проектных режимов эксплуатации строительных конструкций и инженерных систем зданий;
- содержание помещений зданий и прилегающей к зданию территории в соответствии с установленными санитарно-

гигиеническими и противопожарными правилами и нормами.

Контроль за техническим состоянием зданий с привлечение высококвалифицированных специалистов из научных и ремонтно-строительных организаций предусматривает проведение плановых и внеплановых осмотров конструктивных элементов и инженерных сетей. Порядок проведения и периодичность плановых осмотров, оформление актов о техническом состоянии зданий регламентировано [1]. Внеплановые осмотры

проводятся после землетрясений, ливней и селевых потоков, наводнений и других стихийных природных явлений, техногенных аварий, а также при выявлении деформаций оснований зданий.

Обобщенные данные о техническом состоянии зданий, а также их строительных конструкций, установленные в результате плановых и внеплановых осмотров, заносятся в технический паспорт здания.

Для технического обследования зданий необходимы обоснования, которыми могут являться обнаружение крупных повреждений строительных конструкций в процессе эксплуатации или строительства; реконструкция зданий; изменение функционального назначения здания; возобновление прерванного строительства зданий; истечение нормативных сроков эксплуатации зданий или их моральный износ; возникновение воздействий, не предусмотренных при проектировании; возникновение повреждений в результате воздействия стихийных бедствий природного характера или техногенных аварий [2].

Согласно [3], обследование технического состояния зданий проводится в три этапа:

- 1) подготовка к проведению обследования;
- 2) предварительное (визуальное) обследование;
- 3) детальное (инструментальное) обследование.

Подготовительные работы проводят для ознакомления с объектом обследования, его объемно-планировочным и конструктивным решением, материалами инженерно-геологических изысканий; анализа проектно-технической документации; составления программы работ с учетом согласованного с заказчиком технического задания.

Предварительное (визуальное) обследование проводят в целях определения оценки технического состояния строительных конструкций и инженерного оборудования по внешним признакам, определения необходимости в проведении детального (инструментального) обследования и уточнения

программы работ. Если здание находится в ветхом или аварийном состоянии или имеет дефекты и повреждения, снижающие несущую способность и эксплуатационные характеристики, то в этом случае техническое задание на проведение инструментального обследования может быть составлено и без проведения предварительного обследования [3].

Данные о техническом состоянии конструктивных элементов, выводы о возможности их дальнейшей эксплуатации или задачах детального обследования, определяемые при предварительном обследовании, формируются в виде документа, устанавливающего причины возникновения и характер дефектов, а также вывод о дальнейшей эксплуатации здания или задачи детального обследования.

Детальное обследование технического состояния здания включает в себя:

- измерение необходимых геометрических параметров зданий, конструкций, их элементов;
- инженерно-геологические изыскания;
- инструментальное определение параметров дефектов и повреждений;
- определение фактических характеристик материалов основных несущих конструкций и их элементов;
- определение реальных эксплуатационных нагрузок и воздействий, воспринимаемых обследуемыми конструкциями;
- измерение параметров эксплуатационной среды;
- определение фактической расчетной схемы здания и его отдельных конструкций;
- определение расчетных усилий в несущих конструкциях, воспринимающих эксплуатационные нагрузки;
- поверочный расчет несущей способности конструкций по результатам обследования;
- анализ причин появления дефектов и повреждений;
- составление итогового документа (заключения) с выводами по результатам обследования.

Таблица 1

Результаты детального (инструментального) обследования здания

№ п/п	Дата обследования	Состояние конструктивных элементов зданий	ФИО и подпись ответственного лица (лиц) за результаты обследования	Вид ремонта и сроки его выполнения	Фактическое выполнение (дата / подпись ответственного)	Исполнитель	Источник финансирования	
							бюджет	Другие источники
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Отметим, что натурные испытания строительных конструкций и их элементов проводят научно-исследовательские организации или специализированные организации в случаях, когда поверочные расчеты по выявленным фактическим параметрам конструкций не дают достаточно надежных результатов.

В общем виде заключение по результатам детального обследования здания состоит из текстовой части и приложений. Также результаты могут быть оформлены в виде предлагаемой таблицы (см. табл. 1).

При проведении обследования технического состояния зданий наличие повреждений и дефектов устанавливается по их характерным и детальным признакам [4, 5]. Повреждения и дефекты подразделяются по многим признакам, поэтому ниже приведем обобщенную схему их классификации, представленную на рис. 2.

При этом в зависимости от уменьшения несущей способности конструктивных элементов, степень повреждений и возможности их восстановления требуют принятия определенных мер и действий (рис. 3, табл. 2).



Рис. 2. Классификация повреждений и дефектов зданий

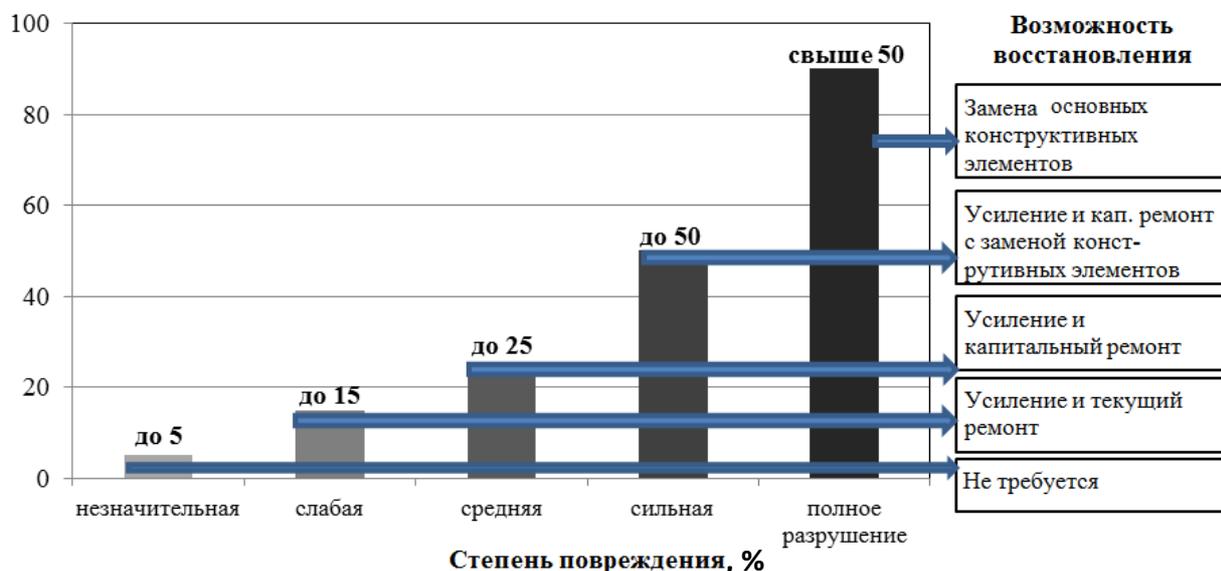


Рис. 3. Степень повреждений конструктивных элементов и возможность их восстановления

Таблица 2

Контроль и организация ремонтных работ (пример)

Конструктивные элементы зданий и признаки износа их при осмотре	Количественно-качественная оценка конструктивных элементов	Физический износ, %	Период выполнения работ				Состав ремонтных работ	Пример
			весна	лето	осень	зима		
Стены кирпичные								
Отдельные трещины и выбоины	Ширина трещин до 1 мм	0–10	●				Затирка трещин и выбоин	
Глубокие трещины и отпадение штукатурки местами, выветривание швов	Ширина трещин до 2 мм, глубина до 1/3 толщины стены, разрушение швов на глубину до 1 см на площади до 10 %	11–20	●	●			Ремонт штукатурки или расшивка швов; очистка фасадов	
Отслоение и отпадение штукатурки стен, карнизов и перемычек; выветривание швов; ослабление кирпичной кладки; выпадение отдельных кирпичей, трещины в карнизах и перемычках; увлажнение поверхности стен	Глубина разрушения швов до 2 см на площади до 30 %. Ширина трещины более 2 мм.	21–30		●			Ремонт штукатурки и кирпичной кладки, подмазка швов, очистка фасада, ремонт карниза и перемычек	
Массовое отпадение штукатурки; выветривание швов; ослабление кирпичной кладки стен; карниза; перемычек с выпадением отдельных кирпичей; высолы и следы увлажнения	Глубина разрушения швов до 4 см на площади до 50 %.	31–40	●	●			Ремонт поврежденных участков стен, карнизов, перемычек	
Сквозные трещины в перемычках и под оконными проемами, выпадение кирпичей, незначительное отклонение от вертикали и выпучивание стен	Отклонение стен от вертикали в пределах помещения более 1/200 высоты, прогиб стены до 1/200 длины деформируемого участка выпучивание стен	41–50	●	●	●		Крепление стен поясами, рандбалками, тяжами и т.п., усиление простенков	
Перекрытия из сборного железобетонного настила								
Трещины в швах между плитами	Ширина трещин до 2 мм	0–10	●				Заделка трещин	
Значительное смещение плит перекрытий относительно друг друга по высоте, следы протечек в местах опирания плит на наружные стены	Смещение плит по высоте до 3 см. Повреждения на площади до 20 %	21–30	●	●	●		Выравнивание поверхности потолка с установкой арматурных сеток. Устройство цементно-песчаных пробок	
Трещины в плитах, следы протечек или промерзания на плитах и на стенах в местах опирания	Ширина трещин до 1 мм	31–40		●	●		Укрепление мест опирания плит. Заделка пустот в торцах в местах опирания на наружные стены	
Поперечные трещины в плитах без оголения арматуры, прогиб	Ширина трещины до 2 мм. Прогиб до 1/100 пролета	41–50	●	●	●		Усиление плит, заделка трещин	

Владельцы или управляющие компании, ответственные за эксплуатацию зданий, построенных, в особенности, в 60-х – 80-х годах прошлого века и позже, должны соблюдать требования нормативно-правовых актов для обеспечения их правильной эксплуатации: своевременное проведение текущего и капитального ремонтов, реконструкции или сноса (при признании аварийного состояния). Для каждого здания необходимо составлять годовой график планово-предупредительных ремонтов и санитарно-гигиенического

обслуживания. Потребность в проведении технического обследования, например, жилых зданий за последние несколько лет резко возросла из-за возможности проведения капитального ремонта зданий (Федеральный закон №185-ФЗ от 21.07.2007[6]).

Для объективной оценки состояния конструктивных элементов и инженерного оборудования и сетей необходимо проводить технические обследования. Результаты инструментальных обследований и выявления дефектов позволяют определить техническое

состояние элементов и здания в целом. В свою очередь уровень физического износа дает представление о стоимости выполнения работ по реконструкции и целесообразность ее проведения.

Многие выявленные повреждения и деформации конструктивных элементов и инженерного оборудования зданий, которые привели к существенному снижению технического состояния и повышению их морального и физического износа, являются следствием халатного отношения к обслуживанию и технической эксплуатации зданий. Такое техническое состояние могло быть предотвращено при проведении плановых осмотров, обследований и ремонтов. Для решения перечисленных проблем необходимо урегулировать систему мониторинга и обследований технического состояния зданий и повысить уровень подготовки специалистов в сфере жилищно-коммунального хозяйства. В БГТУ им. В.Г. Шухова на кафедре строительства и городского хозяйства по направлению 08.04.01 Строительство проводится обучение по магистерским программам "Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" и "Мониторинг, обеспечение безопасности и эксплуатационный надежности жилищно-

коммунального комплекса городской инфраструктуры".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ВСН 57-88 (р). Положение по техническому обследованию жилых зданий.
2. Ремнев В.В., Морозов А.С., Тонких Г.П. Обследование технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. М.: Маршрут, 2005. 196 с.
3. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
4. Козлюк А.Г., Байдин О.В. Тенденции развития жилищно-коммунального хозяйства: монография. Белгород: Изд-во БГТУ 2010. 160 с.
5. Козлюк А.Г., Байдин О.В. Методика оценки результатов функционирования жилищно-коммунального хозяйства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. №3. С. 51–52.
6. О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства: Федеральный закон от 21.07.2007 №185-ФЗ(ред. от 29.06.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016) // Собрание законодательства РФ. – 23.07.2007. №30. С. 3799.

Suleymanova L.A., Kozlyuk A.G., Glagolev E.S., Marushko M.V.

TO THE QUESTION OF CONDITION SURVEY OF THE CIVIL BUILDINGS

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

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

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

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

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

E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru

Козлюк Анатолий Григорьевич, кандидат экономических 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: kafedrasigsh@mail.ru

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

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

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

E-mail: kafedrasigsh@mail.ru

Марушко Михаил Викторович, студент магистратуры гр. МТЭ-11.

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

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

**Баранов Е.В., канд. техн. наук, доц.,
Шелковникова Т.И., канд. техн. наук, доц.**
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ И СТРУКТУРНАЯ ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ СИЛИКАТНОЙ СЕТКИ И ПОВЕРХНОСТИ СТЕКОЛ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВОДЫ И ВОДЯНОГО ПАРА*

baranov.evg@mail.ru

В статье рассмотрена гидролитическая деструкция щелочных силикатных стекол при действии водяного пара, изучены основные процессы происходящие при гидротермальной обработке, произведена оценка влияния различных видов гидротермальной обработки на процессы обводнения силикатных стекол и дана количественная оценка ряда термодинамических параметров.

Ключевые слова: силикатное стекло, гидротермальная обработка, процессы обводнения стекла, степень обводнения.

Исследованию процессов, связанных с действием воды, водяного пара и растворов кислот и щелочей на силикатные стекла посвящены работы Айлера К., Гребенщикова И.В., Безбородова М.А., Куколева Г.В. и ряда современных исследователей. Необходимость установления закономерностей процессов гидролитической деструкции стекла привлекает внимание исследователей работающих в различных областях.

Целью настоящей работы является оценка термодинамических параметров и структурных изменений, возникающих в щелочных силикатных стеклах, при действии воды и водяного пара. В качестве модельных систем использовали бесцветное, зеленое и коричневое тарное стекло. Для изучения процессов деструкции и обводнения стекла часть стекла была подвергнута гидротермальной обработке в пропарочной камере, а часть автоклавной обработке.

Механизм процессов взаимодействия стекло и воды условно может быть оценен двумя группами явлений: выщелачивание и обводнение. В каждой из этих групп процессов взаимосвязано пройдет целый ряд химических реакций и структурных превращений и переходов: формирования золя, переходящего в гель, кристаллизация новообразований.

Одним из первых превращений при действии воды на стекло будет растворение оксидов щелочных и щелочноземельных металлов и их гидратация. Кинетика процессов выщелачивания при различных видах гидротермального воздействия следующая: рН водной суспензии молотого стекла, как правило, показывает нейтральную реакцию рН=7, у стекла, прошедшего обработку в пропарочной камере, рН=9, у обработанного в автоклаве рН=10. Увеличение рН вызвано экстракцией и гидратацией оксидов Na₂O и K₂O. Экстракции щелочных оксидов сопутствуют разрыв силикатной сетки стекла и обменные реакции с водой. Скорость растворения оксида кремния возрастает с увеличением рН раствора. Растворение кремнезема связано с разрывом связей ≡Si-O-Si≡ и образованием ≡Si-OH [1–4]. Такое явление названо авторами «обводнением стекла».

Для оценки кинетики процессов, протекающих при гидротермальной обработке щелочного силикатного стекла с термодинамической точки зрения, был произведен расчет стандартной энергии Гиббса возможного образования веществ. Расчет выполнен для бесцветного стекла и представлен в табл. 1.

Таблица 1

Стандартная энергия Гиббса образования возможных веществ

Реакция	$\Delta G_{f,298}^0$, кДж/моль	ΔG_f , кДж/моль
$Fe_2O_3 + 3H_2O = 2Fe(OH)_3$	-740	-52,43
$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$	-603,46	-59,89
$MgO + H_2O = Mg(OH)_2$	-596,27	-27,25
$Na_2O + H_2O = 2NaOH$	-376,1	-144,23
$K_2O + H_2O = 2KOH$	-397,22	-235,01

Полученные результаты позволяют заключить, что химическое сродство щелочных компонентов Na₂O и K₂O является максимальным, т.к. значение ΔG_f для данных компонентов является наибольшим. Следовательно, с термодина-

мической точки зрения, реакция гидратации данных компонентов является наиболее предпочтительной.

В ходе процессов гидротермальной обработки и длительного воздействия воды на по-

верхность стекла идет процесс обводнения поверхности и структуры стекла. Вхождение воды происходит в нескольких формах – в виде молекулярной и силанольной воды. Механизм взаимодействия стекла с водой при гидротермальной обработке порошка силикатных стекол начинается с разрыва связей $\equiv\text{Si-O-Na}$, происходящего путем обмена ионов натрия стекла на ионы водорода, что приводит к образованию силанольных групп $\equiv\text{Si-OH}$ и NaOH . Растворение кремнезема стекла, связанное с разрывом связей $\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$ в результате присоединения воды является вторичным процессом. Выщелачивание приводит к повышению pH среды и увеличению растворения кремнеземистой составляющей стекла и образованию кремниевой кислоты и силикатов щелочных металлов. Измельченное стекло, подвергнутое гидротермальной обработке, будет содержать воду в состоя-

нии гидроксильного поверхностного слоя, гидроксильные группы которого связаны с поверхностью прочной ионной или донорно-акцепторной связью и являются центрами адсорбции нескольких слоев молекулярной воды. Вода, благодаря полярности ее молекул, будет располагаться у поверхности и отдельных частиц стекла в виде нескольких слоев [1–4].

Данные инфракрасной спектроскопии обводненного стекла подтверждают, что вхождение воды происходит в двух формах H_2O и OH^- . Анализ спектров позволяет установить наличие следующих полос поглощения: $1520\text{--}1450\text{ см}^{-1}$ ($\delta\text{ OH}^-$), $1680\text{--}1600\text{ см}^{-1}$ ($\delta\text{ HOH}$) – деформационные колебания, $2500\text{--}1900\text{ см}^{-1}$ (OH^-) – валентные колебания, $3400\text{--}3200\text{ см}^{-1}$ (H_2O) – валентные колебания, $3750\text{--}3540\text{ см}^{-1}$ (OH^-) – валентные колебания (рис. 1).

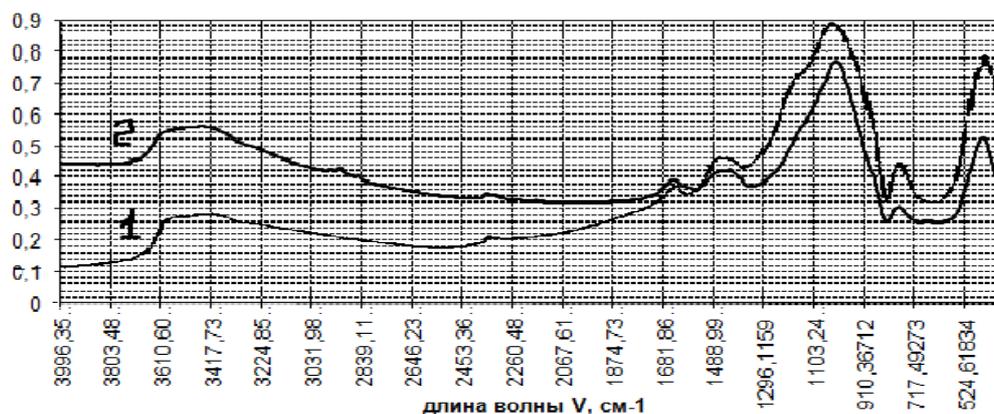


Рис. 1. Инфракрасные спектры поглощения бесцветного стекла, обработанного:
1 – в пропарочной камере, 2 – в автоклаве

Для количественной оценки содержание воды в обводненном стекле предложен показатель – степень обводнения (C_0), который представляет собой сумму силанольной (OH^-) и молекулярной (H_2O) воды:

$$C_0 = m_m + m_c \quad (1)$$

где m_m – количество молекулярной воды, %; m_c – количество силанольной воды, %.

Оценка степени обводнения проводилась по данным дифференциально-термического анализа на тонкомолотом стекле подвергнутом обводнению различными способами. Полученные данные позволяют утверждать, что у тонкомолотых стекол, прошедших автоклавную обработку, степень обводнения в несколько раз выше степени обводнения стекол, обработанных в пропарочной камере, так например, для тонкомолотого бесцветного стекла обводненного в автоклаве степень обводнения 12,5 %, а у стекла

обводненного в пропарочной камере на 6,3 %, что в 2 раза меньше чем в автоклаве.

Энергетическое состояние поверхности играет определяющую роль в фундаментальных физических и процессах адсорбции, хемосорбции, миграции адсорбированных частиц вдоль поверхности, химическом взаимодействии частиц вблизи раздела фаз. При изучении энергетических характеристик модифицированной поверхности стекол использовали метод Ван-Осс-Гуда (VOG) – метод тестовых жидкостей, в качестве тестовой жидкости использовалась вода. Установлено, что для стекол различных цветов краевой угол смачивания увеличивался в ряду необработанное – пропаренное – автоклавированное, угол смачивания при интенсификации гидротермальной обработки возрастал на $12\text{--}15^\circ$. Наибольший угол смачивания имеет коричневое стекло – $70\text{--}85^\circ$, у зеленого $68\text{--}81^\circ$, у бесцветного $65\text{--}82^\circ$, что может быть связано с

большим содержанием щелочных оксидов в составе коричневого стекла.

Изменение состояния поверхности (микрорельефа) щелочного силикатного стекла изучалось с помощью сканирующего зондового микроскопа (SPM - Scanning Probe Microscope). По данным электронно-микроскопических исследо-

ваний поверхность стекла представляет собой отдельные глобулы. Полученные 3D схемы поверхности исходного щелочного силикатного стекла представлены на рисунке 2. Установлено, что поверхность исходного стекла имеет глобулы высотой и глубиной от -50 до $+50$ нм.

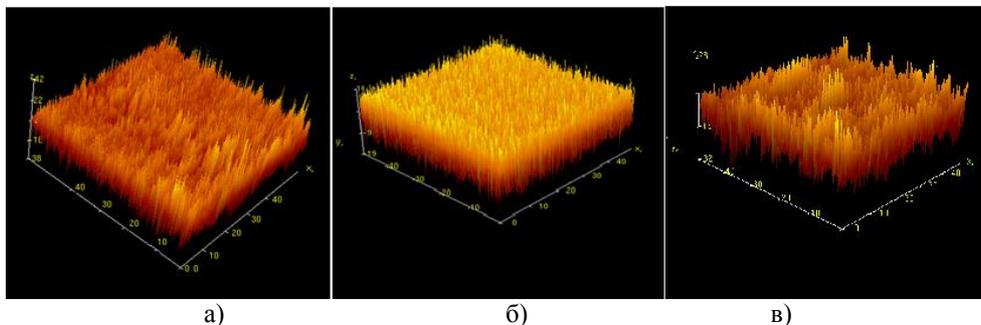


Рис. 2. 3D схемы поверхности щелочного силикатного стекла:
а) бесцветного; б) зеленого; в) коричневого

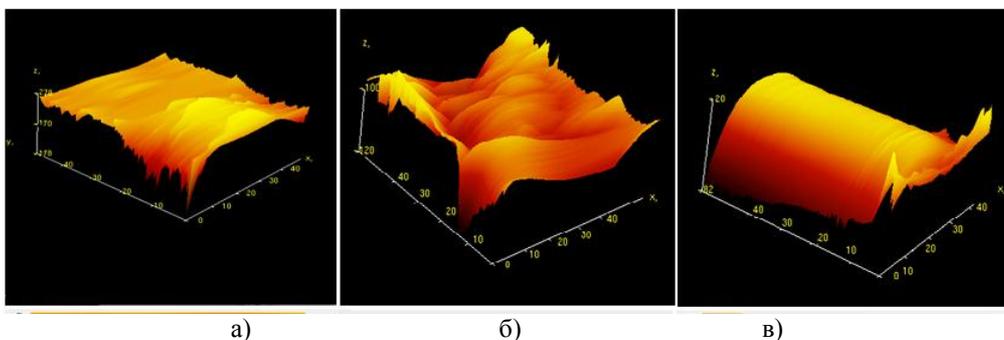


Рис. 3. 3D схемы поверхности щелочного силикатного стекла, обработанного в пропарочной камере: а) бесцветного; б) зеленого; в) коричневого

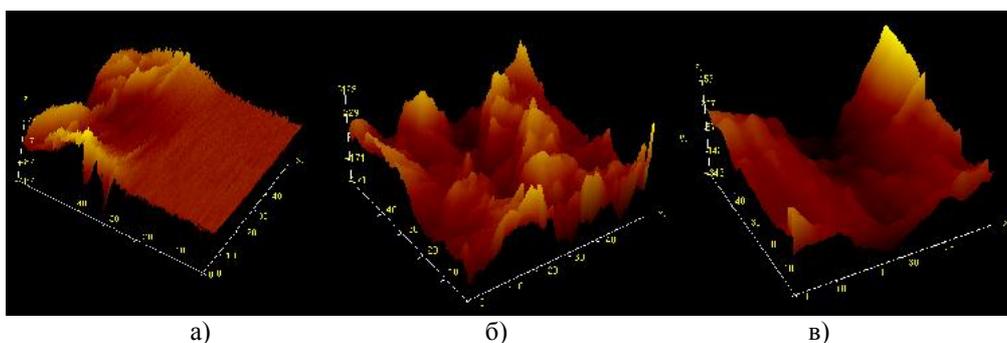


Рис. 4. 3D схемы поверхности щелочного силикатного стекла, обработанного в автоклаве: а) бесцветного; б) зеленого; в) коричневого

Анализируя полученные 3D поверхности щелочного силикатного стекла исходного, обработанного в пропарочной камере и автоклаве удалось установить, что после обработки в пропарочной камере и автоклаве происходит сглаживание глобул (рисунок 3,4). Это происходит, вероятно, за счет растворения на поверхности стекла аморфного кремнезема с образованием в дальнейшем геля кремнекислоты. Разрыв связей $\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$ распространяется вглубь частицы стекла, его структура разрушается, кремнезем

начинает переходить в жидкую фазу с образованием частиц кремниевой кислоты. По мере растворения SiO_2 и повышения его концентрации в растворе понижается pH среды и происходит поликонденсация с образованием золя кремниевой кислоты, который затем переходит в гель. Сглаживание глобул и искажение поверхности после автоклавной обработки происходит в большей степени по сравнению со стеклом обработанным в пропарочной камере, что подтверждает предположение об увеличении

глубины процессов гидrolитической деструкции стекла с увеличением времени и температуры гидротермальной обработки

Сравнивая полученные поверхности стекла разных цветов (бесцветного, зеленого, коричневого) подвергнутого гидротермальной обработке в различных условиях (в пропарочной камере и в автоклаве) можно заключить, что процессы гидrolитической деструкции в наибольшей степени проявляются для зеленого и бесцветного стекла.

Для оценки возможности получения пористых заполнителей на основе обводненного стекла выполнены лабораторные исследования, которые подтвердили состоятельность выдвинутых научных предположений. Получены высокоэффективные теплоизоляционные материалы в виде гранул пеностекла различного диаметра от 5–40 мм с насыпной плотностью 150–240 кг/м³, весьма низкой теплопроводностью 0,05–0,06 Вт/(м·°C) [5].

**Работа выполнена при использовании оборудования Центра коллективного пользования Воронежского ГАСУ им. Ю.М. Борисова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Безбородов М.А. Химическая устойчивость силикатных стекол. Минск: Изд. Наука и техника, 1972. 302 с.
2. Айлер К. Коллоидная химия кремнезема и силикатов: перевод с английского под ред. Н.А. Торопова. М.: Изд. Государство литературы по строительству и строительным материалам, 1959. 288 с.
3. Горлов Ю.П. Эффективная утилизация боя искусственных щелочных стекол // Сборник материалов юбилейных чтений «Развитие теории и технологии в области футеровочных, изоляционных и отделочных материалов» посвященные семидесятилетию со дня рождения Ю.П. Горлова. М.: МГСУ. 2003. С. 18–20
4. Чернышов Е.М., Шелковникова Т.И., Баранов Е.В. Новый технологический принцип поризации и вспучивания стекла при получении легких заполнителей // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. 2009. №8. С. 95–102.
5. Шелковникова Т.И., Баранов Е.В. Получение и свойства эффективных материалов на основе стеклобоя // Кровельные и изоляционные материалы. 2007. №1. С. 51–53

Baranov E.V., Shelkovnikova T.I.

THERMODYNAMIC AND STRUCTURAL ASSESSMENT OF THE TRANSFORMATION OF THE SILICATE MESH AND GLASS SURFACES UNDER THE ACTION OF WATER AND STEAM

In the article the hydrolytic destruction of alkaline silicate glasses under the action of steam and the basic processes during the hydrothermal treatment are examined, the assessment of influence of various types of hydrothermal treatment on the processes of silicate glasses irrigation is carried out and the quantitative assessment of some thermodynamic parameters is given.

Key words: *silicate glass, hydrothermal treatment, the processes of glass irrigation, the degree of irrigation*

Баранов Евгений Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес: Россия, 394006, Воронеж, ул. 20 лет Октября, д. 84.

E-mail: baranov.evg@mail.ru

Шелковникова Татьяна Иннокентьевна, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес: Россия, 394006, Воронеж, ул. 20 лет Октября, д. 84.

E-mail: tschelk@mail.ru

*Лебедев В.М., канд. техн. наук, доц.,**Ломтев И.А., аспирант**Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЕКТОВ ПОТОЧНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ И КОМПЛЕКСОВ

lebedev.lebedev.v.m@yandex.ru

Рассмотрена возможность анализировать и оценивать вероятность выполнения проектов поточного строительства реконструкции, обеспечение сокращения продолжительности реконструкции объектов, возможность координировать оптимальное распределение ресурсов.

Ключевые слова: *имитационное моделирование, проект поточного строительства реконструкции, поточное строительство (реконструкция), системокванты.*

Имитационное моделирование является, по существу, единственным методом исследования сложных реконструктивных строительных систем, где натурный эксперимент практически неосуществим, либо требует больших затрат времени, средств и экономически нецелесообразен. Имитационные модели позволяют не только анализировать все существующие системы, но на основе этого опыта и любых гипотез прогнозировать и проектировать возможные, оптимальные по любому принятому критерию системы, обладающие принципиально новыми организационно-технологическими качествами [3, 4].

Научную основу моделируемой производственной системы составляет теория поточного строительства и реконструкции. Имитационная модель ППС(Р) должна отражать объемно – конструктивные характеристики реконструируемых строительных объектов, организационно-технологические особенности их реконструкции и возведения, многовариантность и вероятностный характер строительного производства. Структуру организационно – технологических моделей поточной реконструкции необходимо строить по блочному принципу, что позволяет при внедрении ППС(Р) без коренной перестройки описывать различные производственные ситуации и решать практические задачи. Модели должны содержать набор понятий, обеспечивающих описание реальной реконструктивной строительной системы и ее функционирования, полнота описания системы достигается посредством отражения в моделях статистических и динамических взаимосвязей между элементами моделируемой системы. Модели должны содержать описание цели рассматриваемой системы и формальной аналог оперативного управления, существующего в реальных производственных условиях, генерировать ситуации, возникающие под воздействием случайных возмущающих факторов.

При разработке организационно – технологических моделей поточного строительства (реконструкции) удобен в применении блочно-иерархический подход, согласно которому объекты делятся на базовые элементы (захватки, ярусы, секции). Базовый элемент (модуль) – элементарная часть объекта, которую невозможно (или нецелесообразно) разделять на более мелкие части. Параметры базового элемента составляют множество его свойств, называемых атрибутами. Супер элемент (супермодуль) – типовая совокупность взаимосвязанных базовых элементов (модулей), используемая наравне с базовыми элементами. Законченная структура – совокупность взаимосвязанных модулей (супермодулей), представляющая собой возможный вариант структуры объекта (С.Р. Владимирский [10]).

При моделировании сложных систем реконструктивного строительного производства теория функциональных систем П.К. Анохина [1, 2] позволяет провести оценку адекватности модели по степени отражения (достоверности, надежности, комплексности) результата функционирования. Иерархия подсистем должна формироваться как иерархия результатов, что открывает способ и механизм соединения иерархических уровней. Функциональные системы обычно состоят из неоднородных элементов подсистем, каждый из которых несет свою функциональную и специфическую нагрузку в достижении результата. Эти подсистемы, в свою очередь, расчленяются на ряд неоднородных элементов подсистем, которые также не должны рассматриваться разрозненно и вне единой функциональной системы, созданной для достижения общего результата цели. Цель рассматривается как заданный результат; критерий – как признак, по которому определяется соответствие этому результату; ограничения – степень свободы, необходимая для достижения результата. При обеспечении единства результата или иерархии результатов можно построить

строгую логику разработки и внедрения проектов поточной реконструкции объектов и комплексов [3, 4, 8, 9].

Адаптация концепции системоквантов К.В. Судакова [7, 11] весьма перспективна при разработке и внедрении проектов поточного строительства (реконструкции) ППС(Р) объектов и комплексов. Системокванты рассматриваются как дискретные единицы интегративной системной деятельности по выполнению строительных процессов в пространственно-временном континууме. Для самых разных реконструируемых и строительных объектов общность концепции системоквантов характеризуется тем, что каждый системоквант проявляется узловыми механизмами теории функциональных систем (афферентный синтез, принятия решения, акцептор результата действия, эфферентный синтез и его оценка) [5, 7].

Адаптация теории функциональных систем П.К. Анохина и концепции системоквантов К.В. Судакова к системе реконструктивного строительного производства включает следующие положения:

- наличие приспособительного результата во всякой саморегулирующейся и самоорганизующейся системе радикально ориентирует все потоки информации в системе на этот результат;

- любой элемент системы проводит или преобразует информацию только в эквиваленте какой-то доли этого результата;

- каждый элемент системы, информация которого не отражает параметров результата, делается помехой для системы и немедленно преодолевается пластическими перестройками всей системы в целом [5, 6].

Построение имитационной модели возведения (реконструкции) строительных объектов и комплексов представлено на рис. 1.

Основными элементами системы возведения (реконструкции) объекта являются: сам объект, средства для его возведения и набор управляющих правил, согласно которым осуществляется целенаправленное взаимодействие объекта со средствами возведения в общем процессе функционирования системы. В имитационной модели каждый элемент рассматриваемой системы представляется совокупностью своих основных характеристик [3, 4].



Рис. 1. Схема построения имитационной модели разработки и внедрения ППС(Р) объектов и комплексов

Характеристики объекта реконструкции:

$$n; m; V = \{V_{ij}\}; G^i = \{G_{j_1, j_2}^i\};$$

Где n – число участков; m – число работ; V – матрица объемов работ на участках; V_{ij} – объем

$$G_{j_1, j_2}^i = \begin{cases} 1, & \text{если на } i\text{-м участке } j_1\text{-я работа готовит фронт работ } j_2\text{-й работе;} \\ 0, & \text{если на } i\text{-м участке } j_1\text{-я работа не готовит фронт работ } j_2\text{-й работе.} \end{cases}$$

Если комплексы работ на участках будут одинаковы, технологический граф G будет единым для всех участков объекта.

Характеристики средств возведения объекта:

$$r = \{r_1, r_2, \dots, r_j, \dots, r_m\}; D = \{d_{ij}\};$$

$$L = \{l_1, l_2, \dots, l_j, \dots, l_m\};$$

где r – матрица-вектор наличного количества ресурсов типа мощностей (бригад с приданными машинами) каждого типа на стройплощадке; r_j – наличное число ресурсов j -го типа на стройплощадке (элемент матрицы-вектора r); D – матрица максимального технологически допустимого количества ресурсов каждого типа на участках; d_{ij} – максимальное технологически допустимое число ресурсов j -го типа на i -м участке при условии их одновременной производительной работы (элемент матрицы D); L – матрица-вектор интенсивностей работы одной бригады каждого типа за смену; l_j – интенсивность работы (выработка) одного ресурса j -го типа за смену (элемент матрицы-вектора L).

Набор управляющих правил:

$$П = П1, П2, П3, П4;$$

где $П1$ – правило, разрешающее в момент времени t начать j -ю работу на i -м участке лишь в том случае, если к этому моменту на участке выполнены все работы, технологически предшествующие j -й работе (в соответствии с технологической последовательностью выполнения работ на i -м участке — график G_i); $П2$ – правило, разрешающее в момент времени t начать j -ю работу на i -м участке лишь в том случае, если к этому моменту участок будет свободен; $П3$ – правило выбора в момент времени t назначения j -й работы на i -й участок по системе приоритетов в следующем порядке:

1. если есть несколько свободных типов ресурсов, претендующих на занятие свободных участков, то в первую очередь производится назначение того ресурса, который претендует на большее число свободных участков;

2. если j -й ресурс может начать работу на любом из нескольких свободных участков, то в первую очередь производится назначение ресурса на i -й участок, на котором суммарная условная трудоемкость (в бригадо-днях) всех

j -й работ на i -м участке (элемент матрицы V); G^i – технологическая последовательность выполнения работ на i -м участке, выраженная графиком и представленная в матричной форме; G_{j_1, j_2}^i – элемент технологической матрицы;

оставшихся работ максимальная, причем из наличного числа ресурсов j -го типа на i -й участок назначается число, соответствующее максимальному технологически допустимому числу ресурса j -го типа на i -м участке (d_{ij} из матрицы D); 3) если после назначения j -й работы на i -й участок, остались незагруженными ресурсы j -го типа, то назначение j -го ресурса на оставшиеся свободные участки производится по предыдущему правилу;

$П4$ – правило назначения j -го ресурса на участок, первый по номеру из свободных участков, если в системе приоритетов правила $П3$ не существует предпочтительного выбора [3, 4, 8, 9].

Каждое из перечисленных управляющих правил представляется в рассматриваемой имитационной модели ППС(Р) соответствующим алгоритмом, случайными величинами в рассматриваемой модели являются продолжительности отдельных работ комплекса $(dt)_{ij}$, при этом характер функции распределения времени выполнения каждой из работ считается известным и для полного вероятностного описания указанных случайных величин достаточно задания двух величин: математического ожидания и дисперсии. Предполагается, что свободные в момент наблюдения t участки, оставшиеся не занятыми после назначения освободившихся к этому моменту ресурсов, простаивают в ожидании ресурса и свободные ресурсы, оставшиеся не назначенными ни на один из участков, простаивают в ожидании фронта работ. Моделируемая система ППС(Р) наблюдается в дискретные моменты времени $0, t_1, t_2, \dots, t_v, \dots$, причем выбор значений t_v производится таким образом, что моменту времени 0 соответствует прибытие на стройплощадку первых ресурсов, а следующие моменты времени характеризуются либо окончанием работы на участке, либо прибытием новых ресурсов. Схема моделирующего алгоритма представлена на рис. 2. В соответствии с алгоритмом в каждый момент наблюдения производятся распределения по участкам ресурсов, имеющихся на стройплощадке, вычисляются случайные продолжительности работ на участках $(dt)_{ij}$ и моменты их окончания V_{ij} с учетом выделенного количества ресурсов и функций распределения продолжительности работ, уста-

навливается продолжительность выполнения всего комплекса работ на объекте и по серии ее реализации строится функция распределения. Время работы моделирующей программы определяется видом реконструируемого строительного объекта и используемой ЭВМ [8, 9].

Использование разработанной имитационной модели для исследования возведения промышленных объектов показало ее широкие возможности для оценки организационно-

технологической надежности и установления различных зависимостей, имеющих важное практическое значение. При построении имитационной модели организации возведения строительных объектов использован один из основных принципов ситуационного управления: соизмерение совокупности управляющих правил с многообразием состояний моделируемой системы.

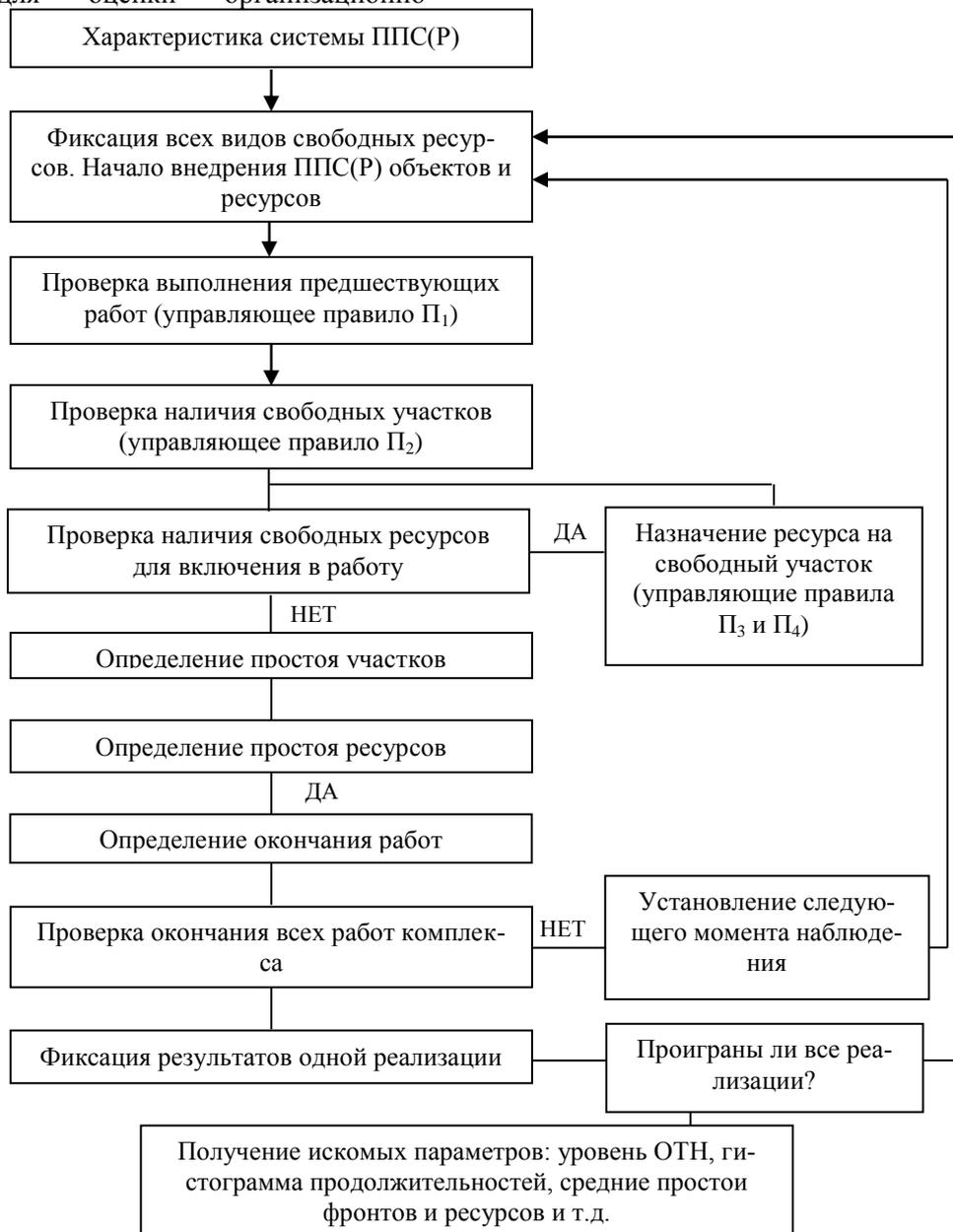


Рис. 2. Схема моделирующего алгоритма внедрения ППС(Р)

В модели рассматриваются три группы возможных состояний моделируемой системы: освободившимся ресурсам не предоставлен фронт работ в объеме свободного участка; на каждом из свободных участков предоставлен фронт работ только одному из незанятых ресурсов; на свободных участках предоставлен фронт работ для двух и более незанятых ресурсов. Мо-

дель построена таким образом, что блоку управления предшествует блок распознавания состояния системы, определяющий характер отношений между открывшимися фронтами работ (объект) и незанятыми ресурсами (средствами возведения объекта) [3, 4].

Описанная имитационная модель возведения строительных объектов и комплексов поз-

воляет не только оценивать (анализировать), но и формировать (синтезировать) при заданном уровне ОТН оптимальные по выбранному критерию календарные планы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анохин П.К. Избранные труды: кибернетика функциональных систем / Под ред. К.В. Судакова / Сост. В.А.Макаров. М.: Медицина, 1998. 400с.
2. Анохин П.К. Избр. тр. Философские аспекты теории функциональной системы. М.: Изд-во Наука, 1978. 400с.
3. Гусаков А.А. Системотехника строительства. М.: Стройиздат, 1983. 440с.
4. Гусаков А.А. Системотехника строительства. М.: Стройиздат, 1993. 368с.
5. Гусаков А.А. Новая парадигма строительной деятельности защитит нашу жизнь. // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. №5. 2004.
6. Дикман Л.Г. Организация и планирование строительного производства: Управление строительными предприятиями с основами АСУ: 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Высш. шк., 1988.- 559с.
7. Информационные модели функциональных систем /под ред. К.В. Судакова и А.А. Гусакова. М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2004. 304с.
8. Лебедев В.М. Системотехника управления проектами реконструкции городской застройки. Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 230 с.
9. Лебедев В.М. Системотехника управления проектами реконструкции городской застройки. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. 254 с.
10. Системотехника. Под. ред. А.А. Гусакова. М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2002. 768с.
11. Судаков К.В., Агаян Г.Ц. и др. Системокванты физиологических процессов. М.: Межд. Гуманит. фонд арменоведения им. акад. Ц.П. Агаяна, 1997.

Lebedev V.M., Lomtev I.A.

SIMULATION OF STREAM PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF OBJECTS AND COMPLEXES

The possibility to analyze and assess the likelihood of performing in-line construction renovation projects, providing reducing the length reconstruction of the facilities, the ability to coordinate the optimal allocation of resources.

Key words: *simulation, in-line construction project of reconstruction, in-line construction (reconstruction), sistemokvanty.*

Лебедев Владимир Михайлович, канд. техн. наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: lebedev.lebedev.v.m@yandex.ru

Ломтев Игорь Александрович, аспирант кафедры строительства и городского хозяйства. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: Lomtew_igor@list.ru

Сергеев М.С., канд. техн. наук, доц.,
Лукина А.В., канд. техн. наук, доц.,
Грибанов А.С., аспирант,
Стрекалкин А.А., студент

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

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕРЕВОКОМПОЗИТНЫХ БАЛОК С СИММЕТРИЧНЫМ АРМИРОВАНИЕМ

sergeevmichael@inbox.ru

В настоящее время железобетонные и металлические конструкции используют в разных отраслях строительства. Однако деревянные конструкции по-прежнему широко распространены. С появлением высокопрочных полимерных материалов стало возможным их применение в балочных конструкциях. Деревокомпозитные балки отличаются более высокой прочностью и трещиностойкостью от цельнодеревянных. Значительную роль в совершенствовании композитных конструкций внесло появление углеродных нанотрубок. В статье приведено исследование деревокомпозитной балки с симметричным армированием растянутой и сжатой зон. Исследование проведено численным методом в программном комплексе «Lira». Этот программный комплекс позволяет отразить действительную работу деревянных конструкций (в том числе с учётом нелинейности) на всех стадиях работы, а также значительно повышает точность расчёта. В статье сделаны выводы о дальнейшем развитии разработанных ранее цельнодеревянных балок усиленных симметричным армированием стекловолокном с УНТ.

Ключевые слова: деревокомпозитная балка, применение углеродных нанотрубок, численный расчёт, расчёт конструкций, симметричное усиление стеклокомпозитом.

Введение. На протяжении истории деревянные конструкции всё время развивались, вбирая в себя новые элементы. Значительную роль в совершенствовании деревянных конструкций внесло появление и развитие эпоксидных смол. В наше время стремительно развиваются нанотехнологии, в том числе они находят своё применение и в строительстве. Однако, исследований в этом направлении пока проведено очень мало, в частности представляет интерес использование возможностей наноиндустрии для совершенствования деревянных конструкций.

Основная часть. Ранее были проведены исследования деревокомпозитных балок с армированием стеклотканью в начале в растянутой зоне, а потом с симметричным усилением растянутой и сжатой зон [1, 2, 7, 8]. При этом в качестве клеевого состава применялась модифицированная углеродными нанотрубками смола ЭД-20. Исследование проведено как численным методом, так и экспериментально на моделях цельнодеревянных балок.

Разрушение композитных балок носило пластический характер, разрушение начиналось со смятия в сжатой зоне, после чего в растянутой зоне образовывалась трещина в месте расположения пороков в виде сучка. Отрыва стеклоткани от древесины и её разрыва не происходило. Экспериментально подтверждено, что разрушение композитных балок происходит только по нормальным сечениям. Это исключает воз-

можность разрушения усиленных балок от скалывания и раскалывания в приопорных участках, т.е. обеспечивает надёжность работы конструкций на действие сдвигающих усилий в опорных сечениях, тем самым, повышая надёжность конструкции против обрушения.

Так как в проведённой работе были исследованы только цельнодеревянные балки, то это накладывает ограничения по пролёту конструкций. В качестве развития данной темы подготавливается проведение эксперимента с клеёными деревянными балками. В предварительном численном исследовании была принята схема послойного армирования клеёной конструкции, когда стеклоткань на модифицированном УНТ олигомере клеивается между каждой пластью набираемой деревянной балки.

Для удобства сравнения результатов с уже полученными данными по цельнодеревянному балкам модель сечения балки и коэффициент армирования приняты аналогичными. Расчёты проведены методом конечных элементов в программном комплексе «Лира». Для получения наиболее достоверных результатов, а так же для оценки напряжённо деформированного состояния конструкций расчёты проведены как в стадии линейной работы, так и физической нелинейной работы древесины. Тем не менее результаты, полученные при использовании МКЭ, должны оцениваться с учетом данных полученных опытным путём.

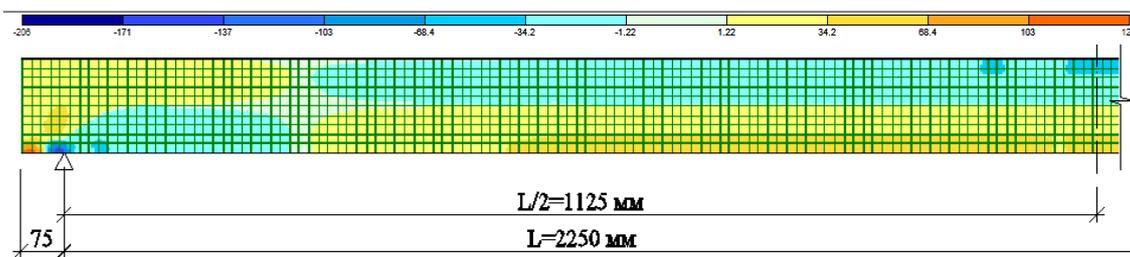


Рис. 1. Эпюра распределения нормальных напряжений при нагрузке 10,4 кН для цельнодеревянной балки

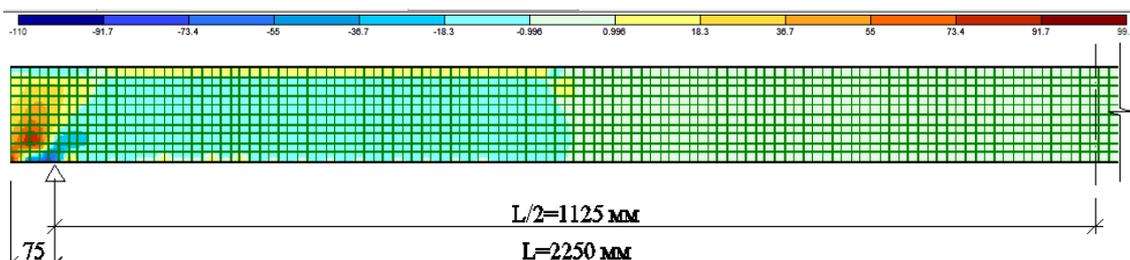


Рис. 2. Эпюра распределения касательных напряжений при нагрузке 10,4 кН для цельнодеревянной балки

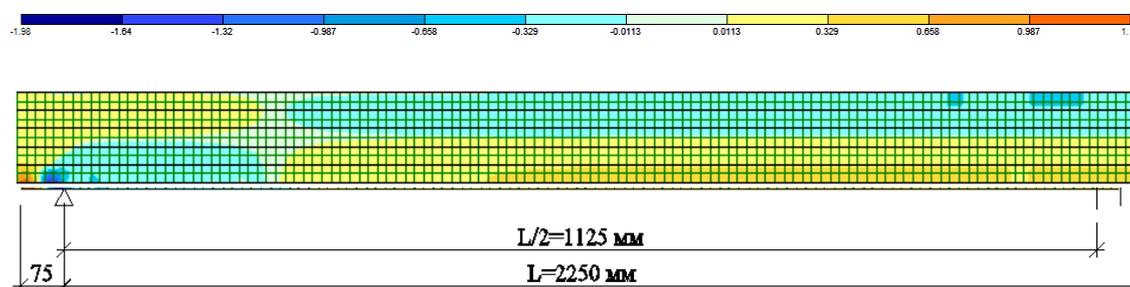


Рис. 3. Эпюра распределения нормальных напряжений при нагрузке 10,4 кН для клеёной балки

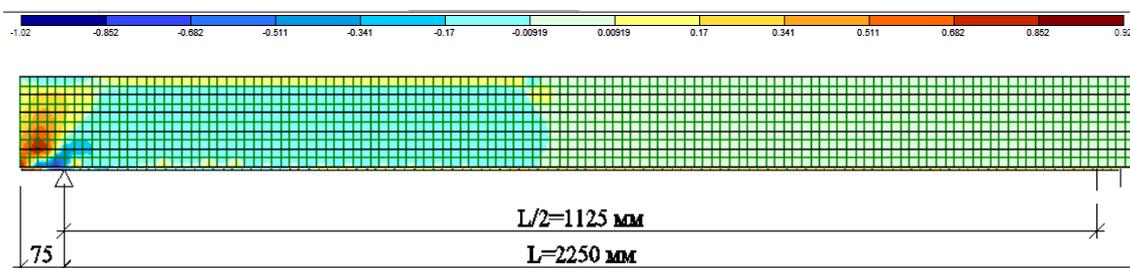


Рис. 4. Эпюра распределения касательных напряжений при нагрузке 10,4 кН для клеёной балки

По результатам предварительных исследований можно наблюдать увеличение прочности и жёсткости моделей клеёных балок на 3...7 % по сравнению с цельнодеревянными. Полученные значения достаточно малы и учитывая погрешность результатов которые даёт численный метод реальное изготовление описанных конструкций представляется не целесообразным, т.к. увеличивая трудоёмкость при изготовлении конструкции не получаем экономической отдачи.

Выводы. Наиболее рациональным представляется изготовление «классической» клеёной балки и дальнейшее её симметричное армирование стекловолокном в сжатой и растянутой зонах. В этом случае из-за увеличения сечения балки необходимо и большее количество слоёв стеклоткани, чтобы обеспечить необходимый коэффициент армирования конструкции и воз-

можно необходимо будет перераспределение слоёв между краевой зоной и краем клеевым швом балки, но это уже вопрос дальнейших исследований. Так же представляет интерес развития темы в формате исследований проведённых в [1, 4, 6].

Следует отметить, что применение углеродных нанотрубок в составе клеевой композиции увеличивает трещиностойкость древесины, повышаются адгезионно-когезионные характеристики соединения, поэтому вопрос дальнейшего развития метода на клеёные конструкции является актуальным. Это позволит создавать принципиально новые конструкции, обладающие повышенными прочностными, жесткостными характеристиками и имеющими широкий спектр применения в современном строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисятников М.С. Совершенствование технологии изготовления деревоклеевых конструкций с усилением приопорных зон: диссертация кандидата технических наук. Владимир, 2015.
2. Рощина С.В., Лукин М.В., Лисятников М.С., Марков С.В., Синютин А.В., Голубко А.И. Совершенствование деревоклеевых балочных конструкций. // Естественные и технические науки. 2014. № 9-10 (77). С. 376–377.
3. Патент RUS 117474 19.12.2011 Рощина С.И., Смирнов Е.А., Репин В.А., Лукин М.В. Деревянная балка.
4. Киселев С.И., Рощина С.И., Смирнов Е.А. Повышение надёжности большепролётных двускатных балок, обоснование применения рационального армирования. строительство-2014: современные проблемы промышленного и гражданского строительства. Материалы международной научно-практической конференции // Институт промышленного и гражданского строительства. 2014. С. 47–50.
5. Рощина С.И. Прочность и деформативность клееных армированных деревянных конструкций при длительном действии нагрузки: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук ГОУВПО "Московский институт коммунального хозяйства и строительства". М., 2009.
6. Бондаренко В.М., Римшин В.И., Рощина С.И., Шохин П.Б. Экспериментальное исследование характеристики и меры ползучести древесины. Инновации в отраслях народного хозяйства, как фактор решения социально-экономических проблем современности. Сборник докладов и материалов Международной научно-практической конференции // Институт непрерывного образования, Московская государственная академия коммунального хозяйства и строительства. Москва, 2011. С. 13–16.
7. Рощина С.И., Лукин М.В., Лабудин Б.В., Мелехов В.И. Расчет композитных деревоклеевых балок на основе применения инженерного метода // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2012. № 3. С. 90–94.
8. Рощина С.И., Лукин М.В., Лукина А.В., Лисятников М.С. Повышение эксплуатационных свойств древесины, ослабленной биоповреждением, путем модификации клеевой композицией на основе эпоксидной смолы // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. № 4. С. 182–184.
9. Рощина С.И., Лукин М.В., Сергеева А.Н., Нармания Н.Э. Проектирование вставок при существующей застройке. Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. Материалы Международных академических чтений // Курский государственный университет. Курск, 2015. С. 33–41.
10. Михайлов В.В., Рощина С.И., Шохин П.Б. Экспериментальное определение меры ползучести древесины // Научно-технический вестник Поволжья. 2011. № 5. С. 219–221.
11. Рощина С.И., Лукин М.В., Сергеева А.Н., Нармания Н.Э. Особенности обследования зданий на предмет возведения жилых вставок. Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. Материалы Международных академических чтений // Курский государственный университет. Курск, 2015. С. 333–337.
12. Roshhina S. I., Lukin M. V., Shohin P. B., Sergeev M. S., Lisyatnikov M. S. Allowance for creep in the study of the reinforced wood-based constructions // Life Science Journal. 2014. №. 11 (9s). Pp. 192–195.

Sergeev M. S., Lukina A.V., Gribanov A.S., Strekalin A.A.

DEVELOPMENT STUDIES DERIVATISING BEAMS WITH SYMMETRICAL REINFORCEMENT

Currently, reinforced concrete and metal structures are used in different sectors of the construction. However, wooden structures are still widespread. The advent of high-strength polymer materials made possible their application in beam constructions. Wood composite beams have a higher strength and fracture toughness. A significant part in improving the appearance of composite structures made of carbon nanotubes. The article shows the research wood composite beams with symmetrical reinforcement stretched and compressed zones. The study was conducted as a numerically and experimentally on models of solid wood beams. Numerical study carried out in the software package «Lira». This software package allows you to reflect the real work of wooden structures at all stages of the work and significantly improves the accuracy of the calculation. Article conclusions on further development of previously developed solid wood beams reinforced with glass fiber reinforcement symmetrical with CNTs.

Key words: Wood composite beam, application of carbon nanotubes, a numerical calculation, structural analysis, symmetrical fiberglass reinforcement.

Сергеев Михаил Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций.
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
Адрес: Россия, 600014, Владимир, ул. Горького д. 87.
E-mail: sergeevmichael@inbox.ru

Лукина Анастасия Васильевна, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций.
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
Адрес: Россия, 600014, Владимир, ул. Горького д. 87.
E-mail: pismo.33@yandex.ru

Грибанов Алексей Сергеевич, аспирант кафедры строительных конструкций.
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
Адрес: Россия, 600014, Владимир, ул. Горького д. 87.
E-mail: panecito@bk.ru

Стрекалкин Артём Андреевич, студент кафедры строительных конструкций.
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
Адрес: Россия, 600014, Владимир, ул. Горького д. 87.
E-mail: a.a.strekalkin@gmail.com

Репин В.А., канд. техн. наук, доц.,
Рощина С.И., д-р техн. наук, проф.,
Максименко М.О., магистрант,
Садовников Ю.С., магистрант
Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ БАЛОК, УСИЛЕННЫХ ШПРЕНГЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ НА ЧАСТИ ПРОЛЁТА

repinv@vlsu.ru

В ходе капитального ремонта или реконструкции зданий может возникнуть необходимость принятия оригинальных решений по усилению конструкций. Например, из-за стеснённых условий выполнения работ усиление балок шпренгельной системой возможно только на части пролёта. В этом случае такая конструкция в приопорных участках будет являться балочным элементом, а остальная часть в зоне шпренгеля по сути – фермой. Расчёт балки с таким способом усиления методами строительной механики весьма затруднён, а использование метода конечных элементов в каждом случае требует индивидуального подхода. Основными задачами исследования являлись: разработка методики решения подобных задач, поиск рациональных конструктивных решений шпренгельной системы для усиления балок на части пролёта. В результате исследований установлена зависимость между габаритами сечения элементов шпренгеля и геометрическими характеристиками сечения усиливаемой балки, определены рациональные параметры шпренгельной системы: высота шпренгеля, длина зоны усиления (или величины отступов от опор).

Ключевые слова: усиление стальных балок, шпренгельная система, усиление на части пролёта.

Современной строительной наукой накоплен огромный опыт по проведению капитального ремонта и реконструкции зданий [1–4]. Разработано множество способов усиления балок перекрытий и покрытий [5, 6], одним из которых является установка шпренгельной стержневой системы. Однако, не всегда случается возможным выполнить усиление шпренгельными системами с доведением их до опор усиливаемого элемента. Причиной тому могут служить выступающие части технологического оборудования, линии коммуникаций и т.д. Поэтому, в качестве одного из решений такой проблемы предлагается усиление конструкции на части пролёта, т.е. с отступом от опор. При этом решались следующие задачи:

- выявление зависимости между габаритами сечения элементов шпренгеля, установленного на части пролёта балки, и геометрическими характеристиками сечения усиливаемой конструкции;

- поиск рациональных конструктивных решений шпренгельной системы для усиления балок на части пролёта.

В качестве объекта исследования принята стальная балка двутаврового сечения, нагруженная равномерно распределённой нагрузкой. Решение задачи предполагается для случая, когда усилия (нормальные напряжения) в середине пролёта балки достигли критических значений вследствие перегрузки, к примеру, из-за неправильной эксплуатации здания или аномально

повышенных снеговых отложений и т.п., что привело к образованию пластического шарнира «ш_п» в опасном сечении – в середине пролёта (рис. 1).

Для некоторого упрощения задачи принимается расчетная схема балки с симметричной шпренгельной системой (см. рис. 1). Расстояние шпренгельной системы от опор обозначаем величиной «*a*». Величинами «*b*» и «*c*» обозначаем ширину панелей шпренгельной системы. За высоту шпренгельной системы принята величина «*h_ш*», равная расстоянию между центрами тяжести сечений балки и нижнего пояса шпренгеля.

Таким образом, основными задачами исследования являлись: разработка методики расчета усиления стальных балок шпренгельными системами на части пролёта; выявление диапазона рациональных геометрических параметров шпренгельной системы (высота шпренгеля «*h_ш*», отступ от опор «*a*») при усилении стальных балок на части пролёта.

Расчет балок с таким способом усиления существующими инженерными методами либо очень затруднен, либо практически невозможен. Это связано с тем, что данная конструкция в приопорных участках является балочным элементом, а остальная часть конструкции в зоне шпренгеля по сути является фермой. Поэтому задачу по подбору сечения шпренгельных элементов строим из условия прочности конструкции составного сечения, когда максимальный момент от действия внешних сил не должен

превышать удерживающий момент от внутренних усилий:

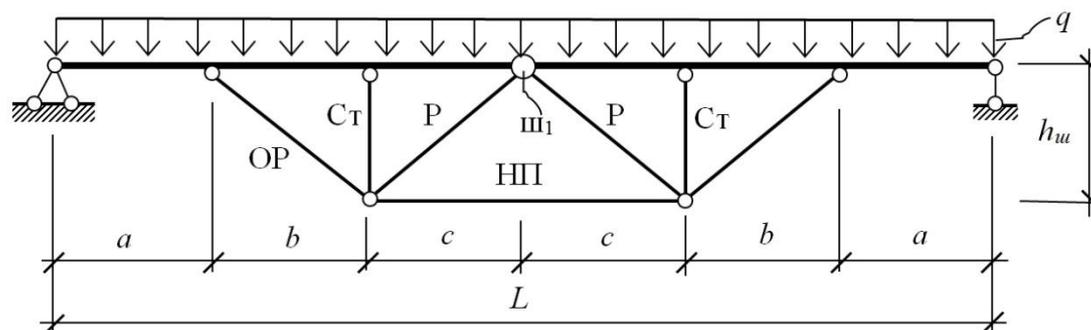


Рис. 1. Расчётная схема балки, усиленной шпренгельной системой на части пролёта
 ОР – опорный раскос, Ст – стойка шпренгеля, Р – раскос, НП – нижний пояс шпренгельной системы, ш1 – пластический шарнир в опасном сечении балки

$$M_{\max}^{\text{внеш}} \leq M_{\text{уд}}^{\text{внут}} \quad (1)$$

Величина удерживающего момента определяется как пара сил от несущей способности сечений балки и элемента нижнего пояса (НП) шпренгельной системы (ШС). Вследствие образования пластического шарнира в опасном сечении балки предполагаем, что половины балки – элементы мгновенно изменяемой системы – стремятся повернуться на некоторый угол. Таким образом, поворот составного сечения происходит относительно оси, проходящей через точку образования шарнира. В этом случае плечо удерживающего момента от несущей способности шпренгеля будет равно расстоянию между осями шпренгеля и балки, т.е. $h_{\text{ш}}$. Поскольку плечо удерживающего момента от несущей способности балки равно нулю, то величина удерживающего момента будет зависеть только от несущей способности шпренгеля:

$$M_{\text{уд}}^{\text{внут}} = RA_{\text{ш}} \cdot h_{\text{ш}} \quad (2)$$

где R – расчётное сопротивление стали, $A_{\text{ш}}$ – площадь сечения НП шпренгеля, $h_{\text{ш}}$ – высота шпренгеля.

Подставляем выражение (2) в условие (1):

$$M_{\max}^{\text{внеш}} \leq RA_{\text{ш}} \cdot h_{\text{ш}} \quad (3)$$

Отсюда находим:

$$A_{\text{ш}} \geq \frac{M_{\max}}{R \cdot h_{\text{ш}}} \quad (4)$$

Выражение (4) показывает, что площадь поперечного сечения элементов НП шпренгеля не зависит от его длины (что подтверждается результатами численных исследований).

Определение длины участка усиления шпренгелем является более сложной задачей. Это обусловлено тем, что по мере включения шпренгеля в работу происходит перераспределение усилий между элементами балки и элементами шпренгельной системы. В сечениях балки в пределах зоны шпренгеля помимо изгибающих моментов возникают продольные усилия. Очевидно, что при некотором сочетании

геометрических параметров шпренгеля (значения его высоты « $h_{\text{ш}}$ » и отступа от опор балки « a ») возникает опасность того, что усилия от совместного действия сжатия с изгибом превысят предел прочности стали. Кроме того, по мере увеличения отступа от опор (т.е. смещения ближе к зоне максимального момента) возрастают усилия в опорных раскосах (ОР) шпренгеля и могут превысить величину усилий в НП, а определение усилий в ОР методами строительной механики весьма затруднительно.

Устранение возникновения указанных факторов при определении рациональных параметров конструкции шпренгеля позволит обеспечить надёжность сечений балки на участке с усилением, а решение задачи по расчёту будет сводиться к определению сечения шпренгеля по формуле (4).

Определение точных значений изгибающих моментов и продольных сил на указанном участке методами строительной механики очень трудоёмко [7, 8]. Поэтому, дальнейшее решение задачи выполняется с помощью компьютерного моделирования с использованием метода конечных элементов (МКЭ).

Длину участка усиления (вернее, величину отступа шпренгеля от опор) определяем путём исследования конструкций с различными параметрами шпренгельной системы (длина и высота) с помощью компьютерного моделирования.

Численное решение задачи выполнено с помощью программного комплекса «ПК Ли́ра». Было исследовано 30 вариантов моделей усиления с различными параметрами шпренгельной системы и усиливаемой балки:

$$a = (0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3)L; h_{\text{ш}} = \left(\frac{L}{10}; \frac{L}{12}; \frac{L}{15} \right); h_{\text{ш}} = (1,5; 2,0)h_{\text{б}}$$

где a – величина отступа шпренгельной системы от опор, м; $h_{\text{ш}}$ – высота шпренгельной системы

(в осях элементов), m ; h_6 – высота поперечного сечения балки.

Исследование данного конструктивного решения по усилению выполнено с учётом следующих предпосылок:

- конструкция шпренгельной системы принята двухстоечной (наличие пластического шарнира в середине пролёта балки не позволяет применить одностоечную систему) и симметричной относительно середины пролёта усиливаемой балки (с целью упрощения задачи), при этом, размеры панелей « b » и « c » приняты одинаковыми;

- предполагается, что элементы балки и шпренгельной системы изначально работают совместно (т.е. усиление конструкции выполняется при полной её разгрузке без предварительного напряжения);

- элементы балки и шпренгельной системы рассматриваются в виде стержней;

- сечения опорного раскоса (ОР) и нижнего пояса (НП) шпренгеля приняты одинаковыми (см. рис. 1).

Анализ результатов численного исследования показывают следующее:

- с увеличением отступа шпренгельной системы от опор значения прогиба возрастают, но не превышают величины предельного прогиба $[f/L] = L/200$ в 1,6 ... 3,0 раза;

- наибольшая жёсткость конструкции достигается при $h_{ш} = 2h_6$ при минимальном значении отступа. По мере увеличения отступа шпренгельной системы от опор балки эффект повышения жесткости по сравнению с балками с высотой $h_{ш} = 1,5h_6$ снижается с 48% до 10%;

- напряжения в сечениях балки в зоне расположения шпренгельной системы возрастают по мере увеличения отступа от опор, а при $a = 0,3L$ приближаются к критическим;

- площади поперечного сечения НП шпренгеля для различных вариантов усиления, подобранные по результатам численных исследований, практически совпадают с соответствующими величинами, полученными по формуле (4). Разница значений составляет в пределах 0,2%;

- формула (4) справедлива при расчете усиления балок только для случая, когда усилия в наклонных элементах шпренгеля не превышают значения усилий в горизонтальном стержне НП шпренгеля. Этому требованию соответствуют балки со следующими параметрами шпренгельной системы (ШС):

для $h_{ш} = 1,5h_6$: при $h_6 = L/10 - L/15$; $a \leq 0,3L$;

для $h_{ш} = 2h_6$: при $h_6 = L/10$; $a \leq 0,2L$;

для $h_{ш} = 2h_6$: при $h_6 = L/12, L/15$; $a \leq 0,25L$.

в остальных случаях, расчет следует выполнять в программных комплексах методом конечных элементов (МКЭ).

- расход материала снижается по мере увеличения отступа и высоты самого шпренгеля с 10% до 18%.

С учётом выше приведённых выводов назначаем рациональные геометрические параметры шпренгельной системы:

- рекомендуется использовать ШС с высотой $h_{ш} = 2h_6$ при отступах шпренгельной системы $a \leq 0,25L$;

- усиление с высотой шпренгеля $h_{ш} = 1,5h_6$ рекомендуется применять для стеснённых условий, ограничивающих высоту шпренгельной системы, при $a \leq 0,3L$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ребров И. С. Усиление стержневых металлических конструкций: Проектирование и расчет. Л.: Стройиздат. Ленингр. отдние, 1988. 88 с.
2. Альбом. Конструктивные решения по усилению строительных конструкций промышленных зданий. Волгоградский Проектно-конструкторский технологический институт ремонтного производства, 1985.
3. Алдушкин Р.В. Развитие и совершенствование рациональных методов усиления и регулирования усилий в металлических конструкциях балочного типа и фермах: дисс. канд. техн. наук, Орёл, 2008.С. 48–49
4. Грязнов М.В., Попова М.В., Власов А.В., Римшин В.И., Марков С.В., Синютин А.В. основные проблемы эксплуатации крупнопанельных зданий и пути их решения// Естественные и технические науки. 2014. №9–10. С 1–2.
5. Гроздов В. Т. Усиление строительных конструкций при реставрации зданий и сооружений. СПб. 2005.114 с.
6. Рощина С.И., Сергеев М.С., Лукина А.В., Садовников Ю.С. Особенности обследования зданий на предмет аварийности // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения Материалы Международных академических чтений. Курский государственный университет. 2015. С. 325–332.
7. Михайлов В.В. Пространственные стержневые конструкции покрытий (структуры) учебное пособие // В. В. Михайлов, М. С. Сергеев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Владимирский гос. ун-т имени А. Г. и Н. Г. Столетовых". Владимир, 2011

8. Михайлов В.В., Попова М.В., Сергеев М.С. К вопросу целесообразности применения асимметричных бистальных балок // Научные труды SWorld. 2010. Т. 27. № 1. С. 35–36.

Repin V.A, Roschina S.I., Maksimenko M.O., Sadovnikov Y.S.
NUMERICAL RESEARCH OF STEEL BEAMS WITH STRENGTHENING BY SPRENGEL SYSTEM ON PART OF HER SPAN

During the overhaul or reconstruction of buildings it may need to adopt innovative solutions for strengthening of structures. For example, due to the cramped conditions of work strengthening of steel I-beams Sprengel system is possible only on the part of span. In this case, in the area of supports the structure will be a beam element and in the area of Sprengel it will be a truss. The research of beam, strengthening by this way, by the methods of structural mechanics is very difficult, and the use of the finite element method in each case requires an individual approach. The main objectives of the research were: to develop methods for solving such problems, the search for rational constructive solutions of truss systems to reinforce the beams for part of span. The research established a relationship between the dimensions of the cross section elements Sprengel and geometric characteristics of the cross section of the amplified beam, defined rational parameters of trussed system: height Sprengel, the length of the zone of amplification (the amount of indentation of the supports).

Key words: *strengthening of steel beams, truss system, strengthening of the part on a span.*

Репин Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры Строительных конструкций. Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых.
Адрес: Россия, 600000, Владимир, ул. Горького, д. 87.
E-mail: repinv@vlsu.ru

Рощина Светлана Ивановна, доктор технических наук, профессор кафедры Строительных конструкций. Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых.
Адрес: Россия, 600000, Владимир, ул. Горького, д. 87.
E-mail: rsi3@mail.ru

Максименко Марина Олеговна, магистрант. Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых.
Адрес: Россия, 600000, Владимир, ул. Горького, д. 87
E-mail: fate-judo@mail.ru

Садовников Юрий Сергеевич, магистрант. Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых.
Адрес: Россия, 600000, Владимир, ул. Горького, д. 87
E-mail: skvlsu@mail.ru

Иванов Д.С., аспирант

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

АНАЛИЗ ОПЫТА РЕНОВАЦИИ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НЕКОТОРЫХ ПОСТСОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ СТРАН

id90@list.ru

Вопрос соответствия нынешнего состояния индустриальной жилой застройки послевоенного периода современным запросам общества, прогнозирование развития ситуации, связанной с этим жилищным фондом, и разработка стратегий действий, направленных на его улучшение – на сегодняшний день столь актуальные и острые проблемы и задачи, что можно считать их общенациональными. Реновация, как один из возможных сценариев, представляется перспективным направлением, однако требует тщательной подготовки и разрешения множества экономических, социальных, правовых, градостроительных, архитектурных и технических вопросов, возникающих в этой связи. Важно критически изучить зарубежный опыт реновации аналогичного фонда в конкретных экономических и правовых условиях разных стран. В статье показывается успешный и неуспешный опыт разных стран, что связывается с конкретными сложившимися условиями. Выделяется группа индивидуальных для каждой страны факторов, таких как технический и моральный износ застройки, вопросы собственности жилья, механизмы финансирования, степень участия государства в организации процесса, рентабельность увеличения энергоэффективности зданий, сложившееся в обществе отношение к подобной застройке.

Ключевые слова: индустриальная жилая застройка, панельные дома, реновация, реконструкция, санация, энергоэффективность, комфортность.

Введение. Вопрос о жилых домах, возведенных индустриальным способом в период с пятидесятых по девяностые годы прошлого столетия, стоит в России довольно остро. Дома нуждаются в экстренном ремонте и модернизации. По меркам сегодняшнего дня, эта сложившаяся застройка имеет большие проблемы с комфортностью, как на градостроительном уровне, так и на уровнях отдельного здания и квартиры. Кроме того, эти дома весьма не энергоэффективны. В то же время, конструкции рассматриваемых зданий все еще обладают большим запасом прочности и могут находиться в эксплуатации еще минимум 50 лет. Однако ответ на вопрос о ремонте, реконструкции, модернизации или сносе этого жилищного фонда зависит от различных факторов. Наряду с фактором местоположения дома, с точки зрения экономики недвижимости, также играет роль техническое состояние здания. Кроме того, необходимо учесть правовые, финансовые и социальные аспекты. Жильцы, преобладающее большинство которых в России является собственниками квартир, должны участвовать в принятии решений о будущем своих домов [1].

Такая ситуация характерна не только для нашей страны. Огромные жилые массивы, возведенные индустриальными методами в послевоенные годы, сегодня составляют значительную проблему для большинства стран Европы и Азии. Большой практический интерес представляет изучение зарубежного опыта решения задач, вызванных состоянием этого жилищного фонда. В первую очередь необходимо обратиться

к опыту бывших советских республик и стран бывшего социалистического блока, что продиктовано, во-первых, схожестью (иногда, аналогичностью) возведенных в тот период серийных жилых домов, во-вторых схожими процессами, связанными с переходом стран к рыночной экономике и перестройке имущественных отношений.

Основная часть. Наибольшее количество реализованных проектов реновации сложившейся в послевоенные годы жилой застройки можно отметить в таких странах, как Германия, Польша, Литва, Нидерланды, Румыния, Франция и Англия. Развитие проектов реновации жилой застройки происходит за счет реконструкции домов или за счет частичного или полного сноса зданий и нового строительства [2].

После 1991 года страны Прибалтики, Восточной и Центральной Европы приняли европейскую систему стандартизации. Строительство новых зданий осуществлялось в соответствии с европейскими нормами. Вместе с тем, европейская политика в области энергосбережения поставила перед этими странами задачу повышения тепловой эффективности существующего фонда жилых зданий, построенных до 1991 года. Для достижения этой цели Европейским союзом были подготовлены специальные программы [3].

Для повышения тепловой эффективности жилых зданий, построенных до 1991 года, был реализован специальный проект, получивший название BEEN – Baltic Energy Efficiency Network for the Building Stock (Прибалтийская сеть энергосбережения в жилищном фонде). Проект BEEN

начал свою работу 1 июля 2005 года и частично финансировался Европейским союзом в рамках программы Балтийского региона Interreg III В. Проект VEEN имел целью разработку стратегий и инструментов, способствующих реализации энергетически эффективной санации (проведения капитального ремонта с реализацией мероприятий, обеспечивающих повышение тепловой эффективности) в жилых зданиях панельной застройки в регионе Балтийского моря. География проекта VEEN охватывает страны Прибалтики: Эстонию, Латвию, Литву, а также Польшу и Германию [3].

Объединение восточной и западной Германии вызвало процесс внутренней миграции. Жители восточной части страны стали активно переезжать в более комфортные и развитые западные земли. Этот лавинообразный процесс стал серьезным вызовом для объединенной страны и считался национальной проблемой. Одной из причин, заставлявших немцев покидать восточные земли, был, безусловно, низкий уровень комфортности и привлекательности микрорайонов типовой застройки периода ГДР, в которых на тот момент проживало большинство жителей этого региона. Жилая застройка восточной Германии проигрывала аналогичной западногерманской по всем параметрам: энергоэффективность, внешний вид, качество инфраструктуры, техническое состояние... Решение этих проблем требовало решительных мер от правительства. С 1990 года в Германии действует государственная программа по модернизации индустриальной жилой застройки, включающую в себя санацию и реконструкцию панельной жилой застройки, улучшение инфраструктуры и территорий типовой застройки. Наряду с повышением комфортности проживания, главной целью программы также является приведение к современным нормам таких показателей как теплоизоляция, энергосбережение и гидроизоляция панельных домов. В результате действия программы к настоящему моменту большая часть панельных домов восточной Германии были полностью (60 %), или частично (25 %) реконструированы и санированы, что составляет примерно 2,1 млн. квартир. Некоторая часть фонда была снесена. Причем, как правило, причиной сноса были демографические и экономические изменения в регионе, а не техническое состояние застройки.

После объединения первым делом был решен основной вопрос – собственность. Если с исторической застройкой была ясность – здания передавали наследникам тех, у кого они экспроприировались, – то с новой застройкой использовались различные подходы. Большая часть зданий была передана акционерным обществам, учрежденным муниципалитетами, но очень часто с существен-

ной долей частного капитала. Кроме того, им же были безвозмездно переданы значительные участки земли, прилегающей к зданию. Некоторые здания оставались в муниципальной собственности, в некоторых создавались жилищные кооперативы. Хотя общая политика находилась в ведении земельных властей, она соответствовала сложившимся порядкам в Старых Землях. Другими словами, в каждой Земле сложилась своя структура собственности, но с понятными правилами и устоявшейся законодательной базой ФРГ. В среднем, по всей Германии только 20 % немцев проживает в собственном жилье [3].

Следующий важный пункт – финансирование. Финансирование санации и реконструкции жилого фонда в бывшей ГДР проводилось за счет собственников квартир. Некоторые работы финансировались из федерального бюджета, но доля этих работ была невелика. Собственник мог получить кредит под 3 % годовых на 25 лет из федерального бюджета, воспользоваться предложением коммерческих банков или самостоятельно изыскать средства. Поскольку все вопросы реконструкции решал собственник, то мероприятия и их результаты были совершенно разными. Где-то собственник улучшал только энергетические показатели дома, а где-то проводил коренную реконструкцию целых кварталов, привлекая звезд современной архитектуры [3]. Очень показателен пример успешной реконструкции панельных жилых домов в городе Лайнефельде, выполненной по проекту архитектора Штефана Форстера (рис. 1, рис. 2).

Микрорайоны из панельных домов в Чехии есть в каждом городе. Во времена строительного бума в 70–80-е годы большинство новостроек в Чехословакии были возведены этим быстрым и дешевым способом. А в 90-е государство передало их в руки жилищных кооперативов [4].

После распада Советского Союза и ЧССР с панельными домами в Чешской Республике произошли самые разительные перемены. Местным властям удалось аккумулировать деньги региональных бюджетов, Евросоюза и владельцев квартир в этих домах, за счет которых началась масштабная реконструкция жилого фонда. В рамках реконструкции изменялись планировки, осуществлялся капитальный ремонт, заменялись окна, устанавливались современные лифты и так далее. В результате всех этих работ старых пятиэтажек в их классическом виде в стране почти не осталось. Когда-то унылые районы окрасились в яркие цвета и стали намного привлекательнее для покупателей и уютнее для жителей. В то же время, по окончании модернизации вырос не только спрос на это жилье, но и его цены. Бывшие «хру-

щевки» теперь входят, как правило, в сегмент

среднего и иногда даже элитного жилья [4].

а)



в)



б)



г)



Рис. 1 Реновация панельного жилого дома в городе Лайнефельде, Германия

а, б – внешний вид до реновации; в, г – внешний вид после реновации

а)



б)



Рис. 2 Реновация панельного жилого дома в городе Лайнефельде, Германия

а – квартира до реновации; б – квартира после реновации

Польша стала одной из первых среди посткоммунистических стран, начавших кардинальную реформу жилищно-коммунального хозяйства. Одной из главных проблем польского ЖКХ

было наличие огромного количества панельных домов, которые постепенно приходят в негодность. Первые панельные дома начали появляться в Варшаве еще в 1958 году, а в начале 60-х годов

в Польше была принята программа их массового строительства. По данным последних лет, в построенных еще во времена Польской Народной Республики многоэтажных домах проживает каждый третий поляк [4].

В середине 90-х Гданьск был одним из первых городов в Польше, где началось облагораживание спальных районов: многоэтажки утеплили, затем на домах появились огромные рисунки – от изображений божьих коровок до портрета Леха Валенсы, который много лет жил в одной из гданьских многоэтажек [4].

Среди жителей панельных домов развита вторая по популярности в Польше форма обслуживания и содержания жилого фонда – жилищные кооперативы, которые при всех плюсах объединяет один минус – недостаток средств на капитальный ремонт зданий. Это связано с тем, что государственных программ дофинансирования ремонтов многоэтажных домов в Польше практически не существует. Из-за хронических задол-

а)



б)



Рис. 3 Реновация панельного жилого дома в районе Жирмунай города Вильнюс, Литва:
а – внешний вид до реновации; б – внешний вид после реновации

Реконструкция жилищного фонда, о чем свидетельствует мировая практика и что подтверждают большинство исследователей, является наиболее рациональным способом его использования и решения жилищной проблемы при ограниченных финансовых ресурсах государства. Она

женностей многих жильцов по квартплате средств на ремонт не хватает, поэтому иногда все сводится к нестандартной покраске дома [4].

В Литве жители крупных городов специфично относятся к реновации домов. Фактически половина проживающих людей в панельных домах довольны состоянием здания и окружающей среды. В первую очередь это говорит о том, что в данных районах сложилась быт, позволяющий либо компенсировать, либо не замечать часть недостатков. Этот пример очень интересен, так как несколько непривычен, на общем фоне недовольства панельным домостроением. Один из таких районов – район массовой жилой застройки Жирмунай, получивший Государственную премию СССР в 1968 году. 2010 году именно этот район решили обновить как один из самых старых в центре столицы, здесь 52 крупнопанельных дома, в которых проживают 6–10 тысяч человек (рис. 3) [5].

позволяет придать физически изношенным и морально деградировавшим жилым домам современные потребительские качества, продлить их жизненный цикл, снизить эксплуатационные затраты, построить новое жилье на застроенной территории, существенно улучшить архитектур-

ный облик и среду обитания в массивах индустриальной жилой застройки [6].

Изучение и анализ мирового опыта реновации жилого фонда показывают, что успешность тех или иных схем реновации зависит от группы индивидуальных для каждой страны факторов, таких как технический и моральный износ застройки, вопросы собственности жилья, механизмы финансирования, степень участия государства в организации процесса, рентабельности увеличения энергоэффективности зданий и даже сложившегося отношения общества к подобной застройке. Все эти факторы нужно обязательно учитывать при попытке переноса иностранного опыта реновации на российскую почву.

Выводы. Изучение и анализ мирового опыта реновации жилого фонда показывают, что успешность тех или иных схем реновации зависит от группы индивидуальных для каждой страны факторов, таких как технический и моральный износ застройки, вопросы собственности жилья, механизмы финансирования, степень участия государства в организации процесса, рентабельности увеличения энергоэффективности зданий и даже сложившегося отношения общества к подобной застройке. Все эти факторы нужно обязательно учитывать при попытке переноса иностранного опыта реновации на российскую почву.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хёллер К. Санация панельного жилого фонда как альтернатива строительству новых

домов / К. Хёллер, Р. Хилленберг. – Портал-Энерго 2014. URL: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/749> (дата обращения: 12.04.2016).

2. Степанова М. В. Мировой опыт реновации жилой застройки. Что из зарубежного опыта можно применить в Санкт-Петербурге? // ESTATE.SPB.RU: региональный сервер недвижимости Санкт-Петербурга и Ленинградской области 2014. URL: <http://www.estate.spb.ru/articles/24/304.html> (дата обращения: 11.04.2016).

3. Шилкин Н. В. Повышение энергетической эффективности зданий в странах Прибалтики и Восточной Европы // Энергосбережение. 2011. №7. С. 17–25.

4. Зарубежные «хрущевки»: что происходит с панельными домами в Восточной Европе. // Департамент градостроительной политики города Москвы: официальный сайт 2014. URL: <http://dgp.mos.ru/presscenter/news/detail/1400483.html> (дата обращения: 11.04.2016).

5. Харичева Е. Я. «Реновация» массового жилья в Прибалтийском регионе (Германия, Польша, Эстония, Латвия, Литва, Россия) // Дом Бурганова. Пространство культуры. 2012. № 3. С. 17-30.

6. Пилипенко В. М. Комплексный подход к реконструкции индустриальной жилой застройки. // Архитектура и строительство: архитектурно-строительный портал 2007. URL: <http://ais.by/story/1249> (дата обращения: 12.04.2016).

Ivanov D.S.

ANALYSIS OF EXPERIENCE BUILDING RENOVATION INDUSTRIAL RESIDENTIAL SOME POST-SOCIALIST COUNTRIES

This issue of the current state of the industrial housing estate postwar modern society's demands, forecasting the development of the situation connected with this housing stock, and the development of action strategies to improve it - so far as relevant and urgent problems and tasks that can be considered as their national interests. Renovation is one of the possible scenarios is a promising direction, but requires careful preparation and resolution of many economic, social, legal, urban planning, architectural and technical issues arising in this regard. It is important to critically examine foreign experience renovating similar fund-specific economic and legal environment in different countries. The paper shows successful and unsuccessful experiences of different countries, which is related to the specific conditions prevailing. Provided a group of individual factors for each country, such as technical obsolescence and development, property ownership issues, funding mechanisms, the degree of state involvement in the organization of the process, increase the profitability of the energy efficiency of buildings, the prevailing attitude in society to such a building.

Key words: industrial residential buildings, prefabricated houses, renovation, reconstruction, rehabilitation, energy efficiency, comfort

Иванов Дмитрий Сергеевич, аспирант кафедры архитектурно-строительных конструкций.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

Адрес: Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

E-mail: id90@list.ru

Крушельницкая Е.И., асс.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНОГО КАРКАСА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ОСНОВЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ ОТДЫХА И ТУРИЗМА

Krushelnitskaya1@rambler.ru

В статье рассмотрены структура и особенности природного каркаса Белгородской области, выявлены наиболее распространенные типы ландшафтов, их недостатки и достоинства с точки зрения организации рекреационных территорий. Проанализирована специфика формирования территорий отдыха и туризма в структуре природного каркаса Белгородской области. Выявлены взаимосвязи природных особенностей территории и развития пространств отдыха и туризма на различных функциональных и иерархических уровнях. Определены перспективные направления развития туристско-рекреационных территорий с учетом особенностей природного каркаса Белгородской области.

Ключевые слова: природный каркас территории, рекреационные ресурсы территории, рекреация, туризм, территории отдыха и туризма, центры туризма.

Введение. Обеспечение устойчивого развития населенных мест является одной из наиболее актуальных задач современной государственной политики России в области архитектуры и градостроительства [1]. В настоящее время многие российские регионы в рамках долгосрочных стратегий развития территорий рассматривают отдых и туризм как одно из перспективных направлений. В принятой Федеральной целевой программе «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2011 - 2018 годы)», туризм рассматривается как одно из важнейших направлений, влияющих на рост экономики, в том числе на развитие таких сфер экономической деятельности, как услуги туристских компаний, коллективные средства размещения, транспорт, связь, торговля, производство сувенирной и иной продукции, питание, сельское хозяйство, строительство и другие отрасли, тем самым выступая катализатором социально-экономического развития регионов Российской Федерации [2].

Для каждого края, области, автономного округа развитие территорий отдыха и туризма происходит с учетом их региональных особенностей. Все большее значение приобретает развитие сферы отдыха и туризма в отдельных регионах, и в том числе Белгородской области. В современных условиях в Белгородской области отдых и туризм признаны одним из приоритетных направлений регионального развития. Однако важной проблемой развития отдыха и туризма в регионе остается проблема градостроительного формирования рекреационных территорий с учетом региональных особенностей и конфигурационных свойств территории Белгородской области.

Основная часть. Рассмотрим закономерности формирования территорий отдыха и туризма

в системе расселения Белгородской области. Известно, что отдых и туризм являются, прежде всего, ресурсориентированной отраслью. Туристические и рекреационные ресурсы имеют прямую взаимосвязь с природным каркасом территории.

Природный каркас территории - это сложная соподчиненная система взаимоувязанных природных компонентов, дающих систематизированную аналитическую информацию о качестве и значимости природных и природоподобных территориальных комплексов. Природный каркас является формированием, характеризующимся пространственной структурой и вертикальной яростностью. В его составе имеются элементы, различные по функциям, экологическому значению и регламенту использования [3]. Очевидно, что природно-экологический каркас оказывает решающее влияние на конфигурационные показатели систем расселения в целом, и в частности на формирование и развитие территорий отдыха и туризма.

Белгородская область находится в центре Европейской территории России. Территория области занимает южные и юго-восточные склоны Среднерусской возвышенности. Поверхность территории представляет собой несколько приподнятую равнину, по которой проходят юго-западные отроги Орловско-Курского плато Среднерусской возвышенности, расчлененного многочисленными речными долинами и густой овражно-балочной сетью. Это плато - главная водораздельная возвышенность, определяющая речную систему притоков Днепра от речной системы притоков Дона. Вся территория области изрезана сетью рек бассейнов Северского Донца, Дона и Днепра. Северная часть области находится в лесостепной зоне, юго-восточная часть - в степной зоне. В настоящее

время Белгородская область, как староосвоенный регион, представляет собой измененные антропогенные ландшафты, характерные для аграрно-индустриальных районов. Из земель, не подвергнутых коренному преобразованию, лишь третья часть занята относительно хорошо сохранившимися лесами, лугами, степями.

Специалисты в области географии и геоэкологии выделяют в структуре экологического каркаса различные компоненты: ядра, буферные зоны, экологические коридоры [4]. Традиционно ядрами природно-экологических каркасов считаются особо охраняемые природные территории (ООПТ). Но в староосвоенных регионах ООПТ чаще всего занимают весьма незначительную территорию. В частности, в Белгородской области сеть ООПТ составляет 0,08 % от общей площади, при этом она представлена разрозненными, локальными, точечными элементами. В структуре экологического каркаса области около 40 % территории приходится на овражно-балочные комплексы, как на самые распространённые элементы ландшафта региона. Значимое место в структуре экологического каркаса занимают лесные массивы (29 % пло-

щади каркаса), в настоящее время крупные леса сохранились по долинам р. Оскол, Северский Донец, Ворскла, Тихая Сосна, в наибольшей степени представлены в западной, более мягкой и влажной части области. Значительная доля экологического каркаса принадлежит лугово-пойменным территориям (22,2 %), протягивающимся узкими полосами вдоль рек [5].

В своей работе по выявлению экологического каркаса Белгородской области специалисты в области географии, в частности Стаценко Е.А. выделяют в качестве ядер экологического каркаса земли лесного фонда, земли особо охраняемых природных территорий. Овражно-балочные комплексы в данной структуре занимают промежуточное положение, являясь одновременно ядрами экологической стабильности и экологическими коридорами. В качестве экологических коридоров выступают так же зоны водоемов и лесозащитные полосы. Водоохранные и санитарно защитные зоны выступают в качестве буферных зон. Рекреационные пространства в структуре городов и поселений области рассматриваются как точечные элементы (рис. 1).



Рис. 1. Соотношение различных компонентов в структуре природного каркаса Белгородской области

Проведенный анализ структуры природного каркаса Белгородской области позволяет выделить несколько типов территорий туристско-рекреационного использования, перспективных к развитию в Белгородской области, по режиму доступа рекреантов:

- *особо охраняемые природные территории ООПТ (заповедники, природные парки)*, представляющие интерес для познавательного туризма;

- *территории ограниченного рекреационного пользования* включают в себя территории, прилегающие к ООПТ и сложившимся лесничествам, данные территории не являются местами массового отдыха, однако могут быть частично доступными для организованной рекреации и туризма;

- *территории массового отдыха и туризма*, включающие места массового отдыха и туризма, являются общедоступными для всех возможных

видов отдыха, как для организованной, так и для неорганизованной рекреации;

-рекреационные территории в структуре селитебных территорий (городов, поселков городского типа, сел);

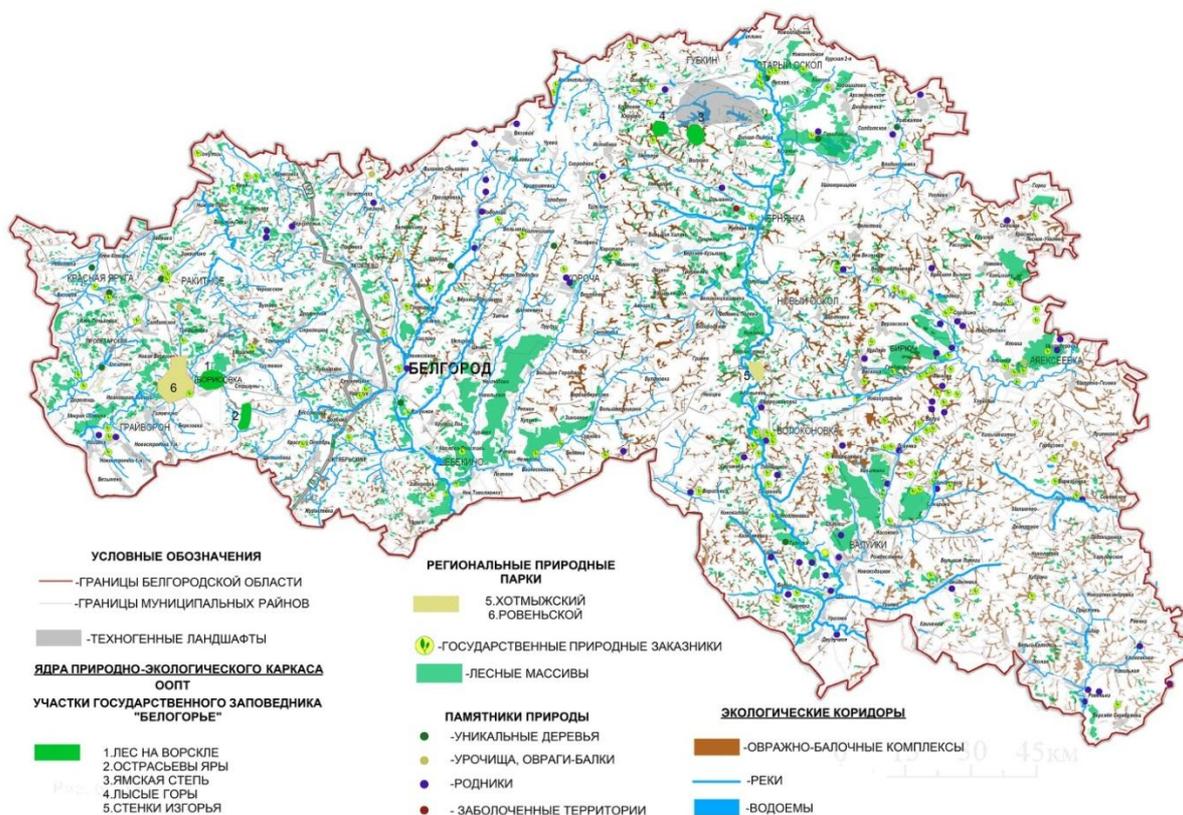


Рис. 2. Природный каркас Белгородской области. Сост. Крушельницкая Е.И.

Наиболее распространенными тенденциями формирования территорий отдыха и туризма в Белгородской области является формирование территорий отдыха вдоль береговых линий рек и озер, а так же тяготение к лесным массивам. Однако, из всех выше рассмотренных элементов природного каркаса Белгородской области овражно-балочные комплексы являются наиболее перспективными и оптимальными для организации рекреационной деятельности. Ландшафты данного типа являются малопригодными для строительства и других видов антропогенной деятельности и занимают значительную площадь. При этом овражно-балочные ландшафты являются наиболее специфичными для Белгородской области и сохраняют высокое разнообразие луговых и лугово-степных видов растительности, нередко обладают высокими эстетическими характеристиками и становятся местами неорганизованной рекреации местного населения. Эстетический аспект в свою очередь, играет важнейшую роль при организации территорий отдыха. Территории отдыха, обладающие большим пейзажным разнообразием и эстетической ценностью при равенстве других свойств,

как правило, пользуются большим спросом среди рекреантов. Многие исследователи считают, что эстетическая ценность территории зависит от морфологической структуры ландшафта (внутренней структуры природного комплекса, насыщенности территории фокусными пунктами, визуальной связи с другими природными комплексами) и насыщенности территории краевыми контрастами (лес-поле, равнина-холмистая местность, суша-водная поверхность и т.д.). Овражно-балочные ландшафты, как правило, обладают высоким пейзажным разнообразием, за счет своей морфологии. И хотя восприятие эстетики пейзажа является субъективным понятием, гармония и композиция являются понятиями, изученными в различных областях знания, в том числе в архитектурной композиции и градостроительстве, что дает возможность внести объективность в изучение вопросов эстетики овражно-балочных ландшафтов. С точки зрения архитектурной композиции данные ландшафты обладают следующими объективными свойствами выразительности: 1) контраст (наиболее выразительным контрастом облают ландшафты данного типа с выходом меловой

породы на поверхность т.к в этом случае присутствует не только контраст форм, но и контраст фактуры и цвета); 2) естественная пластика формы; 3) разнообразная фактура; 4) сложные светотеневые отношения (в виду неоднородности морфологии); 5) многообразные цве-

товые отношения (в виду разнообразия растительного покрова); б) сложный ассиметричный силуэт (силуэт овражно-балочных комплексов может быть различным: замкнутым, полузамкнутым, разомкнутым и т.д).



Рис. 3. Характерные свойства эстетической выразительности пейзажей овражно-балочных ландшафтов и их эмоциональное воздействие на рекреантов. Сост. Крушельницкая Е.И

При всех различных возможностях использования овражно-балочных ландшафтов, они не редко бывают превращены в свалки промышленных и бытовых отходов (что часто происходит на окраинах городов или вблизи городской черты) и приводит к тому, что профильтрованные через них атмосферные осадки попадают в городские водоемы. Непродуманное вторжение в овражно-балочные комплексы приводит к изменению экосистем балок – изменение и уничтожение видового состава растительности и животного мира. Изменение экологического состояния овражно – балочных систем имеет непосредственное влияние на экологию города. Рационально и экономически выгодно превращать овражные системы в экологически чистые ландшафтные ниши, обустраивать под рекреационные зоны [6]. Анализ сети территорий отдыха и туризма Белгородской области, показывает, что данный тип ландшафта на сегодняшний день мало задействован в организации рекреационных зон области. В связи с этим актуальной задачей для специалистов архитекторов и градостроителей становится оптимизация использования данных ландшафтов, а так же планировочная организация рекреационных зон с учетом их морфологии. Необходимо определить градостроительные принципы проектирования территорий отдыха и туризма на овражно-балочном рельефе, позволяющие сохранить экологическое равновесие данных экосистем. Градостроительные принципы должны обеспечивать охрану природного ядра овражно-балочных комплексов за счёт рационального функционального зонирования территории. Зонирование территории производится в целях регулирования рекреационных нагрузок, и может производиться методом пространственной дифференциации территорий, как в продольном, так и в высотном направлениях либо по направлению движения основной массы рекреантов. Менее ценные в рекреационном отношении зоны выделяются для мест массовой концентрации рекреантов и предприятий по их обеспечению (места стоянки и кострищ, спортивные сооружения, сеть общественного питания и т. п.). Как правило, данными территориями являются вершины склонов и участки с незначительным уклоном. Они привлекательны в эстетическом отношении, так как открывают панорамный обзор природного комплекса и имеют множество видовых точек. Еще одним достоинством данных участков является транспортная доступность. Наиболее ценные в экологическом отношении территории (для овражно-балочных комплексов - это как правило, склоновые участки и днища оврагов в которых сохраняется высокое ботаниче-

ское разнообразие) отводятся для собственно рекреационной деятельности, экскурсии, рыбная ловля, отдых на лоне природы. Регулятором потоков рекреантов как средства охраны рекреационных ресурсов является рациональное трассирование дорожно-тропиночной сети. Так как Белгородская область является маловодным регионом, одним из наиболее перспективных вариантов организации рекреации может послужить обводнение участков овражно-балочных комплексов, обладающих гидрографическим потенциалом. Обводнение позволит повысить рекреационную привлекательность овражных-балочных ландшафтов.

Особое место в структуре природно-экологического каркаса Белгородской области занимают так же техногенные ландшафты: отработанные меловые карьеры, песчаные карьеры, места открытой добычи руд и т.д. При организации территорий рекреационно-туристического назначения техногенные ландшафты могут представлять определенный интерес [7]. В современных условиях спонтанно формируется спрос на туристические ресурсы разнотипных карьеров и карьерных водоемов. Меловые карьеры, для которых характерны футуристические формы рельефа, являются не отталкивающим, а наоборот притягательным ресурсом [8].

Техногенные ландшафты зачастую находятся в городской среде. Значительные пространства, отведенные под развитие промышленного производства, либо исчерпали свои резервы, либо морально устарели. Поэтому достаточно остро стоит вопрос вторичного использования земельных ресурсов, восстановление нарушенных территорий. Адаптация депрессивных городских пространств и их возвращение к активному использованию могут восполнить существующий дефицит функций той или иной части города. Подобные экологические программы способствуют изменению принципов градостроительного проектирования и строительства, формируя новую архитектуру и, следовательно, качественно новую среду обитания человека [9]. Техногенные ландшафты могут обладать высокими пейзажными характеристиками, в особенности это касается меловых отработанных карьеров. Выходы меловой породы на поверхность обладают эффектными пейзажными показателями, особенно в летний период времени за счет контрастности фактуры меловой породы. Выработанные меловые, песчаные и глиняные карьеры в некоторых случаях могут так же подвергаться обводнению, что будет способствовать повышению их привлекательности для рекреантов. Рекреационная рекультивация

техногенных ландшафтов в данный момент является одним из перспективных направлений развития туристско-рекреационной системы Белгородской области. Мировая практика демонстрирует множество удачных примеров иллюстрирующих результаты данного подхода. На месте разрушенных горнотехнической деятельностью исходных ландшафтов могут быть созданы условия для развития сети туристических маршрутов и объектов туризма [10].

Выводы. Наибольшее распространение на территории Белгородской области имеют овражно-балочные ландшафты, являясь сложными для организации строительства, они зачастую обладают высокими пейзажными характеристиками и при рациональной планировке, могут служить для организации рекреационных зон. Конкретные приемы планировочной организации рекреационных территорий должны соответствовать требованиям, направленным на выявление экологической, экономической и эстетической эффективности принятых решений. Главными задачами для специалистов в сфере архитектуры и градостроительства при организации территорий отдыха и туризма в Белгородской области на сегодняшний день становятся: градостроительный анализ и оценка пейзажных характеристик овражно-балочных комплексов, с целью выявления территорий наиболее пригодных для организации рекреационной деятельности; поиск рациональных планировочных решений по организации рекреационных территорий на овражно-балочном рельефе; поиск рациональных методов экологического и функционального зонирования сложного рельефа при организации рекреационных зон. Следующим перспективным направлением в развитии системы туристско-рекреационных территорий в Белгородской области является рекультивация нарушенных территорий. Следование данному направлению развития будет способствовать восстановлению экологического равновесия на депрессивных территориях, и увеличению площади рекреационных территорий, что особенно актуально для городов Белгородской области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перькова М.В., Борзых Е.А. Оценка взаимосвязи социальных и пространственных факторов в планировке г. Строитель // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 134–139.

2. Федеральная целевая программа "Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2011 - 2018 годы)"

3. Гриднев Д.З. Природно-экологический каркас территории - основа принятия градостроительных решений в составе документов территориального планирования муниципальных образований [Электронный ресурс]. URL: <http://terraplan.ru/arhiv/55-1-31-2011/938-630.html> (дата обращения: 01.03.2016)

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

5. Стаценко Е.А. Планирование объектов экологического каркаса в структуре землеустройства Белгородской области: Автореф. дис. канд. геогр. наук. Белгород, 2012. 23 с.

6. Ковалев С.Н. Развитие оврагов на урбанизированных территориях: Автореф. дис. канд. геогр. наук. М., 2009. 24 с.

7. 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: сборник статей XVI Международной научно-практической конференции // МНИЦ ПГСХА. Пенза: РИО ПГСХА, 2014. С.44

8. Perkova M.V., Raschenko A.V., Lesovik V.S., Kalinin Y.M. and Babaev V.B. Combinational Analysis of Architectural Shaping Based on Crystal Lattice of Minerals // World Applied Sciences Journal. 2014 T. 30. № 12. С. 1182–1188

9. Margarita V. Perkova, Natalia G. Blagovidova and Kseniya M. Tribuntseva, 2015. Features of Design of Ecovillages in Depressed Areas in the City. Research Journal of Applied Sciences, 10: 608-619.

10. Рощупкина О.В. Рекультивация нарушенных территорий как метод реабилитации ландшафтов. Зарубежный опыт и перспективы применения в Белгородской области: сб. материалов конф. Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова // Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2015. С. 1920–1925.

Krushelnitskaya E.I.

FEATURES OF THE NATURAL FRAME OF THE BELGOROD REGION AS A BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF RECREATION AND TOURISM TERRITORIES

The article describes the structure and features of the natural frame of the Belgorod region, identified the most common types of landscapes, their advantages and disadvantages from the point of view of the organization of recreational areas. Was analyzed the specifics of the formation of areas of recreation and tourism in the structure of the natural frame of the Belgorod region. Revealed the relationships of natural features of the territory and the development of tourism and recreation spaces on the various functional and hierarchical levels. Defined perspective directions of development of tourism and recreational areas, taking into account characteristics of the natural frame of the Belgorod region.

Key words: *territory natural frame, recreational resources of the territory, recreation, tourism, recreation and tourism territory, tourism centers.*

Крушельницкая Елена Игоревна, ассистент.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: Krushelnitskaya1@rambler.ru

Абасс Хиба., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ФАКТОРЫ, ПОВЛИЯВШИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ТРАДИЦИОННОГО ЖИЛОГО ДОМА АРАБСКОГО И ОСМАНСКОГО ПЕРИОДА (С VII в. ПО НАЧАЛО XX в.)

Heba.abbas@hotmail.com

В статье рассматриваются факторы, под влиянием которых формировалась традиционная архитектура Старого Дамаска. Это природно-климатические условия, социально-экономические, политические, религиозные (в частности, исламские). В этой связи нужно подчеркнуть большое значение культурных и исторических течений, которые были весьма разнообразными и многочисленными, так как страна имеет особое местоположение и представляет собой связующее звено между Востоком и Западом.

Ключевые слова: архитектура Дамаска, факторы, двор, иван, жилые дома.

Введение. Исторический аспект формирования функционально-планировочной структуры городов является одним из основополагающих при развитии территорий поселений с большим количеством памятников истории и культуры [1].

Развитие городов связано с историческими и социально-культурными традициями. Одной из характеристик городского пространства является историческая среда с объектами культурного наследия. Рассмотрим архитектуру жилых зданий в исторической застройке "Старый Дамаск" арабского и османского периода и факторы, повлиявшие на формирование их объемно-планировочной композиции. Объемно-планировочная композиция жилых домов, являющихся объектами культурного наследия, формировалась на протяжении 15 столетий и испытывала на себе влияние традиционной архитектуры народов, проживавших в Дамаске в разные исторические периоды. В период арабского и османского владычества (с VII в. по нач. XX в.) на протяжении трех столетий под воздействием культурных традиций ислама формировалась архитектура жилых домов в Дамаске. Рассматривать архитектуру традиционных жилых домов Старого Дамаска необходимо также с учетом климатических условий, местных строительных материалов и технологий, конструкций и элементов декора [1].

Природно-климатические и географические факторы, повлиявшие на формирование традиционного жилого дома. По климатическому признаку Сирию можно поделить на разные районы: равнинные, горные и приморские. В первом районе, где расположен г. Дамаск, который находится на отметке 900 м над уровнем моря, средняя температура зимой составляет + 6-8 градусов, а летом - +35-40 градусов, поэтому климат в этом районе 330 дней в году сухой и теплый.

Основные периоды дождей с ноября месяца по начало марта. Ветер северо-западный с января месяца по октябрь, а в декабре и ноябре ветер – восточный.

Все жилые дома Дамаска расположены в плотной застройке. Благодаря этому меньше фасадов открыто для солнечного нагревания. На структуру жилых домов оказали влияние следующие факторы: создание максимальной тени на фасадах и во внутренних помещениях, использование отделочных материалов на известковой основе для отражения солнечных лучей, и толстые массивные стены из природного камня, хорошо сохраняющие прохладу в летний период и тепло в зимний. Высота зданий в плотной застройке практически находится на одном уровне.[2].

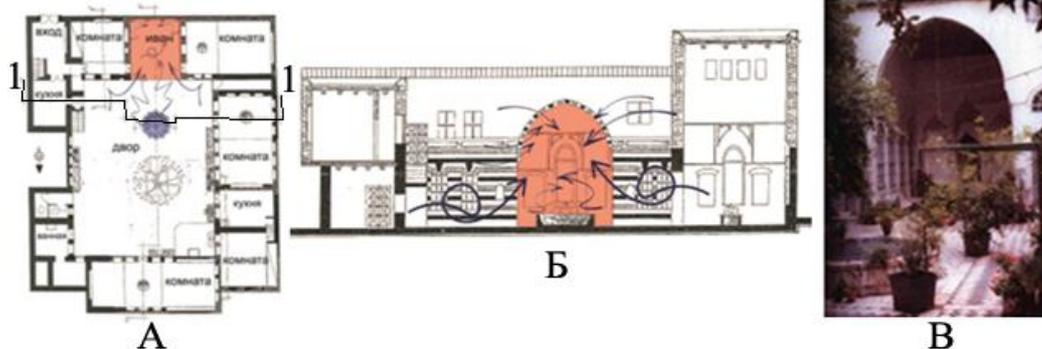


Рис. 1. Традиционный жилой дом Османского периода, расположенный по ул. Саружа, № 413
А – план первого этажа, Б – разрез 1-1, В – «Иван».

«Иван» - это открытое широкой аркой в сторону двора помещение для отдыха, являющееся характерной особенностью планировки арабского жилого дома. В основе плана комнаты «Иван» чаще всего лежит квадрат, эта комната имеет высоту двух этажей, пространство ко-

торой перекрыто стрельчатым сводом. Солнечные лучи не попадают во внутрь этого помещения, так как с двух сторон - западной и восточной, комната защищена от раннего восточного солнца и западного дневного высокими стенами. [3].



Рис. 2. Маленький фонтан «фуские» внутри помещения «Иван».

Традиционные жилые дома давали прохладу и создавали микроклимат, благоприятный для проживания, особенно в летнюю жару. В этой связи важную роль играют фонтаны посреди внутренних дворов, внутри помещения «Иван» или в жилых комнатах.

Фонтаны имеют различные размеры и очертания. В османский период фонтаны имели геометрическую форму (восьмигранников и шестигранников) с чугунными кранами в виде фигурок животных.

Религиозные факторы, повлиявшие на формирование традиционного жилого дома.

Обращение дома вовнутрь было обусловлено закрытостью исламского общества. Вход в здание был не прямым, а по изогнутому коридору, чтобы женщина могла спрятаться или закрыться в неглубокой нише, пока посетитель проходит в дом по «деглизу» (так называемому коридору).

Разделение на женскую (Харамлик) и мужскую (Салямлик) половину в мусульманском доме обусловлено религией. Функциональное деление помещений включает жилые помещения общего пользования, спальни, кухню, столовую, санитарные узлы. Для удобства в период ислама был изобретен «Модиаф» - это промежуточное устройство между женской и мужской половиной в богатых домах в виде барабана в стене, путем вращения которого угощения из женской половины подавались в мужскую.

Комнаты, ориентированные на юг, предназначены для молитв. Самые главные из них располагались напротив «кибля» (южной части здания, ориентированной в сторону Мекки), там же располагается и «михраб» - часть стены, приспособленная для молитв, украшенная стрельчатыми арками с геометрическим рельефом [4].

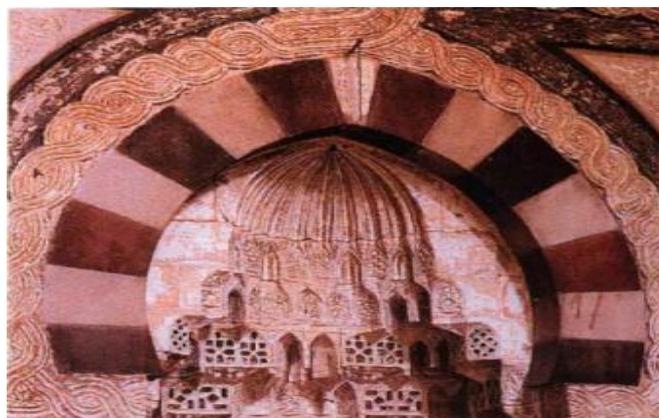


Рис. 3. «Михраб» - место для молитв в доме Чирази.

Социально-экономические факторы, повлиявшие на формирование традиционного жилого дома. Условием, повлиявшим на формирование традиционного жилого дома Дамаска,

стала необходимость размещения большой, многочисленной семьи вокруг одного или нескольких дворов, что было весьма экономично. Преимущество поколений, переход рода от

отца к сыну так же влиял на создание традиционного дамасского дома. [5].

Можно выделить несколько основных групп жилых домов.

1. Дома богатых горожан. Чаще всего это были представители власти, успешные купцы.

Жилой комплекс дома этой категории людей располагался на значительном земельном участке и объединял несколько открытых пространств, различных по своим функциям.

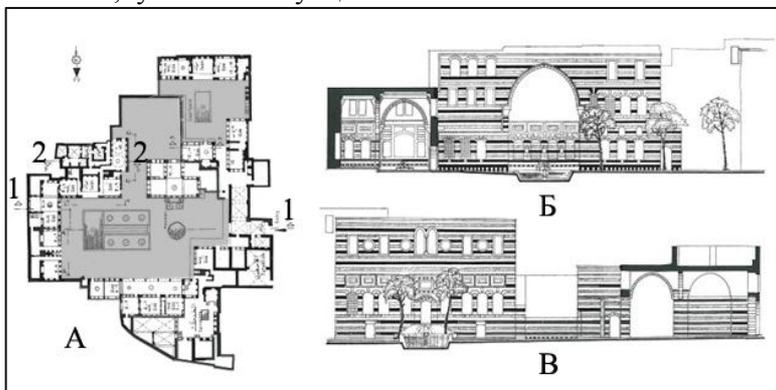


Рис. 4. Жилой дом Османского периода богатого владельца.
А – план первого этажа, Б – разрез 1-1, В – разрез 2-2.

2. Дома жителей среднего сословия. К ним относились деятели культуры, чиновники, средние торговцы. Эту группу жилых домов объединяет

наличие одного или двух внутренних дворов, что позволяло разделять функции жилого пространства [6, 7].

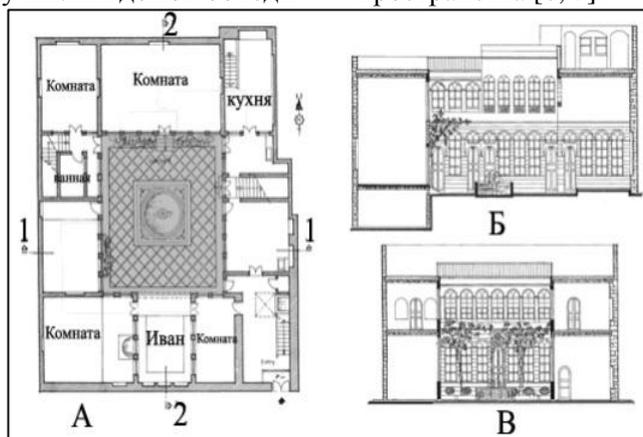


Рис. 5. Жилой дом Османского периода жителя Дамаска среднего сословия.
А – план первого этажа, Б – разрез 1-1, В – разрез 2-2

3. Дома бедных жителей. Говоря об организации домов бедняков, важно отметить, что жители бедного сословия имели дома с небольшим земельным участком, в которых помещения жи-

лые, хозяйственные и подчас производственные располагались вокруг небольшого внутреннего двора. В этих домах одни и те же помещения совмещали множество функций. [8].

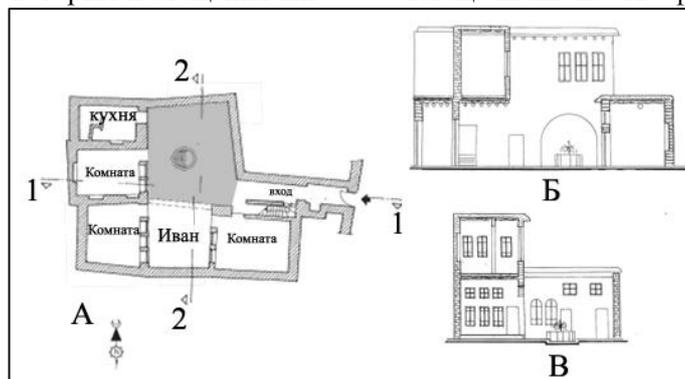


Рис.6. Жилой дом Османского периода жителя бедного сословия.
А – план первого этажа, Б – разрез 1-1, В – разрез 2-2

Выводы

Архитектурный образ жилых домов на протяжении веков всегда был истинным отражением культурной среды, в которой они находились. При реконструкции жилой застройки и жилых зданий целесообразно опираться на системные требования [Sherbakova T.P., Lavrik G.I., Perkova M.V.], так как городская среда является результатом взаимодействий и взаимозависимостей между климатом, религиозными, географическими, экономическими и другими факторами [9, 10].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аффиф Аль-Бахнаси. Дамаск. Города арабского мира. Изд.: Тунис 1981.- 86с.
2. Али Сайд. Автореферат на арабском языке. Взаимосвязь домов старого Дамаска и его влияние на национальный арабский дом. - Дамаск, 1998.-25с.
3. Аль-Рихави Абддель Кадер. Дамаск, его наследие исторические достопримечательности - Дамаск: Дар Башаер, 1969. 215с.
4. Багнаси Аффиф. Исламское искусство.- Дамаск: ДарТлас, 1986. 608с.
5. Кибрити Закарая Мухаммед. Дамасский дом периода Османской империи. 2002. 333с.
6. Кутейба Аль - Шахаби. Дамаск. История и фотография. Дамаск. Министерство Туризма. 1990 г. 178с.
7. МахиарМалюхи. Автореферат. Принципы декоративного оформления в архитектурных памятниках Дамаска. 1990. 28с.
8. Sherbakova T.P., Lavrik G.I., Perkova M.V. System Requirements Reconstruction of Environment of Big City // Middle-East Journal of Scientific Research. 2013. Т. 18. №10. С. 1486-1491.
9. Перькова М.В., Трибунцева К.М., Киселев С.Н. Исторический аспект формирования функционально-планировочной структуры малых городов Белгородской области//:эл. сб. докл. Региональной научно-практ. конф./ Белгор. гос. технол. ун-т. (Белгород, 9-10 апреля 2015 г.). Белгород: Изд-во БГТУ, 2015.С. 331-343.
10. Перькова М.В. Социальная устойчивость как принцип развития территорий города / VII Международная научно-практическая конференция. Технологии XXI века: проблемы и перспективы развития: сборник статей Международной научно-практической конференции (10 октября 2015 г., г. Челябинск). Уфа: АЭТЕРНА, 2015. С. 95–100.

Abass Hiba**FACTORS AFFECTING THE FORMATION OF THE TRADITIONAL HOUSE, FROM THE BEGINNING OF ARAB PERIOD TILL THE END OF OTTOMAN PERIOD (FROM VII - TO THE BEGINNING OF XX)**

The article provides an overview of factors that influence the traditional architecture formed old Damascus. These include: climatic conditions, socio-economic, political, religious (including Islamic). In this regard, we must emphasize the importance of cultural and historical trends that were very diverse and numerous due to the fact that the country has a special position as a link between East and West.

Key words: *architecture of Damascus, iwan, factors, courtyard, residential house.*

Абасс Хиба, магистрант кафедры архитектуры и градостроительства.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: Heba.abbas@hotmail.com

*Ковальченко О.В., инженер
ООО «Альфапроект»
Калатоzi В.В., канд. техн. наук, доц.,
Яковлев О.А., доц.,
Калатоzi Э.К., студент*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТАНИЯ БЫСТРОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ВАРИАНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

viktoriyakalatozi@mail.ru

Основными преимуществами предприятий питания быстрого обслуживания являются минимальные затраты времени на получение и прием пищи, сравнительно невысокие цены на продукцию индустрии питания, возможность удовлетворения потребностей населения в попутном обслуживании. В производственно-технологическом плане данные предприятия обладают стабильностью ассортимента предлагаемых блюд (преимущественно свежеприготовленных), широкое использование полуфабрикатов высокой степени готовности, высокий уровень механизации технологических процессов и материально-технической базы. Вместе с тем, многообразие градостроительных условий, быстроменяющихся запросов потребителей, внедрение инновационных технологий, техническое переоснащение производства открывают широкие возможности для формирования различных функционально-типологической структурой с соответствующей архитектурной средой предприятий быстрого питания. Изучены факторы, формирующие функционально-типологическую структуру и архитектурную среду предприятий питания быстрого обслуживания. Выявлено их взаимное полифункциональное влияние на создание предприятий с различной вариантной типологической моделью, структурой и архитектурным обликом.

***Ключевые слова:** предприятия питания быстрого обслуживания, функционально-типологическая структура, архитектурная среда, фактор, вариантная модель.*

Деятельность предприятий питания быстрого обслуживания (ПБО) осуществляется преимущественно на основе централизованного производства – использования полуфабрикатов высокой степени готовности, быстрозамороженных готовых блюд и кулинарных изделий, выпускаемых фабриками-заготовочными, а также готовых блюд и их компонентов промышленного изготовления. Архитектурный облик ПБО, характеризующихся своей функционально-типологической структурой (ФТС), отвечает в основном требованиям индустриализации. Однако в условиях жесткой конкуренции предприятия вынуждены часто менять ассортимент, концепцию (тематическую направленность) и вариантную модель, которая подразумевает дифференцированное формирование архитектурной среды и ФТС.

Традиционно, основная модель ПБО базируется на принципах вариантного моделирования, включает пять функциональных групп помещений (для посетителей, производственные, складские, административно-бытовые и технические) и находится в прямой зависимости от ФТС-факторов. К ФТС- факторам относят: характер размещения предприятия, контингент и поток посетителей, режим функционирования предприятия, ассортимент продукции, методы обслуживания, организация производства, тех-

ническая оснащенности и др. [1]. В свою очередь, архитектурный облик, планировка и художественное оформление зданий предприятий питания складывается под взаимным влиянием АС - факторов: природно-климатических, градостроительных, архитектурно-строительных, социально-психологических, композиционно-художественных и экономических факторов [2]. При этом данные факторы, исходя из заданных условий, определяют вариантность формирования различных ФТС ПБО, в том числе новых. В связи с этим, в статье исследовано взаимное влияние некоторых перечисленных факторов на особенности формирования функционально-типологической структуры ПБО и их архитектурной среды с учетом принципов вариантного моделирования.

Так, **организационно-производственный** ФТС-фактор позволяет исключить в структуре помещения моечных столовой посуды за счет использования разовой посуды, а также за счет трансформации помещений путем объединения доготовочных цехов в универсальные, добиться уменьшения планировочной площади ПБО. Это соответственно повлияет на **экономический** АС-фактор - затраты на строительство или арендную плату предприятия питания. Отметим, что для предприятий, расположенных на территориях, где арендная стоимость довольно велика этот

фактор зачастую главным, превалирующим показателем. Кроме того, для выполнения своей непосредственной функции, ПБО используют специальное технологическое, торговое и инженерное оборудование [3], следовательно, такой ФТС- фактор как *техническая оснащенность*, позволяет сократить производственные помещения и основной штат персонала.

Такой ФТС-фактор, как *метод обслуживания*, за счет централизованного производства – использования полуфабрикатов высокой степени готовности, быстрозамороженных готовых блюд и кулинарных изделий, выпускаемые фабриками-заготовочными, позволяет организовать практически все предприятия ПБО на сравнительно малых площадях. Кроме того, использование немногочисленного специализированного малогабаритного оборудования, работающего по вариантному принципу «заморозка – разогев» неширокого *ассортимента продукции* (готовых блюд) и компонентов промышленного изготовления усиливает влияние *архитектурно-строительного* и *экономического* факторов.

В процессе проектирования предприятий ПБО архитектурный облик, планировку и художественное оформление учитывают не только ФТС- факторы, но и природно-климатические, архитектурно-строительные (АС), социально-психологические и экономические и другие факторы.

Влияние *природно-климатических* факторов на формирование архитектурной среды при проектировании предприятий ПБО проявляется следующим образом. В южных районах, где преобладает жаркий сухой климат, а так же в центральных и центрально-черноземных областях наблюдается увеличение количества предприятий, организующих торговое пространство на открытом воздухе (террасы, веранды, беседки, внутренние дворики с зелеными насаждениями и водоемами, теневые маркизы и тенты), устраиваемые дополнительно к основному закрытому залу. Такая тенденция наблюдается не только для южных районов, где преобладает жаркий сухой климат, но и актуальна для центральных и центрально-черноземных областей, климат которых за последние 10 лет резко изменился в сторону увеличения среднегодовых температур на 2-5 °С. Сезонная проблема и проблема резких перепадов суточных температур с целью сохранения таких ФТС-факторов как *контингент и поток потребителей* решается путем дизайнерского остекления [4, 5], остекления ПВХ-конструкциями, применением конструкционных теплоизоляционных материалов [6]. Отметим, что при этом достигается раскрытие внутреннего пространства и связь с окружающей средой, что создает у посетителей ощу-

щение прозрачности, обозреваемости внешнего пространства, поскольку ландшафтно-рекреационная территория включает городские парки, водоемы, сады, скверы и бульвары, которые формируют систему открытых пространств, не нарушающих экологические требования [7].

В северных регионах наблюдается тенденция уменьшения площади оконных проемов, устройство тепловых тамбуров. Комфортная зона в этом случае может поддерживаться с помощью кондиционеров и тепловентиляторов, установленных в торговых залах и в тамбурах входной зоны предприятия соответственно. В этом плане ФТС ПБО значительных изменений не претерпевает, а архитектурный облик здания формируется за счет тематической направленности, специализации и нейминга ПБО с применением строительных материалов различного цвета и фактур [7, 8], которые гармонично вписывают их в «контекст» среды, отражают национальные особенности и природно-климатические условия региона строительства.

Влияние АС-факторов на проектирование предприятий ПБО определяется *характером размещения* предприятия в структуре города и сети общественного питания. Согласно [1] предприятия быстрого обслуживания рекомендуются размещать: в местах оживленного движения населения, на городских магистралях, при транспортных узлах наземного транспорта и метро, при учреждениях, производственных предприятиях и ВУЗах, при универмагах и крупных магазинах, в торговых и общественно-культурных центрах, в рыночных комплексах; на привокзальных площадях и в зданиях вокзалов; в зонах кратковременного отдыха; на автодорогах и автотрассах; в микрорайонных центрах и периферийных зонах города. При этом ПБО могут проектироваться как отдельно стоящие здания, так и как встроенные и встроенно-пристроенные объекты к жилым и общественным зданиям. Кроме того, ПБО могут быть размещены в помещениях жилых и общественных зданий, в предприятиях торговли и общественных центрах и т.п.

Немаловажным АС-фактором являются также условия зрительного восприятия, морфологические и архитектурно-художественные особенности окружающей застройки. В связи с этим основной задачей при формировании архитектурного облика является наиболее полное одновременное отражение современных тенденций и принадлежности к определенному месту строительства – сформировавшейся индивидуальной исторической среде (района, квартала, улицы и т.д.). Формирование архитектурной среды предприятий ПБО в этом плане достигается умелым сочетанием количественного и ка-

чественного подбора строительных материалов и технологий производства строительных работ [9,10], выбором специализации – проявлением ФТС-фактора – *ассортимента продукции*, гармоничной организацией пространства в соответствии с общей градостроительной ориентацией и природой.

Взаимное влияние *социально-психологических* АС-факторов и ФТС-фактора – *контингента и потока* посетителей – проявляется следующим образом.

По определению спектр услуг, оказываемый предприятиями быстрого питания, направлен на широкий круг потребителей, имеющих разнообразный социальный статус, возраст, уровень образования и круг интересов. В отношении формирования ФТС, с одной стороны, для предприятий ПБО сохраняется современная тенденция к унификации предприятий индустрии питания, где придерживаются строго фирменного стиля, логотипа, цветовой гаммы, dresscode персонала, а с другой стороны – прослеживается дифференциация предприятия по специализации, ассортименту, которая приводит к новому концептуальному решению ФТС ПБО с определенной архитектурной средой. При этом на концепцию одновременно влияют месторасположение или *характер размещения предприятия* и *социальный* фактор.

Изменение экономических и социальных условий в стране приводит к формированию комплексных предприятий, совместимых с ПБО структурой (кафе-бар, кафе-пиццерия, кафе-блинная и т.п.). В этом случае архитектурная среда различных вариантов моделей формируется за счет приобретенной индивидуальности – привлекающего внимание архитектурного решения фасада [11, 12], оригинальной вывески, использования предметов интерьера, отражающих концепцию предприятия питания, теряя индустриальность.

Экономические факторы определяют эффективность проектных решений, поэтому их оценка является важной не только для строительства предприятий ПБО, но и всех типов предприятий индустрии питания. Экономическую эффективность оценивают с помощью нескольких показателей, наиболее значимыми из которых при формировании ФТС и архитектурной среды являются: оборот общественного питания, капитальные затраты, размер инвестиций, прибыль, рентабельность и др.

Удельный вес капитальных вложений в объеме инвестиций может составлять 90–95 %, что делает самостоятельное строительство предприятий ПБО для малого бизнеса практически недоступным и требует больших денежных затрат. В связи с этим для реализации фактора

ФТС – *организации производственного процесса* – в основном используют уже существующие помещения с минимальной арендной ставкой. Под функционирование отводят бывшие жилые и общественные помещения первых этажей зданий, реже цокольные и подвальные. При этом экономически более эффективными оказываются те вариантные модели ФТС, в которых производственные и вспомогательные помещения либо трансформированы, либо некоторые из них отсутствуют.

Такой фактор ФТС как *размещение предприятий* ПБО в шаговой доступности точек притяжения посетителей (вблизи театров, кино, аквапарков, музеев, торговых, развлекательных и офисных центров, вокзалов, пешеходных и парковых зон) увеличивает оборот общественного питания, а, следовательно, прибыль и рентабельность предприятия. При этом транспортная доступность, активность населения, уровень дохода и архитектурный облик играют немаловажную роль.

В отличие от комфортабельных ресторанов, кафе предприятия ПБО имеют в своем большинстве утилитарное значение. Однако это не снижает общих требований, предъявляемых к их архитектурно-художественной выразительности. В частности, фактор ФТС *ассортимент* (специализация) и тематическая направленность, основывающихся на бытовых обрядах, легендах, мотивах народных сказок, литературных произведений мультфильмах и фильмах в сочетании с местным колоритом отображаются на фасаде здания в форме вывески, освещения, элементов отделки и т.д. Все это привлекает внимание посетителей и позволяет не только увеличить объем производства кулинарной продукции и рентабельность предприятия, но и обеспечить потребление пищи в эстетическом восприятии.

Таким образом, создание ПБО с различными ФТС, вариантной моделью и архитектурной средой вызывает необходимость учета многочисленных формообразующих факторов и характеристик, взаимно и полифункционально влияющих друг на друга.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рекомендации по проектированию предприятий питания быстрого обслуживания. Москва: ЦНИИЭП учебных зданий, 1991. 26 с.
2. Смирнова Ю.А. Формирование архитектурной среды предприятий общественного питания // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Строительство и архитектура. 2013. Т.13. №1. С. 13–15.
3. Ковальченко Н.А. Использование пароконвекционного оборудования для повышения

эффективности технологических процессов предприятий общественного питания // В сб.: Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности. Белгород, 2014. С. 164–166.

4. Михальчук И.Н., Ковальченко Н.А. Влияние метода обогащения кварцевого сырья на оптические характеристики цветных стекол // Стекло и керамика. 2008. №9. С.30–32.

5. Mikhal'chuk I.N., Koval'chenko N.A. Effect of the method of concentrating quartz feedstock on the optical characteristics of colored glass // Glass and Ceramics. 2008. Т. 65. №9-10. С. 322–323.

6. Goncharov Yu.I., Kholodova N.A., Sergeev N.E. Amphibole-based thermal-insulating ceramics // Glass and Ceramics. 1991. Т. 47. №7. С. 267–270.

7. Ковальченко Н.А. Дисперсионный анализ как метод оценки качества натурального молотого кофе // В сб.: Научное обеспечение разви-

тия общественного питания и пищевой промышленности. Белгород. 2015. С. 261–267.

8. Ковальченко Н.А., Михайлова Н.В. Разработка меню детского кафе для различной возрастной категории // В кн.: Современные подходы к модернизации экономики, образования и кооперации. Белгород, 2012. С. 168–169.

9. Смоляго Г.А. Трещиностойкость сборно-монолитных железобетонных конструкций / Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. 346 с.

10. Смоляго Г.А. К вопросу о предельной растяжимости бетона // Бетон и железобетон. 2002. № 6. С. 6.

11. Koval'chenko N.A., Pavlenko Z.V. Waste-bearing decorative glazes for facade ceramics // Glass and Ceramics. 2006. Т. 63. № 1-2. С. 26–28.

12. Ковальченко Н.А., Павленко З.В. Декоративные глазури для фасадной керамики и использованием отходов // Стекло и керамика. 2006. № 1. С. 24–26.

Koval'chenko O.V., Kalatozi V.V., Yakovlev O.A., Kalatozi E.K.
FEATURES OF FORMATION OF FUNCTIONAL AND TYPOLOGICAL STRUCTURE AND THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT OF THE ENTERPRISES OF FOOD OF FAST SERVICE ON THE BASIS OF THE PRINCIPLES OF ALTERNATIVE MODELLING

The main advantages of the enterprises of food of fast service are the minimum expenses of time for receiving and reception write, rather low prices for products of the industry of food, a possibility of satisfaction of needs of the population for passing service. In the production and technological plan these enterprises possess stability of the range of the offered dishes (mainly freshly cooked), wide use of semi-finished products high readiness degrees, high level of mechanization of technological processes and material technical base. At the same time, the variety of town-planning conditions, the fast-changing inquiries of consumers, introduction of innovative technologies, technical re-equipment of production open ample opportunities for formation various functional and typological structure with the corresponding architectural environment of fast-food establishments. The factors forming functional and typological structure and the architectural environment of the enterprises of food of fast service are studied. Their mutual multifunctional influence on creation of the enterprises with various alternative typological model, structure and architectural appearance is revealed.

Key words: enterprises of food of fast service, functional and typological structure, architectural environment, factor, alternative model

Ковальченко Ольга Викторовна, инженер-проектировщик.

ООО «Альфапроект»

Адрес: Россия, 308000, Белгород, ул. Народный бульвар, д.89а.

E-mail: olga.koalchenko@mail.ru

Калатоzi Виктория Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности.

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

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

E-mail: viktoriyakalatozi@mail.ru

Яковлев Олег Александрович, доцент кафедры сопротивления материалов и строительной механики

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

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

E-mail: selo_krasnoe@mail.ru

Калатоzi Элина Карповна, студентка кафедры строительства и городского хозяйства.

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

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

*Перькова М.В., канд. арх., проф.,
Заикина А.С., магистрант*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ХАРАКТЕРИСТИКА ОТКРЫТЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ КАК СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ*

anastasya_zaikina@hotmail.com

В статье рассматриваются градостроительные, пространственные, визуальные и социальные особенности, позволяющие охарактеризовать степень качества открытых общественных пространств и городской среды. Рассмотрены масштабные уровни восприятия городского пространства и условия организации открытых общественных пространств. Разработана матрица условий организации открытых общественных пространств. Предложены характеристики, выявляющие благоприятные, нейтральные и неблагоприятные особенности городских территорий с целью оптимальных условий организации открытых общественных пространств.

***Ключевые слова:** классификация, характеристика, открытые общественные пространства, социализация среды, качество среды.*

Введение. В существующей на сегодняшний день высокоурбанизированной городской среде уже недостаточно рассматривать общественные пространства как конкретные территории, заключенные в парки и площади. В наше время они выступают в качестве целой развивающейся системы, которая представляет собой сложно устроенную сеть, охватывающую всю территорию города посредством разнообразных мест кратковременного отдыха, скопления людей, проявления активной деятельности, а также пешеходных связей, соединяющих все перечисленное в единый каркас. Это социализация городской среды, способствует объединению граждан и удовлетворению их потребностей различного характера.

Основная часть. Термин «открытые общественные пространства» подразумевает множество общедоступных для посетителей городских территорий. Общественное пространство – городская территория, на которой происходит формирование и воспроизводство общественной жизни. Идеальная модель общественного пространства включает три аспекта общественной жизни: социальный, культурный и политический [1].

Основными критериями, определяющими общественные пространства, являются свобода доступа и повышенные эстетические качества.

Эволюция открытых общественных пространств говорит о повышенной социальной и культурной значимости. Проблемы организации общественных пространств многогранны и требуют комплексного подхода. Решением подобных проблем занимаются российские и зарубежные градостроители и архитекторы. Это отображается в их трудах, посвященных формированию городской среды (А.В. Иконников, К. Линч); социологическим и экономическим аспектам при проектировании общественных пространств (Я. Гейл, Д. Джекобс); анализу потребительских нужд (Л.В. Гайкова, Л.А. Лофланд,

Р. Сеннет, Ш. Зукин); принципам устойчивого проектирования и строительства (А.Г. Большаков, В.А. Нефедов, Г.В. Есаулов); проблемам организации открытых общественных пространств и визуальному восприятию внутренних движений (А.В. Степанов, В.И. Мальгин); формированию и трансформации открытых общественных пространств (Б. Гройс, В.Л. Глазычев, Я. Гейл, А.Е. Потапов, А.С. Кривенкова, Т.В. Филанова, Е.В. Лагодина, А.Л. Ан) [2–7].

Тема открытых общественных пространств является актуальной и динамично развивается за счет изменения уровня и спектра потребительских нужд. В процессе исследования была разработана классификационные характеристики (рис. 1), характеризующие открытые общественные пространства и позволяющие группировать их по ряду характеристик.

В числе основных особенностей можно выделить градостроительные, пространственные, визуальные и социальные, каждая из которых характеризуются рядом признаков. Градостроительные особенности (рис. 2) включают в себя представление о местоположении пространства в структуре города, а также степени удобства транспортной и пешеходной доступности. Пространственные особенности (рис. 2) несут описательный характер территории в отношении объемного восприятия, а именно размера изучаемой зоны, ее конфигурации и типа формообразования [8]. Первые два вида особенностей можно отнести к физическим параметрам, поскольку при анализе, учитываются критерии, касательно общего представления о территориях.

Визуальные и социальные особенности (рис. 3) объединяются в социальные параметры. При исследовании качества открытых общественных пространств. Необходимо учитывать уровень восприятия окружающей застройки, включающий степень визуальной доступности и характер окружения, особенности функциональ-

ного наполнения территорий, безопасность и оборудованность.

Помимо вышеперечисленных особенностей, можно выделить масштабные уровни и условия восприятия городского пространства (рис. 4), которые напрямую зависят от местонахождения посетителя в ней, от его степени удаленности от объектов, от уровня освещенности (тем самым регулируя глубину пространственного восприя-

тия), от способа передвижения и т.д. Пространство города характеризуется сложной комбинацией типов городской среды и социумов с различными средовыми ориентациями [9]. Общие рекреационные пространства вдоль градостроительной композиционной оси – малой реки в границах города всегда имеют большое значение для качества среды жизнедеятельности [10].



Рис. 1. Классификационные характеристики открытых общественных пространств. Сост. Заикина А.С.

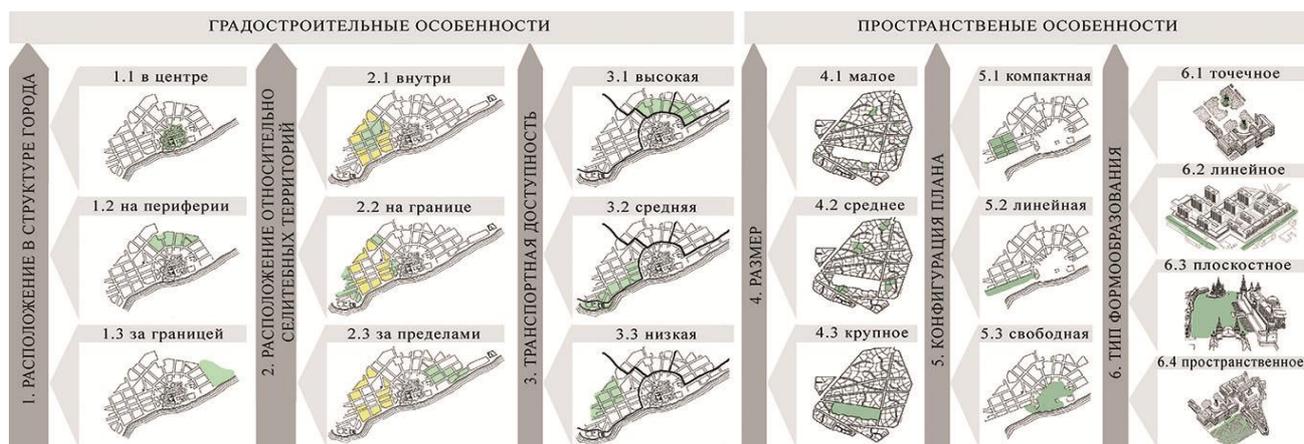


Рис. 2. Особенности общественных пространств как структурного элемента городской среды. Сост. Заикина А.С.

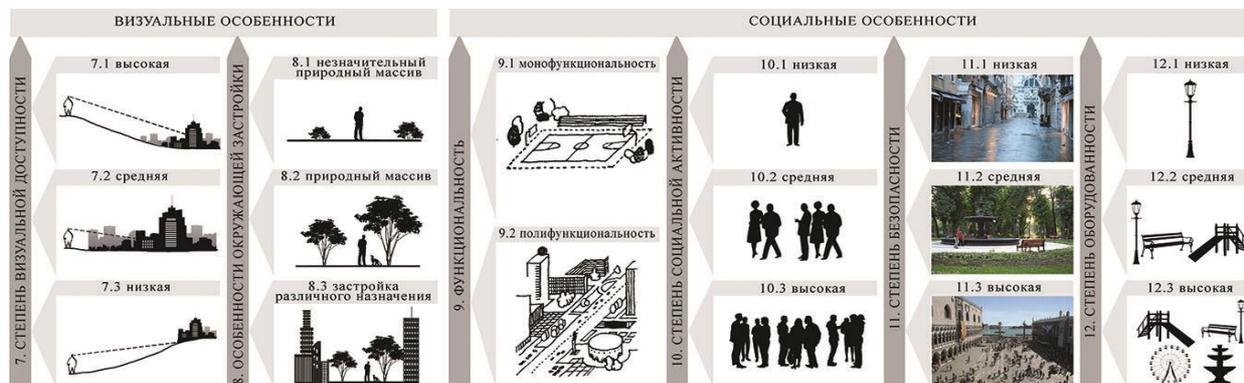


Рис. 3. Характеристики открытых общественных пространств, учитывающие социальные параметры. Сост. Заикина А.С.



Рис. 4. Масштабные уровни и условия восприятия городского пространства. Сост. Заикина А.С.

Таблица 1

Матрица условий организации открытых общественных пространств

		По характеру формообразования				По территориальному признаку		По степени открытости		По характеру деятельности			По туристическому признаку			По характеру пребывания		
		точечные	линейные	плоскостные	пространственные	городского значения	районного значения	публичные	частные	активные	транзитные	стационарные	познавательные	религиозные	событийные	кратковременные	средневременные	длительные
Градостроительные особенности	1	1.1																
		1.2																
		1.3																
2	2	2.1																
		2.2																
		2.3																
3	3	3.1																
		3.2																
		3.3																
4	4	4.1																
		4.2																
		4.3																
		4.4																
5	5	5.1																
		5.2																
		5.3																
6	6	6.1																
		6.2																
		6.3																
		6.4																
7	7	7.1																
		7.2																
		7.3																
8	8	8.1																
		8.2																
		8.3																
9	9	9.1																
		9.2																
10	10	10.1																
		10.2																
		10.3																
11	11	11.1																
		11.2																
		11.3																
12	12	12.1																
		12.2																
		12.3																

■ - благоприятная ■ - нейтральная ■ - неблагоприятная

Основываясь на вышеперечисленных характеристиках (см. рис.1, рис.2, рис. 3), была составлена матрица (см. табл. 1), выявляющая благоприятные, нейтральные и неблагоприятные характеристики городских территорий. Эта матрица показывает оптимальные условия организации любого открытого общественного пространства, которые следует учитывать при создании новых или реорганизации уже существующих.

Заключение. Разработанная матрица условий организации открытых общественных пространств отражает четкую градацию их качества (благоприятные, нейтральные, неблагоприятные), что позволит избежать воздействия отрицательных факторов на этапе планирования и проектирования.

Выводы. Соблюдение оптимальных условий при проектировании новых и реконструкции существующих открытых общественных пространств позволит создать благоприятные территории для длительного или кратковременного времяпрепровождения населения. Это будет способствовать различным формам проявления социальной активности, «оживляя» город и повышая качество среды. Избежание отрицательных факторов позволит создать наиболее благоприятную среду для граждан и уменьшить конфликт между различными группами населения посредством увеличения функциональной значимости, учета особенностей окружающей застройки, «контроля» вида и количества посетителей, а также четкого разграничения назначения территорий. Соответственно, это приведет к последующим улучшением качества окружаю-

щей среды в пространственном и социальном аспекте.

**Работа выполнена в рамках Гранта РФФИ 14-41-08040.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Масталерж Н.А. Формирование концепции общественного пространства как структурного элемента городской среды [Электронный ресурс]. URL: http://archvuz.ru/2013_3/6.
2. Линч К. Образ города. М.: Стройиздат, 1982. 328 с.
3. Гейл Я. Города для людей. М.: Альпина Паблишер, 2012. 276 с.
4. Гейл, Я. Новые городские пространства. М.: Крост, 2012. 254 с.
5. Джекобс Д. Смерть и жизнь больших американских городов. М.: Новое издательство, 2011. 460 с.
6. Lofland, L.H. A World of Strangers: Order and Action in Urban Public Space. New York: Waveland Press, 1985. 1026 p.
7. Тетиор А.Н. Городская экология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центра «Академия», 2008. 336 с.
8. Степанов А.В. Объемно-пространственная композиция: учеб. для вузов. М.: Издательство «Архитектура-С», 2007. 256 с.
9. Перькова М.В. Социальная устойчивость как принцип развития территорий города // АЭТЕРНА. 2015. С. 95–100.
10. Першина А.А., Перькова М. В., Колесникова Л.И. Вопросы организации рекреационных территорий вдоль реки Тихая Сосна в границах города Бирюч // ООО «НОВАЛЕНСО». 2015. С. 188–192.

Perkova M.V., Zaikina A.S.

THE CHARACTERISTIC OF OPEN PUBLIC SPACES AS STRUCTURAL ELEMENTS OF URBAN ENVIRONMENT

This article is about town planning, spatial, visual and social features who allow characterizing the degree of quality of open public spaces and urban environment. The scale levels of perception of urban spaces and conditions of organizations open public spaces was considered here. The conditions matrix of organization of open public space was also design here. On purpose optimal conditions of organizations open public spaces, was offered the characteristics who revealing favorable, neutral and not favorable qualities of urban areas.

Key words: *classification, characteristic, open public spaces, the socialization of environment, the quality of environment.*

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

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

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

E-mail: architektura_bgty@mail.ru

Заикина Анастасия Сергеевна, магистрант кафедры архитектуры и градостроительства.

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

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

E-mail: anastasya_zaikina@hotmail.com

**Плотников К.В., аспирант,
Логачев И.Н., д-р техн. наук, проф.,
Уваров В.А., д-р техн. наук, проф.**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЭЖЕКТИРУЕМОГО ВОЗДУХА ПРИ РАЗГРУЗКЕ ДУМПКАРОВ В ПРИЕМНУЮ ВОРОНКУ КОРПУСА КРУПНОГО ДРОБЛЕНИЯ*

pkv0491@yandex.ru

Производится анализ процесса разгрузки думпкар в приемную воронку корпуса крупного дробления горно-обогатительного комбината. Выводятся расчетные соотношения для определения расхода воздуха, увлекаемого сыпучим материалом. Найдены максимально и минимально возможные расходы эжектируемого воздуха при разгрузке думпкара.

Ключевые слова: аспирация, перегрузка сыпучих материалов, эжекция воздуха, разгрузка вагонов, корпус крупного дробления.

Приёмная воронка корпуса крупного дробления (ККД) представляет собой параллелепипед длиной 18 метров, шириной 8,6 метров, глубиной 5 м, заглубленный в землю. Выгрузка вагонов-самосвалов происходит с двух сторон по-

очередно. Среди используемых в России думпкар (табл. 1) [1] наиболее часто используемый при данных габаритах воронки является думпкар 2BC-105, грузоподъемностью 105 т.

Таблица 1

Характеристики думпкар

Показатель	Модель думпкара (тип)					
	31-638 (6BC-60)	31-639 (BC-85)	31-652 (Д-82)	31-634 (2BC-105)	31-653 (BC-145)	31-631 (2BC-180)
Грузоподъемность, т	60	85	82	105	145	180
Масса тары, т	27	35	37,6	48,5	64,5	67
Число осей	4	4	4	6	8	8
Объем кузова, м ³	26,2	38,8	36,1	50	72	59,2
Длина по осям сцепления, м	11,83	12,17	12,17	14,9	17,58	14,58
Ширина кузова(максимальная), м	3,21	3,52	3,52	3,52	3,464	3,464
Высота от головок рельсов, м	2,74	3,236	3,31	3,241	3,65	3,27
Число разгрузочных цилиндров	4	4	4	6	8	8
Осевая нагрузка, кН	21,78	30	30	25,6	26,22	30,8
Погонная нагрузка, кН/м	72,1	94,48	94,17	103	119,17	169,4

* Для всех думпкар давление в разгрузочных цилиндрах 0,6 Мпа, на путях промышленного транспорта конструктивная скорость 70 км/ч, габарит (ГОСТ 9238-83) - Т, на магистральных путях МПС 120 км/ч, 1 Т

При расчете количества эжектируемого воздуха считалось, что разгрузка руды происходит именно с думпкара 2BC-105 (рис.1, рис. 2) со следующими размерами кузова: длина вверху – 13400 мм, длина внизу – 13000 мм, ширина вверху – 3150 мм, ширина внизу – 2630 мм, высота кузова – 1300 мм [2] Время разгрузки думпкара 5секунд. Средняя крупность руды 200 мм.

Процесс разгрузки руды является динамическим, т.е. изменяющимся во времени. Руда выгружается не с постоянным расходом – массовой расход руды по мере опрокидывания думпкара постепенно увеличивается, а в конце разгрузки наоборот начинает уменьшаться. При этом скорость руды при сходе с думпкара также

переменна из-за разного расстояния, пройденного ею в кузове. Соответственно, количество эжектируемого воздуха меняться во время выгрузки. На рис. 3 изображена упрощенная расчетная схема разгрузки думпкара в приемную воронку.

При наблюдении за процессом разгрузки выяснилось, что минимальное расстояние, которое проходит руда, равно половине длины борта думпкара, а максимальное расстояние равно сумме ширины кузова, длины борта, плюс 0,37 метра. Соответственно, при первом условии мы получим минимальный расход эжектируемого воздуха, а при втором – максимальный, т.к. в остальном движение руды абсолютно идентично

в обои случаях. Исходя из этих данных, будем рассчитывать расходы эжектируемого воздуха.

Сначала найдем минимальный расход эжектируемого воздуха Q_{\min} . Для этого опреде-

лим геометрические и кинематические характеристики потока горной массы во время разгрузки думпкара.



Рис. 1. Думпкар 2BC-105

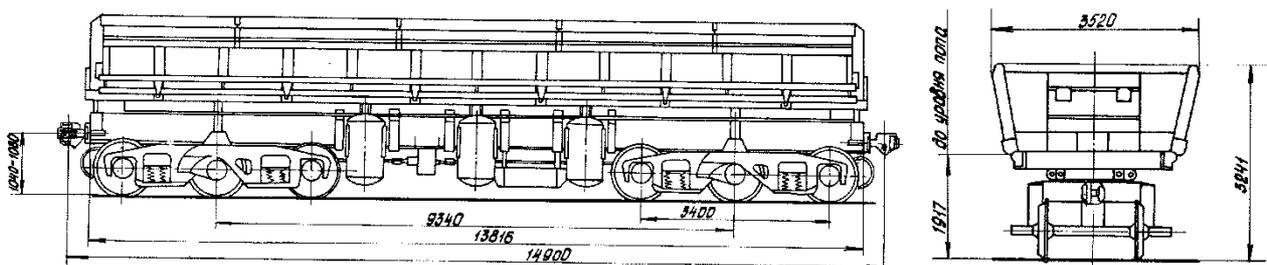


Рис. 2. Габаритные размеры думпкара 2BC-105

В момент схода горной массы с днища вагона-самосвала крайние положения кусков имеют координаты, м: E(1,34; 0,26); F(1,65; 0,57)

$$v_E = v_F = \sqrt{2g \cdot \Delta S \cdot (\sin \alpha - f_{mp} \cdot \cos \alpha)} = 2.23 \text{ м/с}, \quad (1)$$

где ΔS – перемещение руды внутри кузова (в данном случае равно половине длины борта), м.

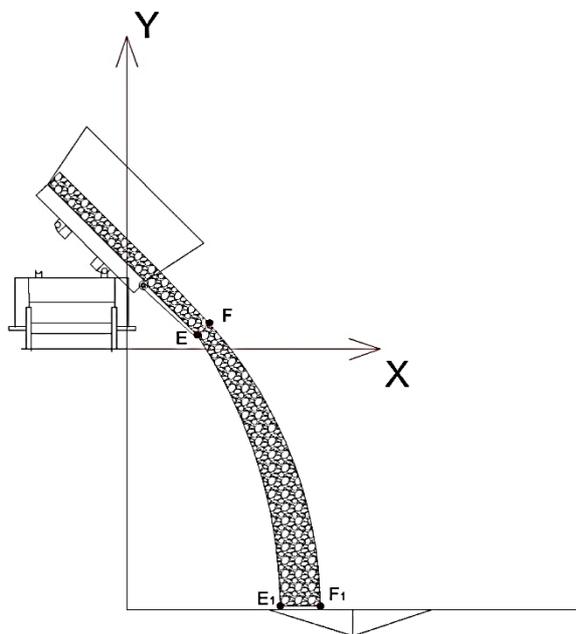


Рис. 3 Расчетная схема разгрузки

Определим положение и скорость этих кусков возле дна приемной воронки в выбранной для этой задачи системе координат.

Для куска E:

$$v_{yE} = v_E \cdot \sin 45^\circ = 1.575 \text{ м/с}, \quad (2)$$

где v_E – скорость руды в точке E, м/с;

$$v_{xE} = v_E \cdot \cos 45^\circ = 1.575 \text{ м/с}; \quad (3)$$

$$v_{yE1} = \sqrt{\Delta S_{hE} \cdot 2g + v_0^2} = 10.28 \text{ м/с}, \quad (4)$$

где ΔS_{hE} – перемещение руды от точки E до дна приемной воронки, м; $v_0 - v_{yE}$, м/с;

$$v_{xE1} = v_{xE} = 1.575 \text{ м/с}; \quad (5)$$

$$t_{kE} = \frac{v_{yE1} - v_{yE}}{g} = 0.89 \text{ с}, \quad (6)$$

где t_{kE} – время падения куска E, с;

$$x_{E1} = x_E + v_{xE} t_k = 2.737 \text{ м}; \quad (7)$$

$$y_{E1} = -5 \text{ м}; \quad (8)$$

$$v_{E1} = \sqrt{v_{yE1}^2 + v_{xE1}^2} = \sqrt{10.28^2 + 1.575^2} = 10.4 \text{ м/с}. \quad (9)$$

Для куска F:

(рис. 3). Скорость в этих точках при $f_{mp} = 0,5; \alpha = 45^\circ$ равна:

$$v_{yF} = v_F \cdot \sin 45^\circ = 1.575 \text{ м/с}, \quad (10)$$

где v_F – скорость руды в точке F, м/с;

$$v_{xF} = v_F \cdot \cos 45^\circ = 1.575 \text{ м/с}; \quad (11)$$

$$v_{yF1} = \sqrt{\Delta S_{hF} \cdot 2g + v_0^2} = 10.57 \text{ м/с}, \quad (12)$$

где ΔS_{hF} – перемещение руды от точки F до дна приемной воронки, м; $v_0 - v_{yF}$, м/с;

$$v_{xF1} = v_{xF} = 1.575 \text{ м/с}; \quad (13)$$

$$t_{kF} = \frac{v_{yF1} - v_{yF}}{g} = 0.92 \text{ с}, \quad (14)$$

где t_{kF} – время падения куска F, с;

$$x_{F1} = x_F + v_{xF} t_k = 3.094 \text{ м}; \quad (15)$$

$$y_{F1} = -5 \text{ м}; \quad (16)$$

$$v_{F1} = \sqrt{v_{yF1}^2 + v_{xF1}^2} = \sqrt{10.57^2 + 1.575^2} = 10.69 \text{ м/с}. \quad (17)$$

Средняя скорость горной массы у дна бункера будет равна:

$$v_k = \frac{v_{E1} + v_{F1}}{2} = \frac{10.4 + 10.69}{2} = 10.54 \text{ м/с}. \quad (18)$$

Площадь поперечного сечения струи материала при средней длине кузова думпкара 13,2 метра равна:

$$S_c = (x_{F1} - x_{E1}) \cdot l = (3.094 - 2.737) \cdot 13.2 = 4.71 \text{ м}^2, \quad (19)$$

где l – длина думпкара, м.

Теперь найдем скорость эжектируемого воздуха. Для этого выведем уравнение для нахождения коэффициента эжекции. Сформулируем одномерную задачу динамического взаимодействия неограниченного стенками равноускоренного потока частиц сыпучего материала с окружающим воздухом, полагая, что частицы имеют одинаковый размер (эквивалентный диаметр) и равномерно расположены в поперечном сечении струи по высоте падения, т.е. изменение объемной концентрации частиц по высоте падения определяется по очевидной формуле

$$\beta = \frac{\tilde{G}_1}{\tilde{\rho}_1 \tilde{v}_1 \tilde{s}_1}, \quad (20)$$

где \tilde{G}_1 – массовый расход падающих частиц, кг/с; $\tilde{\rho}_1$ – плотность частиц (намного превышающей плотность эжектируемого воздуха), кг/м³; \tilde{s}_1 – площадь поперечного сечения струи, м²; \tilde{v}_1 – скорость падения частиц, м/с.

Последняя равна (в силу равноускоренности их падения при начальной скорости \tilde{v}_{1H}) в сечении удаленной на расстояние \tilde{x}_H , м:

$$\tilde{v}_1 = \sqrt{2\tilde{g}(\tilde{x} - \tilde{x}_H) + v_{1H}^2}, \quad (21)$$

где \tilde{g} – ускорение силы тяжести, м/с².

Здесь и далее тильдой над буквой обозначим размерные величины, а при ее отсутствии – безразмерные параметры.

При формулировке одномерной задачи эжекции воздуха в вертикальной струе ускоренно падающих частиц используем широко применяемую методологию описания одномерных течений двухкомпонентных потоков в закрытых емкостях [3-11] с помощью интегральных соотношений для закона сохранения количества движения воздуха в неподвижном объеме \tilde{V} , м³, ограниченном поверхностью \tilde{S} , м²:

$$\int_{\tilde{S}} \tilde{\rho} \tilde{u} \tilde{u}_n \cdot d\tilde{S} = \int_{\tilde{V}} \tilde{M} \cdot d\tilde{V} + \int_{\tilde{S}} \tilde{P}_n \cdot d\tilde{S}, \quad (22)$$

где $\tilde{\rho}$ – плотность воздуха, кг/м³; \tilde{u} – вектор скорости эжектируемого воздуха, м/с; \tilde{u}_n – проекция вектора скорости эжектируемого воздуха, на внешнюю нормаль \tilde{n} поверхности \tilde{S} , м/с; \tilde{M} – вектор массовых сил, Н/м²; \tilde{P}_n – вектор направления поверхностной силы, приложенной

к элементарной площадке $d\tilde{S}$ с внешней нормалью \tilde{n} , Па.

Учитывая, что мы рассматриваем свободную струю частиц (не ограниченную непроницаемыми стенками), а объемная концентрация частиц мала ($\beta \approx 0,001$), поверхностными силами можно пренебречь, и расход эжектируемого воздуха будем оценивать по величине массовой силы:

$$\int_{\tilde{S}} \tilde{\rho} \tilde{u} \tilde{u}_n \cdot d\tilde{S} = \int_{\tilde{V}} \tilde{M} \cdot d\tilde{V}. \quad (23)$$

Раскроем это интегральное соотношение для элементарного объема $d\tilde{x}\tilde{S}_1$ (рис.4) с учетом массовых сил межкомпонентного взаимодействия:

$$\tilde{M} = \psi\beta \frac{\tilde{F}_M}{\tilde{V}_q} \frac{(\tilde{v}_1 - \tilde{u})^2}{2} \tilde{\rho}, \quad (24)$$

где ψ – коэффициент аэродинамического сопротивления одной частицы; \tilde{F}_M – площадь миделева сечения частицы, м²; \tilde{V}_q – объем частицы, м³.

В проекции на ось $O\tilde{X}$ (полагая, что нормальные составляющие \tilde{u} и $\tilde{u} + d\tilde{u}$ в поперечных сечениях струи эжектируемого воздуха одинаковы) уравнение (23) с учетом (24) перепишем в виде

$$\tilde{\rho} \tilde{u} (-\tilde{u}) \tilde{s}_1 + \tilde{\rho} (\tilde{u} + d\tilde{u}) (\tilde{u} + d\tilde{u}) \tilde{s}_1 = \psi\beta \frac{\tilde{F}_M}{\tilde{V}_q} \frac{(\tilde{v}_1 - \tilde{u})^2}{2} \rho s_1 dx, \quad (25)$$

или пренебрегая малыми величинами более высокого порядка:

$$2\tilde{s}_1 \tilde{\rho} \tilde{u} d\tilde{u} = \psi \frac{\tilde{F}_M}{\tilde{V}_q} \frac{\tilde{G}_1}{\tilde{\rho}_1 \tilde{v}_1 \tilde{s}_1} \frac{(\tilde{v}_1 - \tilde{u})^2}{2} \rho s_1 dx. \quad (26)$$

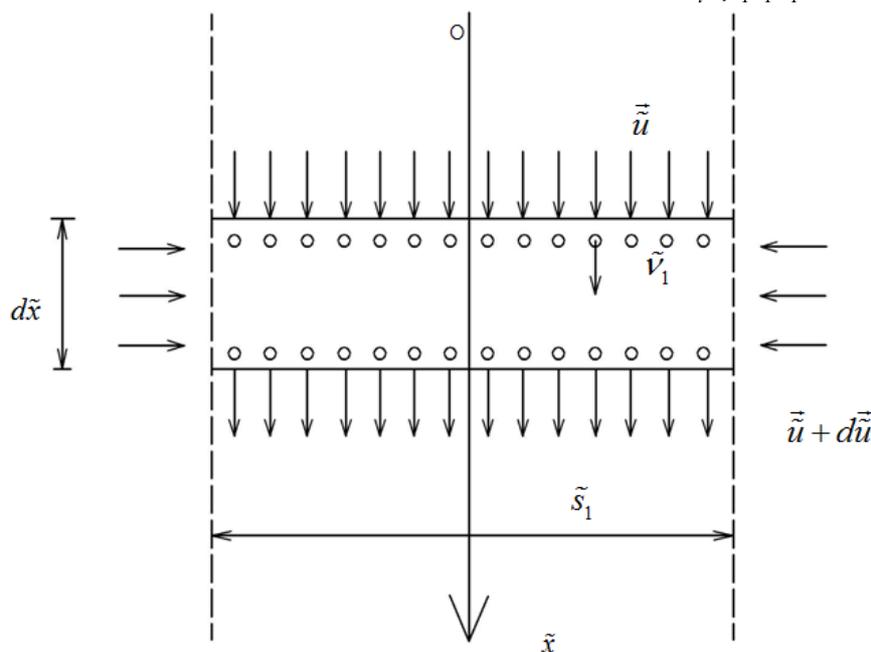


Рис. 4. К выводу дифференциального уравнения изменения количества движения эжектируемого воздуха в свободной струе вертикально падающих частиц сыпучего материала (при $\tilde{\rho}_1 \gg \tilde{\rho}$)

Имея ввиду что:

$$\frac{\tilde{F}_M}{\tilde{V}_c} = \frac{\pi \tilde{d}_3^2 6}{4\pi \tilde{d}_3^3} = \frac{1,5}{\tilde{d}_3}; \quad (27)$$

$$gd\tilde{x} = \tilde{v}_1 d\tilde{v}_1, \quad (28)$$

где \tilde{d}_3 - эквивалентный (по объему) диаметр падающих частиц, м.

Разделив обе части уравнения (26) с учетом соотношений (27) и (28) на величину $\frac{\tilde{\rho} \tilde{v}_k^2}{2}$ (где \tilde{v}_k - условная скорость частицы в конце падения, м/с) получаем:

$$\frac{\tilde{u} d\tilde{u}}{d\tilde{v}} = \frac{Bu_c}{4} (v - u)^2, \quad (29)$$

где Bu_c - число Бутакова-Нейкова для струи частиц;

$$Bu_c = \psi \frac{1,5 \tilde{G}_1 \tilde{v}_k}{\tilde{d}_3 \tilde{\rho}_1 \tilde{g} \tilde{s}_1}; \quad (30)$$

$$u = \frac{\tilde{u}}{\tilde{v}_k}; v = \frac{\tilde{v}_1}{\tilde{v}_k}. \quad (31)$$

Или вводя новые переменные:

$$u^* = \frac{Bu_c \cdot u}{4}; \quad (32)$$

$$v^* = \frac{Bu_c \cdot v}{4}. \quad (33)$$

Дифференциальное уравнение эжекции воздуха в одномерной струе падающих частиц записывается в виде:

$$u^* du^* = (v^* - u^*) dv^*. \quad (34)$$

Несмотря на простой вид уравнения (34), его решение можно найти лишь численным методами. Как правило, при этом определяется отношение скорости воздуха к скорости частиц в сечении струи (коэффициент эжекции).

$$\varphi = \frac{u}{v} = \frac{u^*}{v^*}. \quad (35)$$

И решается уравнение:

$$\frac{d\varphi}{dv^*} = \frac{(1-\varphi)^2}{\varphi} - \frac{\varphi}{v^*}. \quad (36)$$

Как показано в работах [12, 13] нулевая интегральная кривая (при $u_0 \approx 0; v_0 \approx 0$) достаточно точно описывается уравнением:

$$v^* = \frac{\varphi}{(1-\varphi)(1-\varphi)^2} \left(1 + \sqrt{\frac{2}{\varphi^2} - 1} \right); \quad (37)$$

$$v^* = \frac{Bu_c \tilde{v}_1}{4 \tilde{v}_k}, \quad (38)$$

или табличными значениями полученные численным решением уравнения (34):

$$Bu_c = \frac{1,5\psi G_m v_k}{gd_{cp} \rho_m S_c}. \quad (39)$$

Итак, массовый расход перегружаемой горной массы равен:

$$G_m = \frac{V \cdot \rho}{t} = \frac{50 \text{ м}^3 \cdot 2100 \text{ кг/м}^3}{5 \text{ с}} = 21000 \text{ кг/с}, \quad (40)$$

где V – объем руды в кузове думпкара, м^3 ; ρ – насыпная плотность руды, кг/м^3 ; t – время разгрузки, с

Таблица 2

Значение коэффициента φ

v^*	u^*	φ^*	v^*	u^*	φ^*
10^{-8}	10^{-8}	1	0,4	0,1414	0,3535
10^{-7}	10^{-8}	0,1	0,5	0,1903	0,3806
10^{-6}	$1,003 \cdot 10^{-8}$	0,010	0,6	0,2420	0,4034
10^{-5}	$2,762 \cdot 10^{-8}$	$2,762 \cdot 10^{-3}$	0,7	0,2960	0,4230
10^{-4}	$8,109 \cdot 10^{-7}$	$8,109 \cdot 10^{-3}$	0,8	0,3521	0,4402
0,001	$2,526 \cdot 10^{-5}$	$2,526 \cdot 10^{-2}$	0,9	0,4099	0,4555
0,002	$7,081 \cdot 10^{-5}$	$3,540 \cdot 10^{-2}$	1	0,4692	0,4692
0,003	$1,292 \cdot 10^{-4}$	$4,306 \cdot 10^{-2}$	2	1,1205	0,5603
0,004	$1,978 \cdot 10^{-4}$	$4,944 \cdot 10^{-2}$	3	1,8363	0,6121
0,005	$2,750 \cdot 10^{-4}$	$5,500 \cdot 10^{-2}$	4	2,5899	0,6475
0,006	$3,598 \cdot 10^{-4}$	$5,997 \cdot 10^{-2}$	5	3,3691	0,6738
0,007	$4,516 \cdot 10^{-4}$	$6,451 \cdot 10^{-2}$	6	4,1672	0,6945
0,008	$5,496 \cdot 10^{-4}$	$6,870 \cdot 10^{-2}$	7	4,9801	0,7114
0,009	$6,534 \cdot 10^{-4}$	$7,260 \cdot 10^{-2}$	8	5,8049	0,7256
0,01	$7,627 \cdot 10^{-4}$	$7,627 \cdot 10^{-2}$	9	6,6396	0,7377
0,02	$2,099 \cdot 10^{-3}$	0,1050	10	7,4827	0,7483

Объемная концентрация в струе:

$$\beta = \frac{2G_m}{\rho_m S_c v_k} = \frac{2 \cdot 21000}{3400 \cdot 4.71 \cdot 10.54} = 0.25, \quad (41)$$

где G_m – массовый расход руды, кг/с; ρ_m – истинная плотность руды, кг/м³; S_c – поперечное сечение струи горной массы, м²; средняя скорость горной массы у дна приемной воронки, м/с.

Коэффициент лобового сопротивления:

$$d_{cp} = 200 \text{ мм}; \quad (42)$$

$$\psi = \psi_0 e^{-1.8 \frac{\sqrt{\beta \cdot 10^3}}{d_{cp}}} = 1.6, \quad (43)$$

где d_{cp} – средняя крупность руды.

Число Бутакова равно:

$$Bu_c = \frac{1.5 \psi G_m v_k}{g d_{cp} \rho_m S_c} = \frac{1.5 \cdot 1.6 \cdot 21000 \cdot 10.54}{9.81 \cdot 0.2 \cdot 3400 \cdot 4.71} = 16.53; \quad (44)$$

$$v^* = \frac{Bu_c}{4} \frac{\tilde{v}_1}{\tilde{v}_k} = \frac{16.53}{4} \cdot 1 = 4.1325. \quad (45)$$

Исходя из всего вышесказанного, коэффициент эжекции равен:

$$\varphi \approx 0.651. \quad (46)$$

Объем эжектируемого воздуха:

$$Q_{\min} = \varphi v_k S_c = 0.651 \cdot 10.54 \cdot 4.71 = 32.33 \text{ м}^3/\text{с}; \quad (47)$$

$$v_{\text{эж}} = \frac{Q_{\min}}{S_c} = 32.33 / 4.71 = 6.86 \text{ м/с}. \quad (48)$$

Аналогичным способом рассчитывается максимально возможный расход эжектируемого воздуха Q_{\max} , лишь с учетом другого расстояния, которое проходит руда в кузове думпкара (ΔS равно ширине кузова плюс длина борта плюс 0,37 метра):

$$Q_{\max} = \varphi v_k S_c = 0.6462 \cdot 11.7 \cdot 5.55 = 39.34 \text{ м}^3/\text{с}; \quad (49)$$

$$v_{\text{эж}} = \frac{Q_{\max}}{S_c} = 39.34 / 5.55 = 7.09 \text{ м/с}. \quad (50)$$

Выводы

Количество эжектируемого воздуха при разгрузке думпкара находится в диапазоне от 32,33 м³/с до 39,34 м³/с, а скорость эжектируемого потока от 6,86 м/с до 7,09 м/с соответственно. Полученные значения могут быть использованы для проектирования эффективных систем локализации пылевыведения и определения необходимого объема аспирации.

**Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект №14-41-08005p_офи_м)*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конарев Н.С. (глав.ред.) Большая энциклопедия транспорта. В 8 томах. Том 4. Железно-

дорожный транспорт. Москва: Изд. Большая Российская энциклопедия, 2003, 1039с.

2. Грузовые вагоны колеи 1520 мм железных дорог СССР (альбом-справочник). Главное управление вагонного хозяйства МПС, 1989, 179 с.

3. Логачёв И.Н., Логачёв К.И., Аверкова О.А. Энергосбережение в аспирации. Теоретические предпосылки и рекомендации. Москва–Ижевск: РХД, 2013. 504 с

4. Logachev Ivan, Logachev Konstantin, Averkova Olga Local Exhaust Ventilation. Aerodynamic Processes and Calculations of Dust Emissions. CRC Press, Boca Raton, London, New York, 2015, 549 p.

5. Аверкова О.А., Логачев И.Н., Логачев К.И. Эжекция воздуха потоком сыпучего материала в пористой вертикальной трубе с байпасной цилиндрической камерой // Инженерно-физический журнал. 2015. Т. 88. № 4.С. 813–826.

6. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Эжекция воздуха при перегрузках сыпучих материалов в вертикальных каналах с ковшами. Сообщение 1. Закономерности изменения эжекционного напора в желобах // Известия вузов. Строительство. 2013. №9. С.53–63.

7. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Эжекция воздуха при перегрузках сыпучих материалов в вертикальных каналах с ковшами. Сообщение 2. Эжектирующие свойства ленточного ковшового элеватора // Известия вузов. Строительство. 2013. №10. С.38-47.

8. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Эжекция воздуха при перегрузках сыпучих материалов в вертикальных каналах с ковшами. Сообщение 3. Обсуждение результатов исследований // Известия вузов. Строительство. 2014. №1. С.66–74.

9. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А., Толмачева Е.И. Разработка способов снижения объема аспирации при перегрузках сыпучих материалов ковшовыми элеваторами. Сообщение 1. Особенности расчетной схемы аспирации элеваторных перегрузок // Известия вузов. Строительство. 2014. №2. С.46–56.

10. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А., Толмачева Е.И. Разработка способов снижения объема аспирации при перегрузках сыпучих материалов ковшовыми элеваторами. Сообщение 2. Снижение объемов аспирации // Известия вузов. Строительство. 2014. №3. С.42–51.

11. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А., Толмачева Е.И. Разработка способов снижения объема аспирации при перегрузках сыпучих материалов ковшовыми элеваторами. Сообщение 3. Результаты расчетов и их обсужде-

ние // Известия вузов. Строительство. 2014. №4. С. 86–98.

12. Логачев И.Н., Логачев К.И. Аэродинамические основы аспирации. СПб.: Изд. Химиздат, 2005. 659 с.

13. Logachev I.N., Logachev K.I., Industrial Air Quality and Ventilation Controlling Dust Emissions. CRC Press, Boca Raton, London, New York, 2014, 401 p.

Plotnikov K.V., Logachev I.N., Uvarov V.A.

THE CALCULATION OF THE AMOUNT OF EJECTED AIR DURING UNLOADING OF DUMP CARS IN THE HOPPER PAVILION LARGE CRUSHING

An analysis of the process of unloading the dump cars in the hopper of the hull coarse crushing mining and processing plant. Are the calculated ratio to determine the flow rate of air entrained bulk material. Found the maximum and minimum possible costs of air ejected when unloading dump cars.

Key words: *aspiration, overload of bulk materials, air ejection, unloading wagons, pavilions coarse crushing*

Плотников Кирилл Викторович, аспирант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

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

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

E-mail: pkv0491@yandex.ru

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

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

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

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

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

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

*Крюков И.В., аспирант,
Уваров В.А., д-р техн. наук, проф.,
Логачев И.Н., д-р техн. наук, проф.*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ВОЗДУХА В ПЕРФОРИРОВАННОМ ЖЕЛОБЕ С БАЙПАСНОЙ КАМЕРОЙ, НАХОДЯЩИМСЯ ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ*

iliya.krukov@yandex.ru

Проводятся экспериментальные исследования влияния процесса рециркуляции воздуха в байпасной камере, оборудованной загрузочным желобом с перфорированной стенкой, на снижение количества удаляемого воздуха. Экспериментальные замеры величины скорости удаляемого воздуха проводились на разработанном стенде. Исследовалось влияние перфорации, расположенной в области избыточного давления загрузочного желоба, на количество удаляемого воздуха.

Ключевые слова: *аспирация, перегрузка сыпучих материалов, эжекция воздуха, аспирационное укрытие, рециркуляция воздуха, байпасная камера, перфорированный желоб.*

Введение.

На предприятиях, где присутствуют перегрузки или выгрузки сыпучего материала с конвейера на конвейер по закрытым желобам, для локализации мест пылевыведения используются различного рода укрытия с местными отсосами [1–2]. В результате формирования направленного воздушного потока за счет динамического взаимодействия частиц падающего материала с воздухом может происходить выбивание пыли в рабочую зону помещения. Этот процесс формирования воздушного потока называется эжекцией воздуха. За счет действия эжекции в полости аспирационного укрытия образуются зоны избыточного давления, которые и способствуют выбиванию запыленного воздуха. Для устранения выбивания пыли местный отсос создает в полости укрытия разряжение, которое должно быть больше или равным давлению, создаваемым эжектируемым потоком воздуха. С ростом объемов перегружаемого материала увеличиваются и объемы эжектируемого воздуха, что в свою очередь ведет к затратам на работу вытяжного оборудования.

Научный и практический интерес представляет решение вопроса связанное со снижением количества эжектируемого воздуха минимальными затратами [3–11], что в свою очередь делает укрытие более энергоэффективным и экономичным. Для решения данной проблемы предлагается использовать конструкцию укрытия с возможностью организации замкнутой рециркуляции воздуха.

В виду сложности, а иногда и невозможности проведения эксперимента с реальными перегрузками сыпучего материала, использование имитационного моделирования представляет собой значительный интерес. Целью данной работы является исследование влияния перфора-

ции загрузочной трубы с байпасной камерой на эжекцию воздуха.

Описание экспериментальной установки

Экспериментальная установка состоит из нижнего короба, верхнего короба, загрузочной трубы $\varnothing 100$ мм, цилиндрической байпасной камеры $\varnothing 200$ мм, осевого вентилятора, вытяжного патрубка (рис. 1, 2). Внутри нижнего короба находится вертикальная перегородка, разделяющая его полость на приемную (правая) и аспирируемую (левая) части. Загрузочная труба соединена с нижним коробом посредством шпильки, которая проходит через боковую и разделяющую стенки приемной части, загрузочную трубу и перегородку на расстоянии 0,02 м от верхней крышки нижнего короба. Байпасная камера опирается на эту шпильку. В верхней части через загрузочную трубу и байпасную камеру проходит еще одна шпилька, которая не дает загрузочной трубе падать и при этом соосно удерживает загрузочную трубу и байпасную камеру. Верхний короб имеет отверстие в виде окружности, которое равно диаметру байпасной камеры. Он ставится на байпасную камеру, тем самым гидравлически соединяя верхний короб с нижним коробом. Верхний короб имеет небольшое отверстие в боковой стенке для подсоса воздуха, чтобы обеспечить стабильную работу осевого вентилятора. При реальных условиях перегрузки желательнее исключить подсосы воздуха в верхнем укрытии, т.к. это приводит к увеличению объемов эжектируемого воздуха [12–13]. В загрузочной трубе на расстоянии 0,15 м от нижнего края установлен осевой вентилятор, который будет моделировать процесс эжекции воздуха. Такое расположение вентилятора подходит для реальных условий перегрузки сыпучего материала, т.к. при перегрузке по загрузочному желобу давление в его нижней части увеличивается. В аспирируемой части нижнего

короба на его крышке установлен вытяжной патрубок. Все неплотности на соединениях и по периметру заизолированы, чтобы уменьшить количество воздуха уходящего через них.

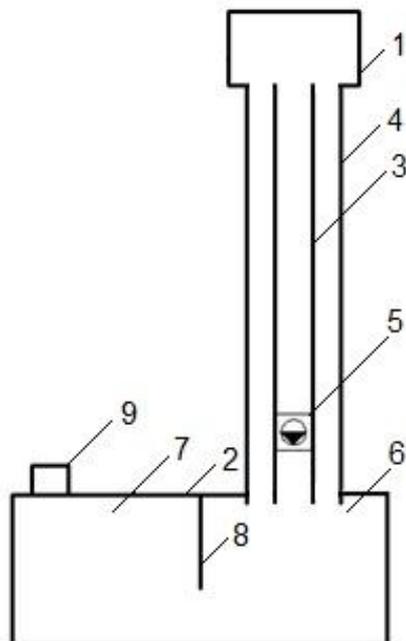


Рис. 1 Схема экспериментальной установки:
1 – верхний короб, 2 – нижний короб, 3 – загрузочная труба, 4 – байпасная камера, 5 – осевой вентилятор, 6 – приемная часть, 7 – аспирируемая часть, 8 – вертикальная перегородка, 9 – вытяжной патрубок

Для того, чтобы определить эффективность от нанесения перфорации нами проводилось измерение скорости воздуха, удаляемого из нижнего короба через вытяжной патрубок. Предполагается, что если скорость удаляемого воздуха при нанесении отверстий и увеличении их количества будет уменьшаться, то расход воздуха, удаляемого из нижнего короба, будет также снижаться. На практике это позволит сделать систему аспирации более энергоэффективной, т.к. количество удаляемого из укрытия воздуха на прямую связано с затратами электроэнергии необходимой для работы вытяжного вентилятора. Выбранный диаметр байпасной камеры, согласно проведенным исследованиям [14], по отношению к диаметру загрузочной трубы является оптимальным для эффективного байпасирования.

Экспериментальные исследования и методика исследования

Вначале проводился натурный эксперимент, чтобы понять имеет ли смысл использовать перфорацию вообще. На загрузочную трубу в нижней части (область избыточного давления), непосредственно после нагнетателя, наносились отверстия диаметром 5 мм на одинаковом друг

от друга расстоянии по всей длине трубы в количестве 35 шт. (7 рядов по 5 шт.). В первом случае верхняя и нижняя часть байпасной камеры полностью перекрывалась, а во втором – перекрывалась лишь нижняя часть байпасной камеры. Установка (рис. 2а, 2б) включалась, а затем производилось задымление полости байпасной камеры через отверстие в наружной стенке байпаса. Нанесение перфорации в зоне разряжения при данном условии работы установки (при перекрывании байпасной камеры) не имеет смысла, т.к. в полости байпасной камеры в этом случае будет область разряжения и воздух двигаться в ней не будет из-за отсутствия торцевого перетекания.



Рис. 2 Фото экспериментальной установки

Для первого случая результаты были следующие: дым выдувался из отверстия в окружающее пространство комнаты (рис.3). Это говорило о том, что воздух из отверстий в загрузочной трубе поступает в байпасную камеру, заполняя собой изолированное пространство тем самым увеличивая давление в полости байпасной камеры.

Во втором случае дым поднимался вверх и его выдувание в окружающее пространство не наблюдалось. Так как в верхней части байпасной камеры и верхнем коробе разряжение, то дым, а вместе с ним и воздух движутся в эту область (рис. 4). Помимо задымления производились замеры скорости воздуха в сечении вытяж-

ногопатрубка. Замеры проводились для случая (рис. 2б).
 перекрытия нижней части байпасной камеры

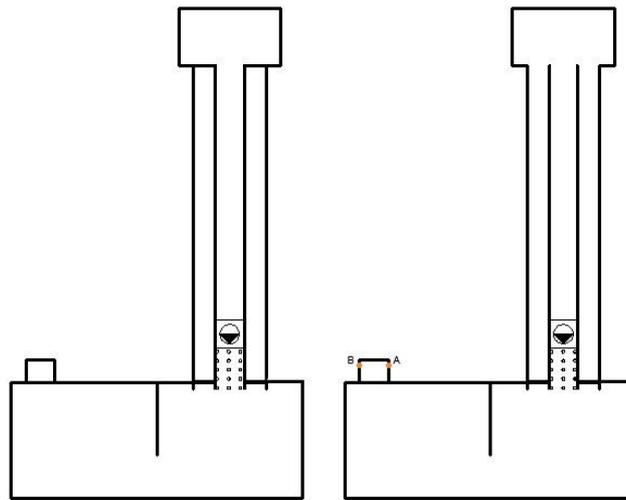


Рис. 2. Схемы экспериментальной установки: а) при полном перекрытии байпасной камеры; б) при частичном перекрытии байпасной камеры



Рис. 3. Задымление установки при полном перекрытии байпасной камеры



Рис. 4. Задымление установки при перекрытии байпасной камеры в нижней части

Замеры делались в сечении вытяжного отверстия в 2-х точках А и В при помощи термоанемометра Testo 425. Измерения в каждой точке производилось по 5 раз для точности получения данных. Полученные значения скоростей в точке А и в точке В (по 5 значений) усреднялись $v_{уср}^A$ и $v_{уср}^B$, а затем находилось среднее значение скорости в сечении $v = \frac{v_{уср}^A + v_{уср}^B}{2}$. Эксперимент повторяли 3 раза. После этого по результатам 3

экспериментов считалось среднее значение скорости в сечении $v_{ср}$. Торцевые перетекания отсутствуют, т.е. байпасная камера перекрыта.

Для определения того насколько снижает объем эжектируемого воздуха перфорация определим количество воздуха удаляемого из укрытия при отсутствии перфорации, что соответствует классической перегрузке сыпучего материала. Полученные результаты указаны в таблице 1.

Таблица 1

Значения скорости и расхода воздуха удаляемого из укрытия при классической перегрузке

Замер 1			Замер 2			Замер 3			Среднее значение скорости воздуха в сечении $v_{ср}$, м/с	Расход воздуха в сечении $Q_{уд}$, м ³ /ч
$v_{уср}^A$	$v_{уср}^B$	v_1	$v_{уср}^A$	$v_{уср}^B$	v_2	$v_{уср}^A$	$v_{уср}^B$	v_3		
1,07	1,08	1,078	1,042	1,06	1,051	0,992	1,014	1,003	1–1,1	28–31

Значения скоростей воздуха в вытяжном сечении при наличии перфорации показано в таблице 2.

Таблица 2

Значения скорости и расхода воздуха удаляемого из укрытия при отсутствии байпасной камеры и наличии перфорации

Замер 1			Замер 2			Замер 3			Среднее значение скорости воздуха в сечении $v_{ср}$, м/с	Расход воздуха в сечении $Q_{уд}$, м ³ /ч
$v_{уср}^A$	$v_{уср}^B$	v_1	$v_{уср}^A$	$v_{уср}^B$	v_2	$v_{уср}^A$	$v_{уср}^B$	v_3		
0,828	0,872	0,85	0,84	0,876	0,858	0,856	0,872	0,864	0,85–0,86	24

Эффективность перфорации δ будем находить из соотношения $\delta = \left(\frac{v_{ср}^b - v_{ср}^c}{v_{ср}^b} \right) \cdot 100\%$, где

$v_{ср}^b$ – среднее значение скорости в сечении при отсутствии перфорации, $v_{ср}^c$ – среднее значение скорости при наличии перфорации. В данном случае при наличии такого количества отверстий расход удаляемого воздуха снижается почти на 20 %.

Выводы. Исходя из результатов эксперимента по исследования процесса рециркуляции воздуха в перфорированном желобе с байпасной камерой можно сделать следующие заключения: 1) увеличение количества отверстий по длине загрузочной трубы в области избыточного давления приведет к уменьшения количества воздуха поступающего в укрытие в среднем на 20%; 2) увеличения разрежения в верхнем коробе позволит увеличить количество рециркулируемого воздуха, однако, необходимо наличие герметизирующих уплотнений на неплотностях верхнего короба, чтобы снизить подсос воздуха из помещения.

**Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект №14-41-08005р_офи_м)*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логачев И.Н., Логачев К.И. Аэродинамические основы аспирации. СПб.: Изд. Химиздат, 2005. 659 с.
2. Logachev I.N., Logachev K.I., Industrial Air Quality and Ventilation Controlling Dust Emissions. CRC Press, Boca Raton, London, New York, 2014, 401 p.
3. Аверкова О.А., Логачев И.Н., Логачев К.И. Эжекция воздуха потоком сыпучего материала в пористой вертикальной трубе с байпасной цилиндрической камерой // Инженерно-физический журнал. 2015. Т. 88. № 4. С. 813–826.
4. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Эжекция воздуха при перегрузках сыпучих материалов в вертикальных каналах с ковшами. Сообщение 1. Закономерности изменения эжекционного напора в желобах // Известия вузов. Строительство. 2013. №9. С. 53–63.

5. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Эжекция воздуха при перегрузках сыпучих материалов в вертикальных каналах с ковшами. Сообщение 2. Эжектирующие свойства ленточного ковшового элеватора // Известия вузов. Строительство. 2013. №10. С. 38–47.

6. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Эжекция воздуха при перегрузках сыпучих материалов в вертикальных каналах с ковшами. Сообщение 3. Обсуждение результатов исследований // Известия вузов. Строительство. 2014. №1. С. 66–74.

7. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А., Толмачева Е.И. Разработка способов снижения объема аспирации при перегрузках сыпучих материалов ковшовыми элеваторами. Сообщение 1. Особенности расчетной схемы аспирации элеваторных перегрузок // Известия вузов. Строительство. 2014. №2. С.46–56.

8. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А., Толмачева Е.И. Разработка способов снижения объема аспирации при перегрузках сыпучих материалов ковшовыми элеваторами. Сообщение 2. Снижение объемов аспирации // Известия вузов. Строительство. 2014. №3. С.42–51.

9. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А., Толмачева Е.И. Разработка способов снижения объема аспирации при перегрузках сыпучих материалов ковшовыми элеваторами. Со-

общение 3. Результаты расчетов и их обсуждение // Известия вузов. Строительство. 2014. №4. С. 86–98.

10. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А., Крюков И.В. Особенности рециркуляции воздуха в перегрузочном желобе с комбинированной байпасной камерой. Сообщение 1. Основные уравнения // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2013. № 4. С. 62–71.

11. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А., Крюков И.В. Особенности рециркуляции воздуха в перегрузочном желобе с комбинированной байпасной камерой. Сообщение 2. Решение уравнений и результаты расчета // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2013. № 5. С. 54–62.

12. Логачёв И.Н., Логачёв К.И., Аверкова О.А. Энергосбережение в аспирации. Теоретические предпосылки и рекомендации. Москва–Ижевск: РХД, 2013. 504 с

13. Logachev Ivan, Logachev Konstantin, Averkova Olga Local Exhaust Ventilation. Aerodynamic Processes and Calculations of Dust Emissions. CRC Press, Boca Raton, London, New York, 2015, 549 p.

14. Логачев К.И., Крюков И.В., Аверкова О.А. Моделирование воздушных потоков в аспирационном укрытии с рециркуляцией // Новые огнеупоры. 2015. № 8. С. 57–62.

Kryukov I.V., Uvarov V.A., Logachev I.N.

STUDY OF RECYCLING AIR PERFORATED TROUGH WITH BYPASS CHAMBER UNDER OVERPRESSURE

Conducted experimental studies of the effect of air recirculation process in the bypass chamber, a loading chute equipped with a perforated wall, to reduce the amount of exhaust air. Experimental measurements of the value of the exhaust air speed were made on designed stand. The influence of the perforation located in the loading chute over pressure, the number of exhaust air.

Key words: aspiration, handling of bulk materials, air ejection, suction cover, air recirculation, bypass chamber, a perforated trough.

Крюков Илья Валерьевич, аспирант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

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

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

E-mail: iliya.kryukov@yandex.ru

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

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

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

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

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

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

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Кузнецова В.Н., д-р техн. наук, проф.
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ СЖИМАЕМОСТИ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

dissovetsibadi@bk.ru

Мерзлые грунты характеризуются механической неоднородностью вследствие того, что прочность минеральных частиц во много раз выше прочность связей между ними. Цементирующий минеральные частицы лед определяет новые физико-механические свойства мерзлого грунта. Таким образом, физико-механические свойства мерзлых грунтов требуют тщательного исследования в зависимости от территориального залегания грунтов и множества внешних воздействующих факторов.

Ключевые слова: мерзлый грунт, сжимаемость, землеройная машина.

Введение. Применение современных методов и средств строительства позволяет производить работы по промышленному, гражданскому и дорожному строительству практически круглогодично. Свыше 20 % объема земляных работ приходится на зимнее время [1]. С одной стороны, грунт, в том числе и мерзлый, является основанием для наземных сооружений (зданий, дорог и т.д.), на которое передаются нагрузки и собственный вес сооружения. С другой стороны, практически все виды строительства, геолого-разведочные работы, добыча полезных ископаемых зачастую связаны с разработкой мерзлых грунтов. В связи с повышенной прочностью и твердостью мерзлых грунтов во много раз возрастает трудоемкость и стоимость их разработки по сравнению с талыми.

Большая территориальная протяженность России обуславливает актуальность разработки мерзлых грунтов на севере страны еще и в летнее время.

Методология. В общем случае, мерзлые грунты можно разделить на вечномерзлые и грунты сезонного промерзания. Мерзлый грунт является четырехфазной системой, состоящей из твердых минеральных частиц, льда, воды и воздуха [2]. Твёрдые частицы являются обломками горных пород, величиной от сотых и тысячных долей миллиметра до нескольких сантиметров. Свойства твёрдых частиц зависят от вида минерала, а также от морфологических свойств.

Различные по своему состоянию, гранулометрическому и минералогическому составу мерзлые грунты замерзают при различных отрицательных температурах. При всех прочих одинаковых внешних факторах, более дисперсные

содержат большее количество незамерзшей воды при данной отрицательной температуре [3].

Основная часть. К основным физико-механическим свойствам мерзлых грунтов, определяющим технологию производства земляных работ, трудоемкость и стоимость, относят температуру, гранулометрический состав, влажность и плотность. Приведенные свойства влияют на сжимаемость мерзлых грунтов при воздействии приложенных к ним нагрузкам, различным по величине и характеру.

Для определения сжимаемости были проведены испытания различных типов мерзлых грунтов на лабораторном комплексе ЛКСМ-1К (рис. 1).



Рис. 1. Лабораторный комплекс ЛКСМ-1К с образцами мерзлого грунта

Были изготовлены металлические цилиндрические формы, куда помещался глинистый, супесчаный и песчаный (песок средней крупности) грунты [2], влажностью 15 % (табл. 1).

Таблица 1

Содержание песчаных частиц в грунтах

Грунт	Содержание песчаных частиц определённой зернистости, %			
	0,05...0,1мм	0,1...0,25 мм	0,25...0,5 мм	0,5...1,0 мм
Глина	5,7	3		
Супесь	14,8	33,9	26,4	2,6
Песок средней крупности	0,6	16,2	62,1	19,2

Металлические формы позволяли избежать бокового расширения грунта при действии нагрузки. Исследовались образцы грунта в интервале температур от -3 до -12 °С с шагом в 1 °С.

Нагружение и деформация исследуемого образца грунта производилась при вертикальном перемещении траверсы лабораторного комплекса (рис. 1). При синхронном вращении ходовых винтов траверсы перемещается по вертикали, что приводит к сжатию образца. Управляя частотой питания электродвигателя, автомат траверсы обеспечивал стабилизацию скорости траверсы при переменной силовой нагрузке от 0 до 14 кН. Фиксировалось значение перемещения траверсы в зависимости от нагружения. Под действием нагрузки грунты сжимались и деформировались. В результате

этого происходил сдвиг и смещение отдельных минеральных частиц, перемещение их в пределах границ формы. Развивалась деформация уплотнения грунтов.

Сжимаемость грунта определялась как отношение фактического объема грунта в форме V_{ϕ} при фиксированных значениях нагрузки к его первоначальному объему V_n :

$$B = \frac{V_{\phi}}{V_n} \tag{1}$$

В зависимости от вида грунта и температуры его промерзания были определены зависимости деформации грунта от напряжения, возникающего в образце (рис. 2–7).

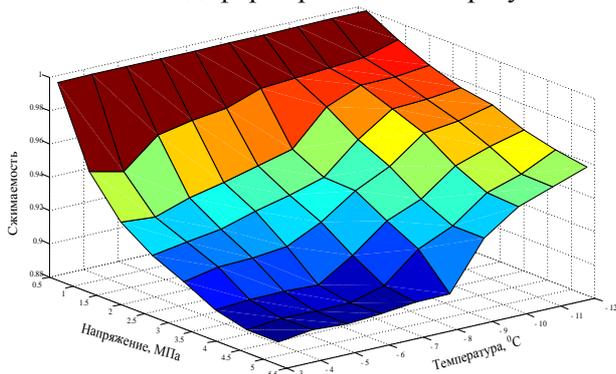


Рис. 2. Зависимость сжимаемости глины от температуры и напряжения

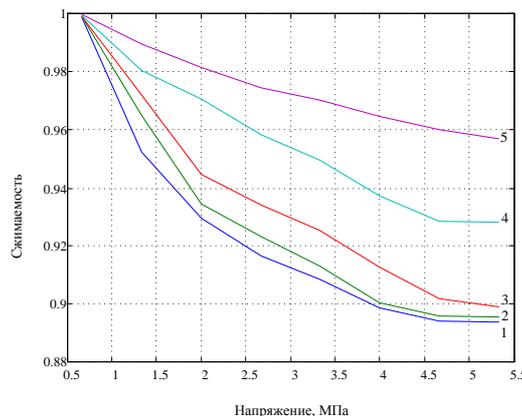


Рис. 3. Кривые сжимаемости глины в зависимости от напряжения (1 – при -3 °С; 2 – при -5 °С; 3 – при -7 °С; 4 – при -9 °С; 5 – при -11 °С)

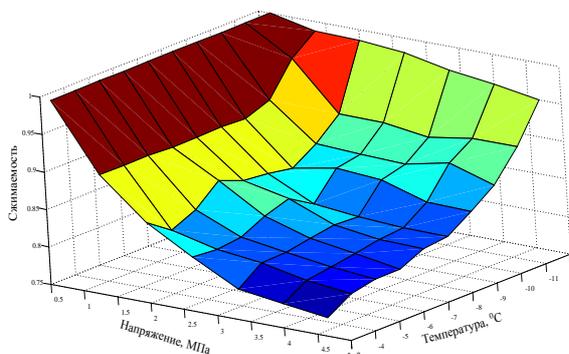


Рис. 4. Зависимость сжимаемости супеси от температуры и напряжения

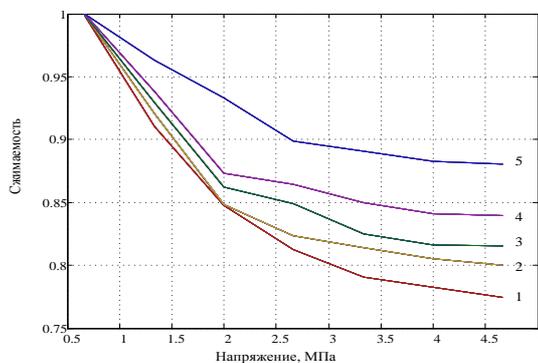


Рис. 5. Кривые сжимаемости супеси в зависимости от напряжения (1 – при -3 °С; 2 – при -5 °С; 3 – при -7 °С; 4 – при -9 °С; 5 – при -11 °С)

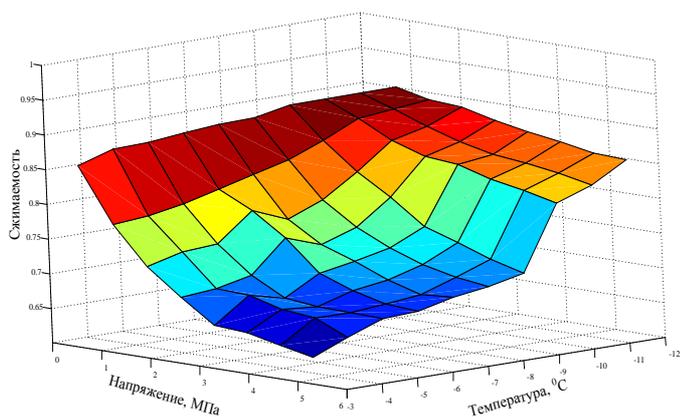


Рис. 6. Зависимость сжимаемости песка от температуры и напряжения

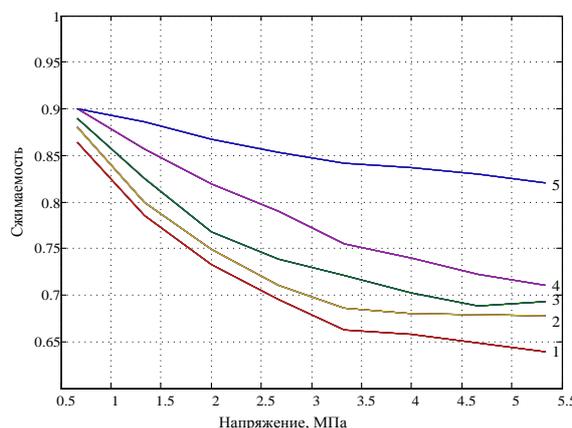


Рис. 7. Кривые сжимаемости песка в зависимости от напряжения (1 – при -3 °С; 2 – при -5 °С; 3 – при -7 °С; 4 – при -9 °С; 5 – при -11 °С)

В результате анализа экспериментальных данных получены аппроксимирующие зависи-

мости сжимаемости грунтов *B* при различной температуре от напряжения *G* (табл. 2).

Таблица 2

Зависимости сжимаемости мерзлых грунтов от напряжения

Грунт	Температура, °С	Аппроксимирующие зависимости
Глина	- 3	$B = -0,0017G^3 + 0,0022G^2 - 0,099G + 1,1$
	- 5	$B = -0,00095G^3 + 0,014G^2 - 0,078G + 1,044$
	- 7	$B = -0,00086G^3 + 0,012G^2 - 0,063G + 1,036$
	- 9	$B = 0,00022G^3 - 0,0001G^2 - 0,022G + 1,012$
	- 11	$B = -0,000919G^3 + 0,0029G^2 - 0,02G + 1,012$
Супесь	- 3	$B = -0,0036G^3 + 0,048G^2 - 0,022G + 1,1$
	- 5	$B = -0,0046G^3 + 0,056G^2 - 0,23G + 1,1$
	- 7	$B = -0,0032G^3 + 0,042G^2 - 0,19G + 1,1$
	- 9	$B = -0,0036G^3 + 0,044G^2 - 0,19G + 1,1$
	- 11	$B = 0,00034G^3 + 0,0062G^2 - 0,071G + 1,05$
Песок	- 3	$B = -0,0023G^3 + 0,034G^2 - 0,18G + 0,97$
	- 5	$B = -0,0022G^3 + 0,035G^2 - 0,18G + 0,99$
	- 7	$B = -0,0017G^3 + 0,027G^2 - 0,15G + 0,98$
	- 9	$B = 0,00005G^3 + 0,0056G^2 - 0,076G + 0,95$
	- 11	$B = -0,00029G^3 + 0,0049G^2 - 0,037G + 0,92$

Сжимаемость грунтов характеризуется резкой их усадкой на начальном этапе нагружения. Это объясняется нарушением цементационных связей льда, выдавливанием пузырьков воздуха и воды, заполнением пустот минеральными частицами грунта. При снижении температуры интенсивность протекания начального этапа усадки падала для всех приведенных видов грунтов. В дальнейшем, усадка грунтов замедлялась, несмотря на возрастание величины внешней нагрузки. На последнем этапе происходила стабилизация в усадке и сжимаемость грунта практически не изменялась. Для песчаных и супесчаных грунтов деформация уплот-

нения протекала во времени быстрее, чем для глинистых. Так как глинистые грунты характеризуются большим водонасыщением по сравнению с песчаными и супесчаными, то процесс выдавливания воды из них протекает значительно медленнее.

Выводы. Для мерзлых грунтов, состоящих из твердых частиц, кристаллов льда, водных и воздушных включений, наличие объемных необратимых деформаций, то есть необратимая сжимаемость и наличие сдвиговых эффектов, существенны [4–6].

Таким образом, проведенные исследования позволяют обосновать выбор реологической мо-

дели мерзлого грунта, который рассматривается как однокомпонентная пластически сжимаемая среда. Результаты исследований могут быть использованы для уточнения расчетов усилий рыхления, параметров рабочих органов землеройных и землеройно-транспортных машин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Растегаев И.К. Разработка мерзлых грунтов в северном строительстве. Новосибирск: Наука, 1992. 351 с.
2. Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов (общая и прикладная). М.: Высшая школа, 1973. 448 с.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов. Ч.1. Основы геотехники в строительстве. М.: Изд-во АСВ, 2000. 201 с.
4. Завьялов А.М. Основы теории взаимодействия рабочих органов дорожно-строительных машин со средой: дис... д-ра техн. наук. Омск, 1999. 252 с.
5. Сагомоян А.Я. Проникание. М.: Изд-во МГУ, 1974. 299 с.
6. Кузнецова В.Н. Развитие научных основ взаимодействия контактной поверхности рабочих органов землеройных машин с мерзлыми грунтами: дис... д-ра техн. наук. Омск, 2009. 259 с.

Kuznetsova V.N.

ANALYSIS OF FROZEN SOIL COMPRESSIBILITY

Frozen soils are characterized by mechanical heterogeneity due to the fact that the strength of the mineral particles is much higher than the strength of the connections between them. Cementing mineral particles determines the new ice physical and mechanical properties of frozen soil. Thus, the physical and mechanical properties of frozen soils require careful study, depending on the spatial occurrence of soil and a variety of external factors.

Key words: *frozen soil, compressibility, digger.*

Кузнецова Виктория Николаевна, доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве».

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)

Адрес: Россия, 644080, г. Омск, проспект Мира, д. 5.

E-mail: dissovetsibadi@bk.ru

Тышкевич Л.Н., канд. техн. наук, доц.
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В СУРОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

azsibadi@mail.ru

Представленная статья посвящена проблеме, связанная с пуском двигателей внутреннего сгорания в условиях низких отрицательных температур. При эксплуатации автомобилей на территории Российской Федерации эта проблема особенно актуальна, поскольку большая часть территории нашей страны находится в суровых климатических условиях, особенно в зимний период времени.

Ключевые слова: эксплуатация, автомобиль, двигатель внутреннего сгорания, повышение эффективности, эксплуатационные свойства автомобиля.

Введение. Для уверенной эксплуатации автомобилей в суровых климатических условиях необходимо предварительно осуществлять подготовку автотранспортного средства.

Одной из часто возникающих проблем эффективной эксплуатации транспортных средств является бесперебойный пуск двигателя внутреннего сгорания. Как показывает опыт эксплуатации транспортных средств в регионах севера и Сибири, бесперебойный пуск двигателя может существенно повысить эффективность эксплуатации в транспортного средства в целом. Параметрами эффективности пуска двигателя является безотказность пуска, а также продолжительность запуска, не превышающей нормативных показателей, малое значение предельной температуры, небольшой величиной минимальной пусковой частоты вращения коленчатого вала двигателя [1, 2]. Операцией, способной существенно повлиять на облегчение пуска двигателя является дооснащение автомобиля системой предпускового подогрева [3].

Методология. Обеспечение бесперебойного запуска двигателя и исключение самопроизвольной остановки двигателя из-за загустевания дизельного топлива и закупоривания топливных фильтров, выпавшим из топлива парафином и кристаллами льда [4], являются основными проблемами при эксплуатации в условиях низких

отрицательных температур. Для улучшения пусковых и эксплуатационных качеств автомобиля в условиях низких отрицательных температур наиболее эффективен подогрев основных функциональных систем двигателя [5].

Как показал анализ подогревателей, с системой использования внешней энергии, существующие системы предпускового подогрева охлаждающей жидкости и масла, при совместной установке на автомобиль, не предполагают совместного управления процессом нагрева, а это неизбежно приводит к значительному перерасходу электрической энергии [6].

Основная часть. Была разработана математическая модель [7], описывающая процесс нагрева двигателя внутреннего сгорания. Для подтверждения которой, был проведен ряд экспериментов, в ходе которых были получены данные о зависимости температуры охлаждающей жидкости от времени в процессе нагрева с точностью +/- 0,5 °C и шагом в 2 секунды, при этом температура окружающей среды считалась неизменной.

Известно, что процесс нагрева имеет экспоненциальную зависимость, важнейшей характеристикой которой является постоянная времени.

Таким образом, обобщенное уравнение экспоненты для нагрева можно выразить:

$$\Theta = \Theta_{\max} \cdot (1 - e^{(-t/\tau)}) + \Theta_{oc} + (\Theta_{нд} - \Theta_{oc}) \cdot e^{(-t/\tau)} \quad (1),$$

где Θ – текущее значение температуры; Θ_{\max} – максимальное значение температуры, при ($\Theta_{oc} = 0$); t – текущее время; τ – постоянная времени; Θ_{oc} – температура окружающей среды, $\Theta_{нд}$ – начальная температура двигателя.

Неизвестными в уравнении являются значения постоянной времени τ и максимальное значение температуры Θ_{\max} или установившейся температурой.

Для определения значений постоянной времени применялся метод корреляционного анализа. Корреляция – статистическая взаимосвязь двух или нескольких случайных величин (либо величин, которые можно с некоторой, до-

пустимой степенью точности считать таковы-ми). При этом изменения одной или нескольких из этих величин приводят к систематическому изменению другой или других величин. Математической мерой корреляции двух случайных величин служит коэффициент корреляции (ρ), который находится в диапазоне значений от 0 до

1, причём если значение находится ближе к 1, то это означает наличие сильной связи, а если ближе к 0 – слабой.

Коэффициент корреляции кривых 3 и 4 равен 0.62363753, а для кривых 1 и 2 этот коэффициент равен 1.

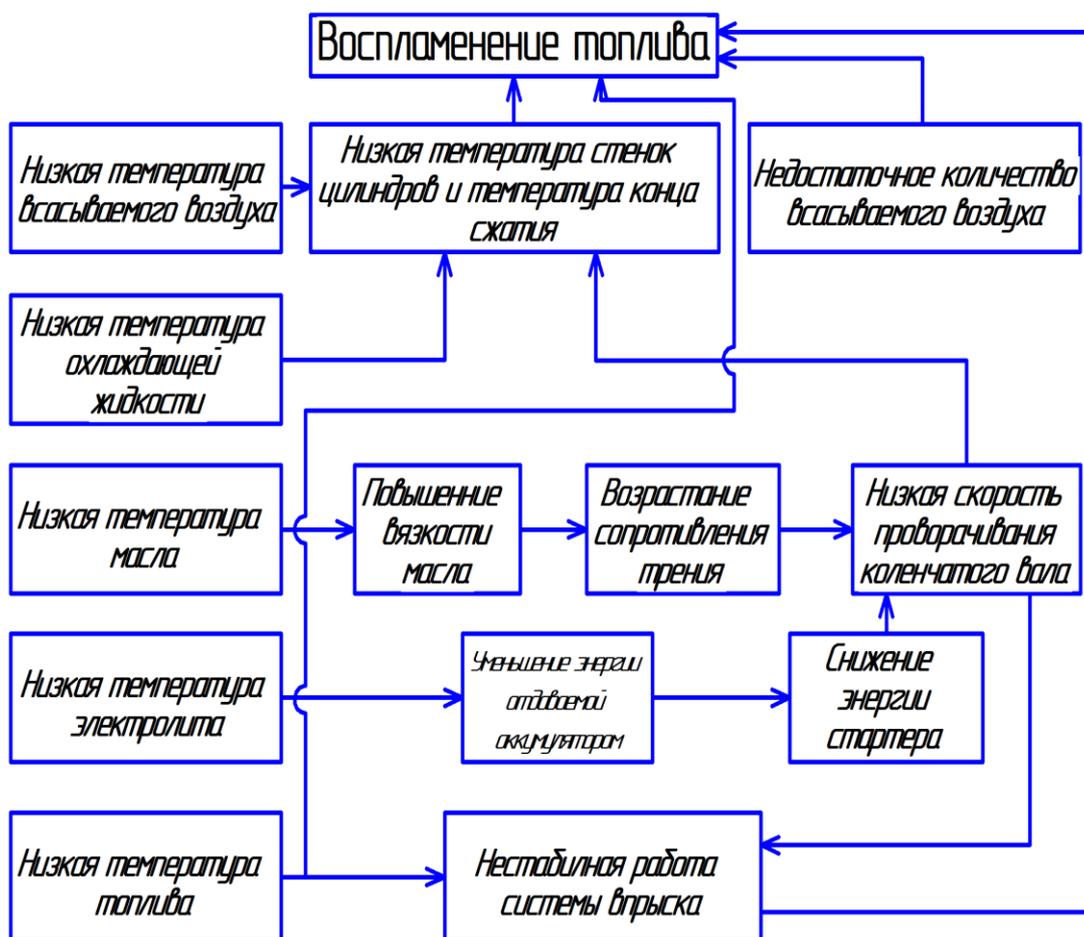


Рис. 1. Схема факторов, влияющих на воспламенение топлива в цилиндре дизеля

На рис. 2 представлена зависимость коэффициента корреляции для кривой нагрева полученной в процессе эксперимента и массива по-

лученного в результате табуляции функции (1) при различных значениях τ .

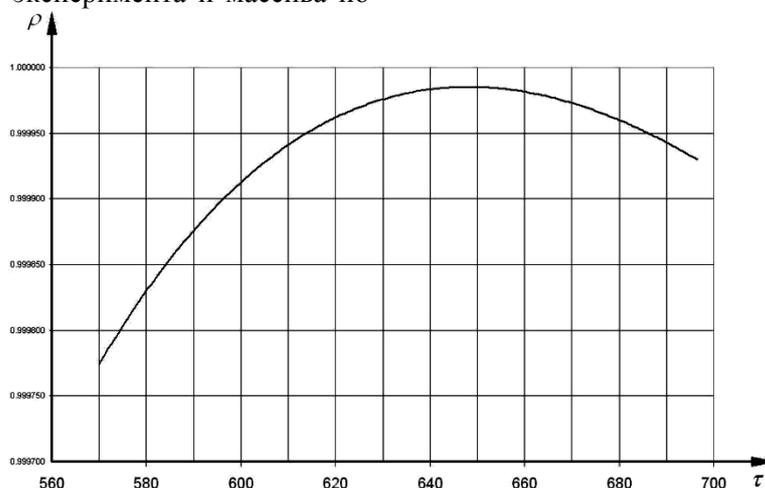


Рис. 2. Зависимость коэффициента корреляции от постоянной времени в процессе нагрева ДВС

Используя методы математического анализа, определено максимальное значение кривой. Полученный результат считаем значением постоянной времени для полученной кривой. Зная

$$\Theta_{\max} = \Theta - \Theta_{oc} - (\Theta_{HD} - \Theta_{oc}) \cdot e^{(-t/\tau)} / (1 - e^{(-t/\tau)}) \quad (2)$$

Таким образом, зная значения τ и Θ_{\max} (при $\Theta_{oc} = 0$) можно отобразить функцию нагрева (1) графически (рис. 3).

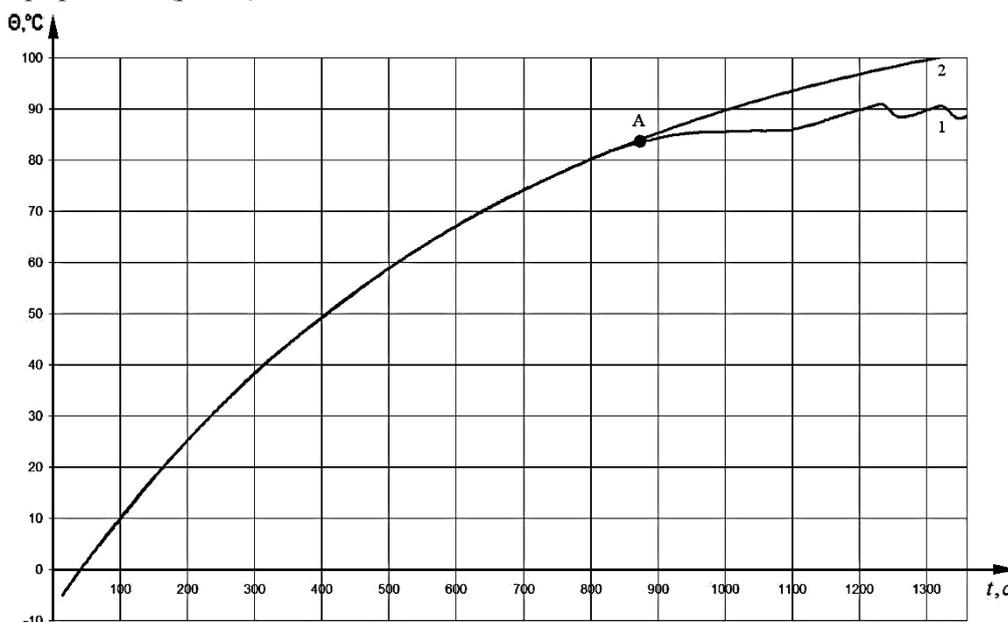


Рис. 3. Расчетная и экспериментальная кривые нагрева ДВС

На графике (рис. 3) в точке А видно расхождение экспериментальной (1) и теоретической (2) кривых нагрева охлаждающей жидкости. Это можно объяснить тем, что вследствие открытия термостата охлаждающая жидкость из малого контура охлаждения смешивается с охлаждающей жидкостью из большого контура охлаждения. Таким образом, получен метод, позволяющий аппроксимировать экспериментальные данные аналитическим выражением.

При выполнении стендовых испытаний и экспериментов на реальном автомобиле, по нагреву охлаждающей жидкости и масла, получены и обработаны зависимости температуры масла и охлаждающей жидкости от времени для нагревательных элементов при различных мощностях. Коэффициент корреляции экспериментальных и теоретических кривых изменяется незначительно, τ было практически одинаковым. Для охлаждающей жидкости кривые выглядят также, хотя значения τ и мощности были иными. Таким образом, τ не зависит от мощности, а Θ_{\max} пропорционально мощности нагревателя.

значение τ , Θ_{\max} можно выразить из функции (1):

Полученные закономерности можно использовать для оптимизации процессов нагрева охлаждающей жидкости и масла. С точки зрения энергетической эффективности наиболее оптимальным можно считать такой предпусковой подогрев, при котором достигается одинаковая температура моторного масла и охлаждающей жидкости.

Выводы. Таким образом, разработанный метод позволяет определить температуру нагрева для заданного времени и наоборот, либо невозможность выполнения поставленной задачи. В качестве средства практической реализации на автомобиле можно предложить микроконтроллер, реализующий управление мощности нагрева.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенов Н.В. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур. / Сост.: Н.В. Семенов; Под ред. С.И. Белоцерковской. М.: Транспорт, 1993. 190 с.
2. Робустов В.В. Системный анализ факторов влияния на успех пуска ДВС в условиях

низких отрицательных температур // Омский научный вестник. 2006. №3 С. 100–104.

3. Вашуркин И.О. Тепловая подготовка и пуск ДВС мобильных транспортных и строительных машин зимой. С-Петербург, «Наука», 2002. 145 с.

4. Васильева Л.С. Автомобильные и эксплуатационные материалы. Учебник для ВУЗов. М. : Транспорт, 1986. 279 с. Библиогр.: с. 273. Предм. указ.: С. 274-277

5. Квайт С.М., Менделевич Я.А., Чижков Ю.П.. Пусковые качества и системы пуска авто-тракторных двигателей. М.: Машиностроение, 1990. 256 с.

6. Акимов С.В., Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей. Учебник для ВУЗов. М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. 384 с.

7. Патент РФ №: 2013101433, 10.11.2013. Киселева Л.Н., Журавский Б.В., Жигadlo А.П. Автоматизированная система предпусковой тепловой подготовки двигателя внутреннего сгорания // Патент № 134248. 2013 Бюл. № 27

8. Робустов В.В. Анализ методов повышения работоспособности топливных систем дизелей в зимних условиях. «Значение технических регламентов в решении проблем создания и эксплуатации автомобилей в условиях Сибири и Крайнего Севера». Материалы внеочередной конференции-семинара Ассоциации автомобильных инженеров. Омск: Полиграфический центр КАН, 2005. С. 13–16

Tyshkevich L.N.

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THERMAL PROCESSES THE MOTOR WHEN DRIVING IN SEVERE CLIMATIC CONDITIONS

Presented article deals with the problem associated with the start-up of internal combustion engines at low negative temperatures. When operating the vehicle on the territory of the Russian Federation, this problem is particularly relevant, since most of the territory of our country is in severe climatic conditions, especially in winter.

Key words: *operation of the car, an internal combustion engine efficiency, performance properties of the vehicle.*

Тышкевич Лариса Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт автомобилей».

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ).

Адрес: Россия, 644080, г. Омск, проспект Мира, д. 5.

E-mail: azsibadi@mail.ru

Семикопенко И.А., канд. техн. наук, проф.,
Воронов В.П., канд. физ.-мат. наук, проф.,
Трофимов И.О., магистрант,
Ченцов А.Е., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СМЕШЕНИЯ В КАМЕРЕ ПОМОЛА ДЕЗИНТЕГРАТОРА

chentsov.1995@mail.ru

В данной статье получено аналитическое выражение, позволяющее определить значение концентрации выделенной компоненты смеси в зависимости от начальной концентрации, а также от геометрических и технологических параметров области предварительного смешения в камере помола дезинтегратора. Представлена расчетная схема для определения объема зоны смешения частиц материала.

Ключевые слова: дезинтегратор, материал.

Дезинтеграторы являются наиболее эффективным оборудованием для помола и смешения малоабразивных материалов [1]. В данной статье приведена конструкция дезинтегратора, в котором осуществляется помол и смешение сухих твердых компонентов (рис. 1).

Рассмотрим движение частиц материала в шнековой транспортирующей трубе диаметром D , которая вращается с постоянной частотой ω .

Если через Q обозначить объемный расход материала, проходящий через шнековую транспортирующую трубу, тогда

$$Q = \frac{dV}{dt}, \quad (1)$$

где V – объемная часть материала, занимающая длину шнековой транспортирующей трубы размером « x » и равная:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot x \cdot \psi_1, \quad (2)$$

где ψ_1 – коэффициент, учитывающий степень заполнения площади поперечного сечения шнековой транспортирующей трубы.

Подстановка (2) в (1) позволяет получить следующее соотношение:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{dx}{dt} \cdot \psi_1. \quad (3)$$

Обозначим через ϑ_0 скорость продвижения частиц материала вдоль шнековой транспортирующей трубы в направлении « x ». На основании сказанного имеем:

$$\vartheta_0 = \frac{dx}{dt}. \quad (4)$$

С учетом (4) формула (3) принимает вид:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \vartheta_0 \cdot \psi_1. \quad (5)$$

С другой стороны, в силу того, что шнековая транспортирующая труба совершает враща-

тельное движение с постоянной частотой « ω », можно записать следующее соотношение [2, 3]:

$$\vartheta_0 = \omega \cdot h, \quad (6)$$

где h – шаг шнекового винта.

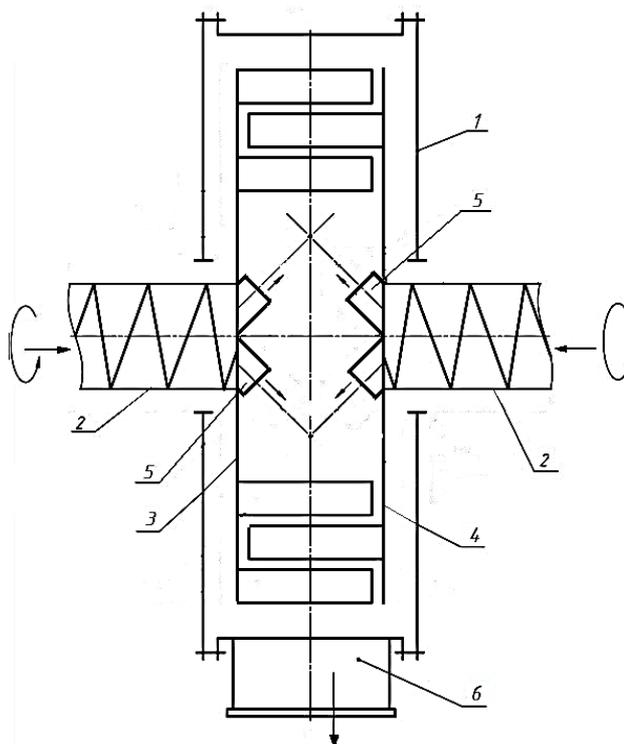


Рис. 1. Схема дезинтегратора с узлом предварительного смешения компонентов

На основании (5) и (6) находим, что

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \omega \cdot h \cdot \psi_1. \quad (7)$$

Воспользовавшись полученным соотношением (7), определим массовый расход материала Q_m , проходящий в единицу времени через шне-

ковую транспортирующую трубу согласно следующему выражению:

$$Q_m = \gamma \cdot Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \omega \cdot h \cdot \gamma \cdot \psi_1, \quad (8)$$

где γ – насыпная плотность материала.

В силу того, что материал из шнековой транспортирующей трубы поступает в разбрасывающие патрубки 5 на рис. 1, на основании (5) и (8) можно получить следующее уравнение:

$$Q_m = n \cdot q_m, \quad (9)$$

где n – число разбрасывающих патрубков; q_m – массовый расход материала через каждый разбрасывающий патрубок, значение которого на основании (8) будет иметь следующий вид:

$$q_m = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \psi_2 \cdot \gamma \cdot \vartheta_1. \quad (10)$$

здесь ψ_2 – коэффициент, учитывающий степень заполнения площади сечения разбрасывающего патрубка; ϑ_1 – скорость движения частицы материала вдоль разбрасывающего патрубка.

Далее будем исходить из предположения, что скорость движения частиц материала в каждом разбрасывающем патрубке имеет одинаковое значение.

Подстановка (10) в (9) позволяет получить следующее уравнение для нахождения ϑ_1 :

$$\frac{\pi D^2}{4} \cdot \omega \cdot h \cdot \gamma \cdot \psi_1 = n \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \psi_2 \cdot \gamma \cdot \vartheta_1. \quad (11)$$

Решая уравнение (11) относительно величины ϑ_1 находим:

$$\vartheta_1 = \frac{1}{n} \left(\frac{D}{d}\right)^2 \cdot \frac{\psi_1}{\psi_2} \cdot \omega h. \quad (12)$$

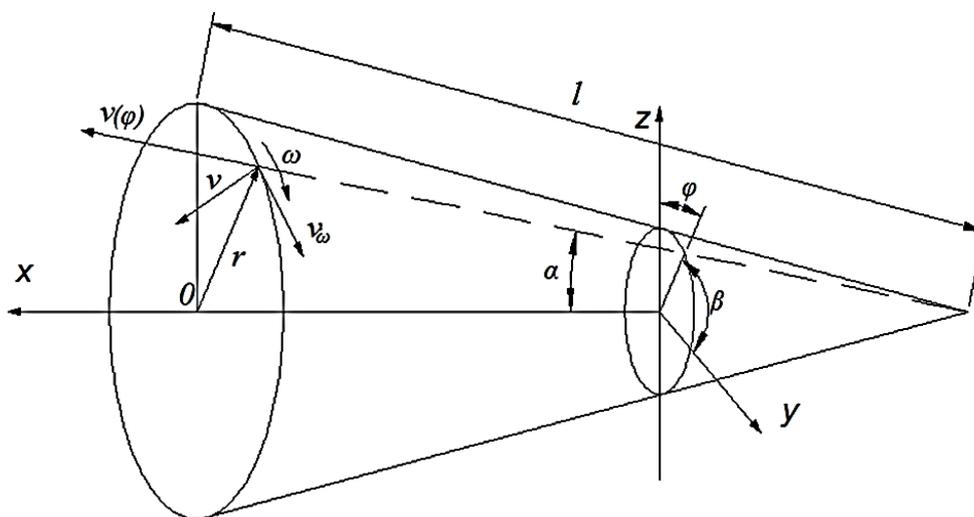


Рис. 2. Расчетная схема для определения углов наклона β разбрасывающего патрубка к горизонтальной плоскости « xoy » в зависимости от угла поворота φ и скорости схода частиц материала

В результате равномерного вращения разбрасывающих патрубков с частотой « ω » изменяется угол « β » наклона каждого разбрасывающего патрубка к горизонтальной плоскости. Для определения искомой зависимости $\beta(\varphi)$ введем систему координат « xzy », согласно расчетной схемы, представленной на рис. 2. Рассмотрим изменение угла « β » в случае, когда угол φ изменяется в пределах от нуля до $\frac{\pi}{2}$. Для получения искомого выражения воспользуемся следующими граничными условиями:

при $\varphi = 0, \beta = \alpha;$ (13)

при $\varphi = \frac{\pi}{2}, \beta = 0,$ (14)

где величина 2α – конструктивный параметр, определяющий угол, образованный парой разбрасывающих патрубков.

Естественно предположить, что при равномерном вращении разбрасывающих патрубков искомая зависимость в рассматриваемом интервале изменения угла φ носит линейный характер. Следовательно, на основании сказанного и с учетом (13) и (14) можно получить следующее выражение:

$$\frac{\varphi - 0}{\frac{\pi}{2} - 0} = \frac{\beta(\varphi) - \alpha}{- \alpha}. \quad (15)$$

На основании (3) находим:

$$\beta(\varphi) = \alpha \left(1 - \frac{2\varphi}{\pi}\right). \quad (16)$$

Аналогичным образом при изменении угла « φ » на интервале $\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \pi$ получаем следующее соотношение:

$$\beta(\varphi) = \alpha \left(1 - \frac{2\varphi}{\pi}\right), \quad (17)$$

при изменении угла « φ » в пределах от π до $\frac{3\pi}{2}$ имеем:

$$\beta(\varphi) = -\alpha \left(3 - \frac{2\varphi}{\pi} \right), \quad (18)$$

а при изменении угла « φ » в пределах от $\frac{3\pi}{2}$ до 2π находим:

$$\beta(\varphi) = \alpha \left(\frac{2\varphi}{\pi} - 3 \right). \quad (19)$$

Следовательно, при полном обороте шнековой транспортирующей трубы с разбрасывающими патрубками на основании (16) – (19) искомую зависимость можно представить в следующем виде:

$$\beta(\varphi) = \begin{cases} \alpha \left(1 - \frac{2\varphi}{\pi} \right), & \text{если } 0 \leq \varphi \leq \pi, \\ \alpha \left(\frac{2\varphi}{\pi} - 3 \right), & \text{если } \pi \leq \varphi \leq 2\pi. \end{cases} \quad (20)$$

Для определения скорости $\vartheta(\varphi)$ движения частицы материала в разбрасывающих патрубках в конце шнековой транспортирующей трубы воспользуемся следующим соотношением:

$$\frac{m\vartheta_1^2}{2} = \frac{m\vartheta^2(\varphi)}{2} + mgz, \quad (21)$$

здесь « z » – расстояние от горизонтальной плоскости до среза разбрасывающего патрубка, величина которого, согласно расчетной схемы на рис. 2 равна:

$$z = l \sin \beta(\varphi). \quad (22)$$

На основании (21) с учетом (22) находим:

$$\vartheta(\varphi) = \sqrt{\vartheta_1^2 - 2gl \sin \beta(\varphi)}. \quad (23)$$

Учитывая, что поток поступающего материала в зону смешения (рис.3) объемом V_0 , значение которого равно:

$$V_0 = S_0 \cdot 2d_{\text{ср}}, \quad (24)$$

где $d_{\text{ср}}$ – среднее значение диаметров частиц материала, поступающего в зону смешения. Здесь S_0 – площадь поперечного сечения зоны смешения, равная, согласно расчетной схемы на рис. 3

$$S_0 = \pi \left(r + \frac{D}{2} \right)^2 - \pi r^2 = \pi D^2 \left(\frac{r}{D} + \frac{1}{4} \right), \quad (25)$$

где

$$r = H \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (26)$$

с учетом (26) формула (25) принимает вид:

$$S_0 = \pi D^2 \left(\frac{H \cdot \operatorname{tg} \alpha}{D} + \frac{1}{4} \right). \quad (27)$$

В силу высокой частоты вращения (25с^{-1} – 50с^{-1}) шнековых транспортирующих труб с разбрасывающими патрубками частицы материала, поступающие с левых и правых разбрасываю-

щих патрубков (рис. 1) практически мгновенно перемешиваются в объеме V_0 .

На основании сказанного для определения концентрации частиц материала после выхода из зоны смешения в рамках данной модели изменение концентрации « C » описывается уравнением идеального смешения [4]:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{Q}{V_0} \cdot (C_0 - C), \quad (28)$$

где C_0 – начальное значение концентрации выделенной компоненты;

$$Q = 2Q_1. \quad (29)$$

Здесь Q_1 – объемная скорость подачи частиц материала в зону смешения; C – концентрация выделенной компоненты смеси.

Если учесть, что связь угла поворота разбрасывающих патрубков и времени задается соотношением:

$$\omega \cdot t, \quad (30)$$

тогда с учетом (24), (25), (29) и (30) уравнение принимает вид:

$$\omega \cdot \frac{dC}{d\varphi} = \frac{\omega \cdot h \cdot \Psi_1}{\left(\frac{H}{D} \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{4} \right) d_{\text{ср}}} \cdot (C_0 - C). \quad (31)$$

С математической точки зрения уравнение (31) представляет собой дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными, которое можно привести к следующему виду:

$$\frac{dC}{C_0 - C} = \frac{\Psi_1 \cdot h}{\left(\frac{H}{D} \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{4} \right) d_{\text{ср}}} d\varphi \quad (32)$$

Интегрирование (32) в заданных пределах позволяет получить следующее соотношение:

$$\int_0^{C_k} \frac{dC}{C_0 - C} = \frac{\Psi_1 \cdot h}{\left(\frac{H}{D} \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{4} \right) d_{\text{ср}}} \int_0^{2\pi} d\varphi, \quad (33)$$

где C_k – конечное значение концентрации в зоне предварительного смешения выделенной компоненты смеси; C_0 – начальное значение концентрации выделенной компоненты смеси.

Вычисление интегралов в соотношении (33) приводит к следующему результату:

$$C_k = C_0 \left(1 - \exp \left(- \frac{2\pi \Psi_1 h}{\left(\frac{H}{D} \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{4} \right) d_{\text{ср}}} \right) \right). \quad (34)$$

Таким образом, полученное соотношение (34) определяет конечное значение концентрации выделенной компоненты смеси в зоне предварительного смешения в камере помола дезинтегратора. На рис. 4 представлена зависимость конечного значения концентрации в зоне предварительного смешения выделенной компоненты смеси от диаметра частицы $d_{\text{ср}}$.

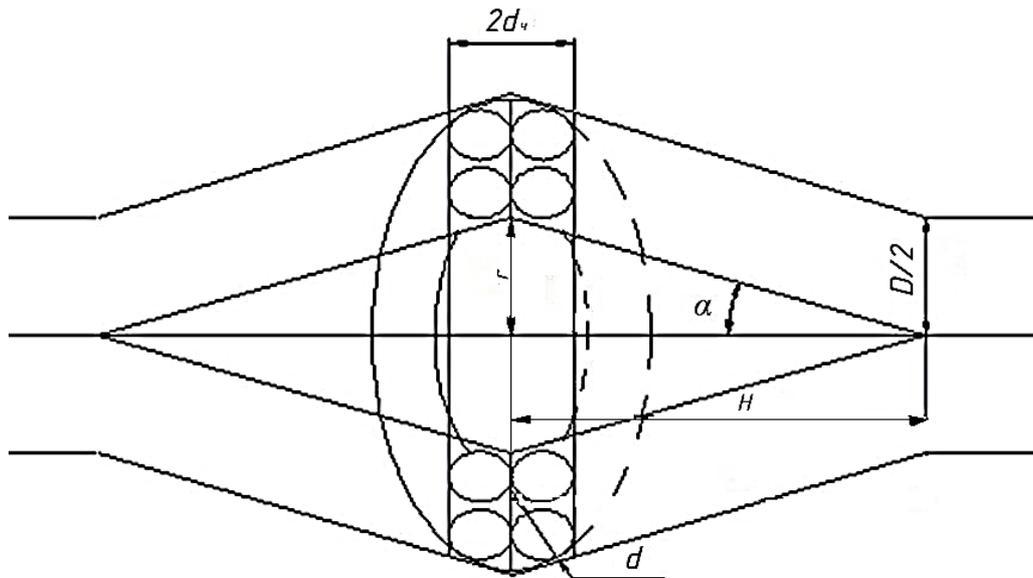


Рис.3. Расчетная схема для определения объема зоны смешения частиц материала.

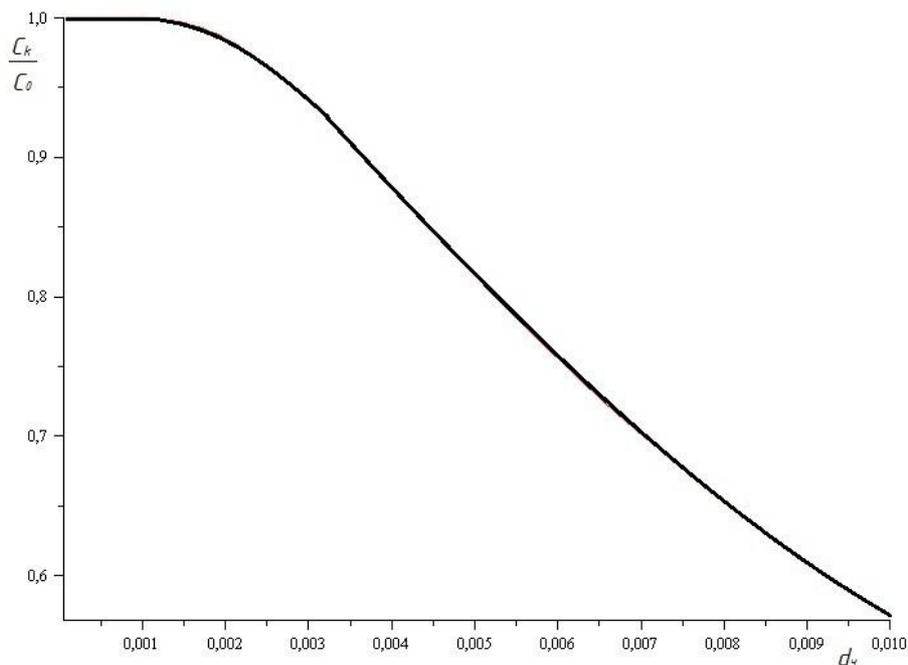


Рис. 4. Графическая зависимость конечного значения концентрации от диаметра частицы d_c за 1 оборот транспортирующей трубы

Из графической зависимости видно, что

$$\frac{C_k}{C_0} = 0,55 \text{ при } D = 0,1 \text{ м; } \Psi_1 = 0,1; H = 0,2 \text{ м; } h = 0,05 \text{ м; } \alpha = 60^\circ; d_c = 0,01 \text{ м.}$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хинт И.А. Основы производства силикалитных изделий. М.: Стройиздат, 1962. 636 с.
2. Зенков Р.Л., Ивашков И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта. М.: Машиностроение, 1987. 426 с.

3. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. М.: Машиностроение, 1983. 487 с.

4. Богданов В.С., Ильин А.С., Семикопенко И.А. Основные процессы в производстве строительных материалов. 2-е изд. Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. 550 с.

Semikopenko I.A., Voronov V.P., Trofimov I.O., Chentsov A.E.
THEORETICAL RESEAVCH OF THE PRE-MIXING PROCESS IN THE GRINDING CAMERA OF DISINTEGRATOR

In this article was deduced an analytical expression that indicates the value of the selected concentration of the mixture components depends on the initial concentration, as well as geometric and technological parameters in the field of pre-mixing in chamber mill disintegrator. Given the design scheme for determining the amount of particulate material mixing zone.

Key words: *disintegrator, material.*

Семикопенко Игорь Александрович, кандидат технических наук, профессор кафедры механического оборудования

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

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

Воронов Виталий Павлович, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры механического оборудования

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

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

Трофимов Илья Олегович, магистрант кафедры механического оборудования

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

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

Ченцов Александр Евгеньевич, студент кафедры механического оборудования

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

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

E-mail: chentsov.1995@mail.ru

*Алейников А.Ю., руководитель СКБ ИИТиЕН, ассистент,
Афонин А.Н., д-р техн. наук, проф.,
Гладышев А.Р., техник-проектировщик*

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗМЕЕПОДОБНОГО РОБОТА ДЛЯ ИНСПЕКЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ*

aleinikov@bsu.edu.ru

Аварии трубопроводов являются одним из наиболее распространенных и опасных видов техногенных катастроф. Одним из наиболее перспективных способов выявления дефектов трубопроводов является применение змееподобных мобильных роботов, обладающих повышенной проходимостью. Установлено, что ограниченность применения существующих змееподобных роботов связана с их низкой энергоэффективностью. Предложена новая конструкция мобильных змееподобных роботов, отличающаяся повышенной грузоподъемностью и энергоэффективностью. Конструкция включает в себя механические узлы, в которых детали корпуса одновременно являются частью редуктора, и распределенную систему управления и энергообеспечения.

***Ключевые слова:** змееподобный робот, математическая модель движения, распределенная система управления, датчик, навигация, система энергообеспечения.*

Введение. Аварии трубопроводов являются одним из наиболее распространенных и опасных видов техногенных катастроф. В связи с этим, выявление дефектов трубопроводов является важной проблемой в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве. Для выявления подобных дефектов все большее применение находят разнообразные мобильные роботы. Змееподобные роботы являются одним из наиболее перспективных видов мобильных роботов для инспекции трубопроводов ввиду наличия значительного числа степеней свободы, что позволяет осуществить передвижение с перемещением полезного груза и выполнение полезной функции в среде, имеющей препятствия различного рода и формы. Спектр задач для использования робототехнических устройств подобного вида для инспекции трубопроводов может включать задачи, связанные с поиском дефектов на внутренних поверхностях, когда от робота требуется осуществить сравнительно быстрое перемещение в любую точку трубопровода. При определенных условиях змееподобный робот может быть способен передвигаться и с внешней стороны трубопровода, что делает его особенно незаменимым при поиске дефектов.

Принцип действия мобильного змееподобного робота основан на подражании движениям змеи. Перемещение такого робота в пространстве осуществляется за счет волнообразного движения его тела, состоящего из отдельных звеньев. При этом привод каждого звена должен иметь мощность, достаточную для перемещения нескольких других звеньев.

Начало разработкам змееподобных роботов было положено японским ученым Shigeo Hirose в 70-е годы. Предложенная им конструкция бы-

ла собрана из последовательно соединенных однотипных модулей [1, 2]. Предпосылкой для разработки конструкций такого рода явилась их потенциальная возможность для адаптации к сложной среде в трехмерном пространстве, что делает их незаменимыми при выполнении задач по инспекции и диагностики трубопроводов различных видов [3–7].

На настоящий момент предложено немало конструкций змееподобных роботов, собранных преимущественно на основе сервоприводов. Например, конструкция [8] имеет 11 одинаковых звеньев с двумя перпендикулярно закрепленными сервоприводами (серводвигателями с редуктором) в каждом, голову и хвост. Радиальное перемещение звеньев друг относительно друга осуществляется посредством пары сервоприводов, расположенных перпендикулярно относительно друг друга в каждом звене. Момент вращения каждого сервопривода составляет не менее 0,8 Нм. Конструкция [9, 10] представляет собой цепь из 16 звеньев, соединенных двухступенными шарнирами вращения, ортогональные оси которых лежат в одной плоскости. В каждом шарнире имеются два минисервопривода, которые обеспечивают повороты вилок вокруг вертикальной и горизонтальной осей.

Недостатком конструкций [8, 9] и [10, 11], являющихся наиболее распространенными при построении змееподобных роботов, является необходимость применения высокомоментных сервоприводов ввиду того, что крутящий момент от них прикладывается в зоне оси звена, в связи с чем при повороте звена им приходится воздействовать на плечо рычагов, равных радиусу звена. В связи с низкой энергоэффективностью подобные роботы имеют низкую грузо-

подъемность, что ограничивает их возможности для практического применения. В частности, они не могут транспортировать тяжелые приборы для неразрушающего контроля трубопроводов. Конструкция [15] состоит из 10 звеньев, каждое из которых имеет по два сервопривода для осуществления поворота в двух плоскостях. В отличие от предыдущих решений, кроме редуктора в самом сервоприводе присутствует также внешний редуктор, имеющий цепную и червячную передачи, что повышает крутящий момент каждого звена и увеличивает грузоподъемность системы и ее динамические характеристики. Однако такая конструкция является достаточно сложной в изготовлении и дорогостоящей. Использование в ней червячной передачи налагает на робота определенные дополнитель-

ные ограничения, связанные, в частности, с отсутствием обратимости движения в ней.

Основная часть. Предлагаемый вариант конструкции змееподобного робота и его системы энергообеспечения позволяет частично исправить недостатки существующих конструкций.

Основой механической конструкции является набор звеньев 1, расположенных перпендикулярно друг относительно друга. Каждое из звеньев имеет на себе сектор конического зубчатого колеса (рис. 1).

Сервоприводы 2 имеют на своих осях конические шестерни, зацепляясь которыми с зубчатыми секторами на перпендикулярных оси привода звеньях, они обеспечивают поворот звеньев друг относительно друга.

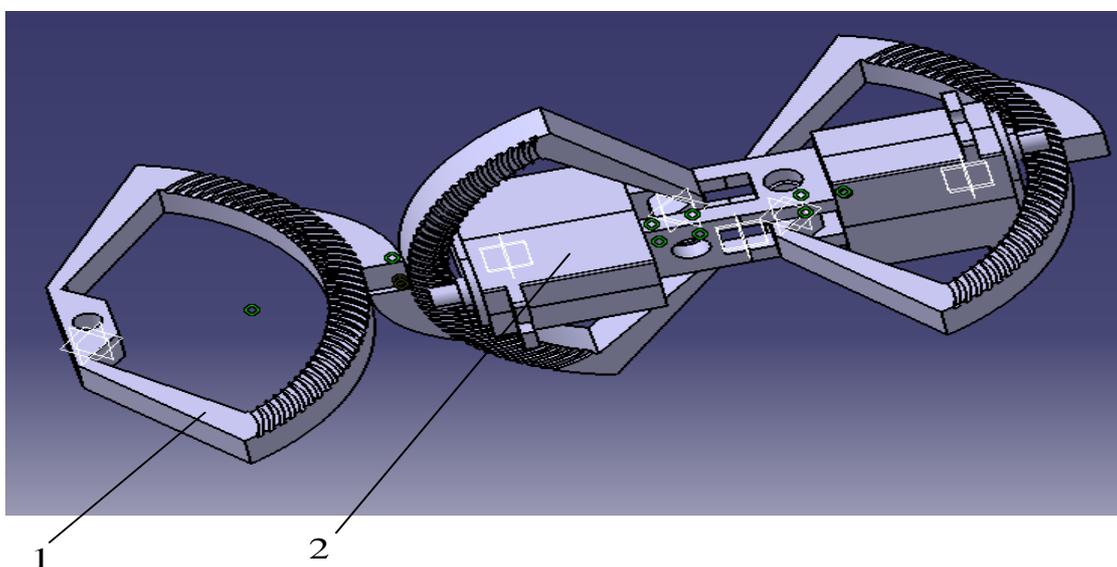


Рис. 1. Конструкция звеньев змееподобного робота

Образованная шестерней на серводвигателе и сектором на звене понижающая зубчатая передача позволяет снизить потребляемую мощность приводов и повысить энергоэффективность робота. По сравнению с конструкцией [8] она позволяет снизить максимальную потребляемую мощность сервоприводов в 2 – 3 раза. Детали передачи являются достаточно технологичными и могут быть изготовлены на универсальном фрезерном станке с ЧПУ.

Для реализации управления приводами звеньев робота предложенной конструкции, сторонние решения могут быть не всегда удобными, в том числе из-за неприемлемых габаритных характеристик. [12–14] В дополнение, с целью увеличения надежности системы, желательно иметь минимум возможных соединительных проводов между звеньями и их сечения.

Для управления углами поворота звеньев предлагается система управления и энергообес-

печения, схема которой представлена на рисунке 2.

Для управления каждой парой сервоприводов предусмотрена одна плата, задача которой является реализация ШИМ сигнала, длительность импульса которого пропорциональна углу поворота мотора, анализ токового потребления, зависящего от механической нагрузки на соответствующий мотор, регистрация угла поворота посредством магнитного энкодера, управления супервизором питания и обмен данными с управляющим контроллером. Функцией управляющего контроллера является задание целевой функции и получение внешних (при необходимости) команд. Также в систему может быть введен регистратор и анализатор видео и другие необходимые для инспекции трубопроводов датчики. Более высокая энергоэффективность робота позволит устанавливать на них более массивные приборы, в том числе дефектоскопы.

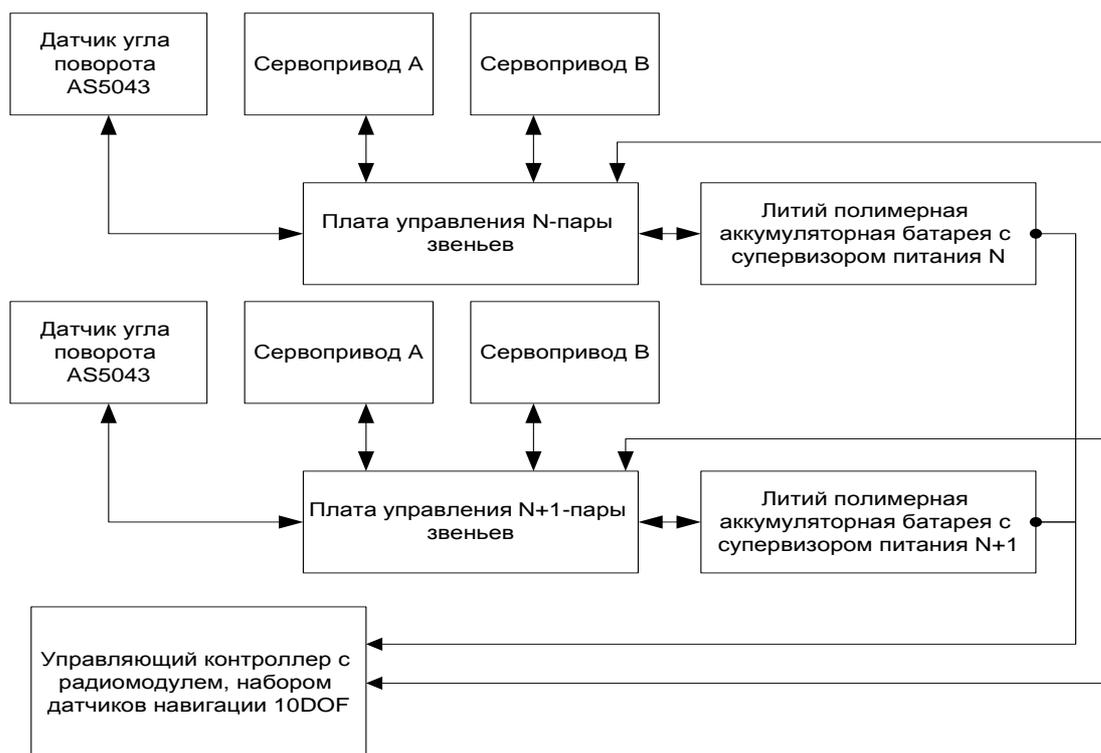


Рис. 2. Схема системы управления змееподобным роботом

В связи с тем, что сервопривод каждого звена может подвергаться неравномерной нагрузке, а также с целью распределения весовой нагрузки вдоль тела робота система энергообеспечения также реализуется распределенной, но при этом сами аккумуляторы всех звеньев соединены между собой, точно также, как и выходы супервизоров.

Выводы. Разработанная конструкция змееподобного робота для инспекции трубопроводов отличается от существующих аналогов более высокой подвижностью и энергоэффективностью. Ее применение позволит использовать змееподобных роботов для инспекции трубопроводов в строительстве и ЖКХ, что снизит количество техногенных аварий и катастроф.

**Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках гранта № 16-38-00612.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Umetani Y., Hirose S. Biomechanical study of serpentine locomotion// Proceedings of 1st Ro-ManSy Symposium, Udine, Italy, Springer-Verlag.1974. Pp. 171–184.
2. Hirose S. Biologically Inspired Robots: Snakelike Locomotors and Manipulators: Oxford University Press, 1993. 240 p.
3. Segon Roh and Hyouk Ryeol Choi. Differential-drive in-pipe robot for moving inside urban gas pipelines, IEEE Transactions on Robotics, vol 21. 2005. Pp. 1–17.

4. Akina Kuwada, Kodai Tsujino, Koichi Suzumori and Takefumi Kanda, Intelligent actuators realizing snake-like small robot for pipe inspection, MHS 2006 Micro-Nano COE, MP1-2-1. 2006. Pp. 20.

5. Josep M. Mirats Tur and William Garthwaite, Robotic devices for water main in-pipe inspection a survey, Journal of Field Robotics, 27(4). 2010. Pp. 491–508.

6. Jong-Hoon Kim, Gokarna Sharma, and S. Sitharama Iyengar, FAMPER: A Fully Autonomous Mobile Robot for Pipeline Exploration, IEEE. 2010. Pp. 517–523.

7. Manabu Ono and Shigeo Kato, A study of an earthworm type inspection robot movable in long pipes, International Journal of Advanced Robotic Systems, Vol. 7. 2010. Pp. 095–090.

8. Алейников А.Ю., Афонин А.Н. Мобильное робототехническое устройство с волнообразным способом передвижения // Матер. 4-й Междунар. научно-практ. конф. «Современные материалы, техника и технология». Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2014. С. 23–26.

9. Афонин А.Н. Реализация конструкции автономного мобильного змееподобного робота / Афонин А.Н., Алейников А.Ю., Гладышев А.Р., Новосельцев А.Д. // Экстремальная робототехника // Труды международной научно-технической конференции. Санкт-Петербург: Изд-во «Политехника-сервис», 2015. С. 250–253.

10. Иванов А.А., Шмаков О.А., Демидов Д.А. Экспериментальное исследование змеевид-

ного робота «Змеелок – 3» // Научно-технические ведомости СПбГТУ, 2013, Вып. 1. С. 132–138.

11. Hopkins J.K., Spranklin B.W., Gupta S.K. A survey of snake-inspired robot designs // *Bioinspiration and Biomimetics*, 4(2):021001, 2009. Pp. 7–17.

12. Lu Z., et al., Study on the motion control of snake-like robots on land and in water. *Perspectives in Science* 'Proceedings of the 1st Czech-China Scientific Conference 2015.2015. Pp. 1–8.

13. Inoue K, Ma S, Jin C. Neural oscillator network-based controller for meandering loco-

tion of snake-like robot. In: *Proceedings of 2004 international conference on robotics and automation*, New Orleans, USA; 2004. Pp. 5064–69.

14. Lu Z, Ma S, Li B, Wang Y. 3D locomotion of a snake-like robot controlled by cyclic inhibitory CPG model. In: *Proceedings of 2006 international conference on intelligent robots and systems*, Beijing, China; 2006. Pp. 3897–902.

15. Pål Liljebäck etc. *Snake Robots. Modeling, Mechatronics, and Control*. 2013. 316p.

Aleynikov A. Yu., Afonin A.N., Gladishev A.R.

IMPROVEMENT OF CONSTRUCTION OF SNAKE LIKE ROBOT FOR PIPES INSPECTION

*Pipeline accidents are one of the most common and hazardous man-made disasters. One of the most promising ways to detect pipeline defects is the use of snake-like mobile robots, with increased permeability. It was found that the limited application of existing serpentine robots is related to their low energy efficiency. A new design of mobile robots serpentine, wherein increased carrying capacity and energy efficiency. The design includes mechanical components, in which the body parts at the same time are part of the gearbox, and a distributed control system and energoobespecheniya. **Key words:** snake-like robot, the mathematical model of the motion, distributed control systems, sensors, navigation, power supply system.*

Keywords: snake-like robot, the mathematical model of the motion, distributed control systems, sensors, navigation, power supply system.

Алейников Андрей Юрьевич, руководитель СКБ ИИТиЕН, ассистент кафедры материаловедения и нанотехнологий.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Адрес: Россия, 308007, Белгород, ул. Студенческая, д. 14.

E-mail: aleinikov@bsu.edu.ru

Афонин Андрей Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры материаловедения и нанотехнологий.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Адрес: Россия, 308007, Белгород, ул. Студенческая, д. 14.

E-mail: afonin@bsu.edu.ru

Гладышев Андрей Романович, техник проектировщик.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Адрес: Россия, 308007, Белгород, ул. Студенческая, д. 14.

E-mail: 1173079@bsu.edu.ru

*Романович А.А., д-р техн. наук, проф.,
Воробьев Н.Д., кан. техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Апухтина И.В., ассистент
Белгородский государственный университет*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ УПЛОТНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ВАЛКОВОМ УСТРОЙСТВЕ

AlexejRom@yandex.ru

В статье рассмотрены актуальные вопросы повышения надежности в работе пресс-валковых измельчителей, которые широко используются на обогатительных фабриках в горнорудной и цементной промышленности. Повышение долговечности рабочего профиля валков достигается за счет равномерной подачи измельчаемых материалов по их ширине, что приводит к равномерному износу. Аналитически исследован механизм распределения и предуплотнения материалов в валковом устройстве, получено уравнение для расчета требуемого усилия.

Ключевые слова: Надежность, пресс-валковый измельчитель, валковое устройство, усилие предуплотнения.

Введение. В мире на процессы измельчения и тонкого помола материалов, которые являются одними из основных операций, осуществляемых в различных технологиях производства, расходуется около 10% всей производимой энергии [1–3]. Поэтому снижение энергозатрат на измельчение материалов является актуальной задачей. Известно [4–6], что реализация процесса измельчения с использованием пресс-валкового измельчителя (ПВИ) обеспечивает снижение удельного расхода электроэнергии на 25–40 % и повышение производительности шаровой мельницы (ШМ) на 30–40 %. Это достигается за счет более эффективного способа разрушения материалов (раздавливания со сдвигом), реализуемого в ПВИ, чем ударного на первой стадии в ШМ. Например: удельный расход электроэнергии, затрачиваемый на предварительное измельчение материалов в ПВИ составляет 3–4 кВт·ч/т, что соответствует затратам в ШМ равным 7–10 кВт·ч/т. Эти агрегаты широко используются на обогатительных фабриках в горнорудной и цементной промышленности. Однако в последние десятилетия из-за неравномерности износа рабочих поверхностей валков по их ширине темпы внедрения пресс-валковых агрегатов снизились. Одной из причин снижения является неравномерная подача материала по ширине валков, что приводит к более интенсивному износу их рабочей поверхности в центре. Поэтому на протяжении всего периода эксплуатации пресс-валковых измельчителей предпринимались попытки разработать технические решения, позволяющие повысить долговечность валков [7–8].

Основная часть. Согласно [9] повышение долговечности рабочих органов ПВИ позволяет

получить разработанная учеными БГТУ им. В.Г. Шухова конструкция ПВИ с валковым устройством (рис.1), которая включает в себя пресс-валковый агрегат 1 и валковое устройство 2, состоящее из двух валиков, установленных в бункере по всей его ширине. Применение валкового устройства перед подачей материала к валкам ПВИ позволяет равномерно распределить его по ширине валков и предуплотнить, что позволяет осуществить более равномерный износ их рабочей поверхности и тем самым повысить долговечность валков. Однако величина усилия предуплотнения материалов, зависящая во многом, как от свойств материала и габаритных размеров валика, так и от его положения в бункере, оказывает существенное влияние не только на энергетические показатели процесса измельчения, но и на конструктивное исполнение агрегата в целом. С целью определения рационального усилия валиков, требуемого на равномерное распределение по ширине и уплотнение материала в валковом устройстве, рассмотрим расчетную схему, представленную на рис. 2. Положение валика валкового устройства 1 радиуса r по отношению к бункеру 2 зададим через смещение его центра по горизонтали – L и вертикали – l относительно угловой точки A бункера. Угол наклона стенки бункера обозначим через α , угол, с которого начинается уплотнение материала – через β .

Толщина слоя материала h на выходе из валкового устройства (вдоль линии OD) может быть рассчитана по формуле:

$$h = \sqrt{L^2 + l^2} \sin(\alpha - \beta) - r, \quad (1)$$

где угол γ (угол наклона прямой AO к горизон-



Рис. 1. ПВИ с валковым устройством:
1 – валковое устройство, 2 – ПВИ

Процесс уплотнения материала начинается с момента захвата его частиц валиком (по линии OE), при этом сила воздействия валика прямо пропорциональна величине уплотнения слоя шихты. Изменение величины уплотнения в зависимости от угла φ определяется по уравнению:

$$\Delta\rho(\varphi) = \rho(\beta) - \rho(\varphi), \quad (2)$$

где $\varphi \geq \beta$

Определим величину уплотнения материала по мере его перемещения.

Уравнение прямой OE в полярных координатах ρ, φ (угол φ отсчитывается от прямой OA), имеет вид:

$$\rho \cos(\varphi - \theta) = p, \quad (3)$$

где параметры θ, p , соответственно, равны:

$$\theta = \frac{\pi}{2} - \alpha + \gamma, \quad p = h + r. \quad (4)$$

После ряда преобразований получим уравнение для расчета величины уплотнения материала в зависимости от его радиуса и расположения в бункере:

$$\Delta\rho(\varphi) = \frac{4(h+r) \cos\left(\alpha - \gamma + \frac{\varphi + \beta}{2}\right) \sin\left(\frac{\varphi - \beta}{2}\right)}{(\cos(\varphi - \beta) - \cos(2(\alpha - \gamma) + \varphi + \beta))}. \quad (5)$$

Зависимость $\Delta\rho(\varphi)$ от смещения по вертикали l при $\alpha = 50^\circ, \beta = 17^\circ, L = 55$ см, $r = 200$ мм, при этом расчетный коэффициент уплотнения равен, соответственно, 1,19; 1,24; 1,29 и 1,35 (рис.3).

тали) находим из соотношения $\operatorname{tg} \gamma = \frac{l}{L}$.

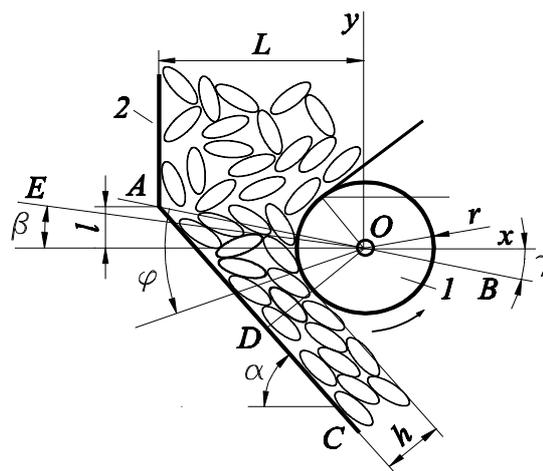


Рис. 2. Расчетная схема механизма уплотнения:
1 – валик, 2 – бункер

На поверхность валика в зоне уплотнения действует удельная нагрузка со стороны уплотняемого материала $q, \text{H}/\text{м}^2$.

Тогда суммарная сила, с которой валик воздействует на материал, определяется по формуле:

$$F = \iint_{(S)} q ds, \quad (6)$$

где S – площадь, к которой приложена распределенная нагрузка.

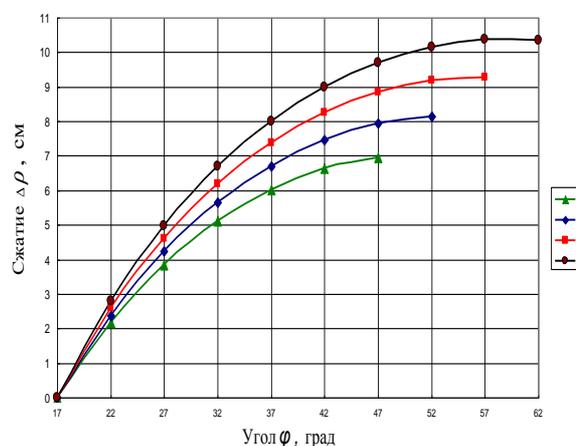


Рис. 3. Величина сжатия материала в зависимости от величины угла φ :

1 – $l = 10$ см; 2 – $l = 13$ см; 3 – $l = 16$ см; 4 – $l = 19$ см

На стадии уплотнения, когда отсутствует разрушение частиц материала, интенсивность распределенной силы прямо пропорциональна величине уменьшения радиальной составляющей $\Delta\rho$ (рис. 4).

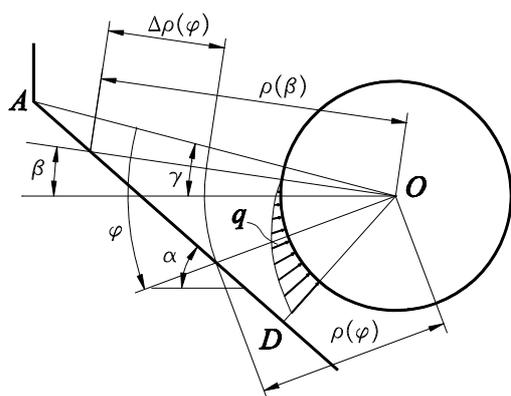


Рис. 4. К расчету интенсивности распределенной нагрузки q

Таким образом, интенсивность q можно записать в виде формулы:

$$q = \mu \Delta \rho, \tag{7}$$

$$F = \iint_{(s)} \mu \Delta \rho r d\varphi db = \mu r b (h+r) \int_{\beta}^{\varphi_{\max}} \left(\frac{h+r}{\sin(\alpha-\gamma+\beta)} - \frac{h+r}{\sin(\alpha-\gamma+\varphi)} \right) d\varphi, \tag{9}$$

где b – ширина валика, φ_{\max} – максимальное значение угла φ .

Как следует из рисунка 2, $\varphi_{\max} = \angle AOD = \frac{\pi}{2} - \alpha + \gamma$. Для вычисления интеграла (9) сделаем замену $\xi = \alpha - \gamma + \varphi$, тогда получим:

$$F = \mu r b (h+r) \left(\frac{\pi/2 - \psi}{\sin(\psi)} + \ln \operatorname{tg} \frac{\psi}{2} \right), \tag{10}$$

где μ – коэффициент пропорциональности, зависящий от характеристик уплотняемого материала (гранулометрического состава, формы и др). Физическая интерпретация коэффициента μ состоит в следующем: это величина силы, которую надо приложить для уплотнения материала на единицу объема.

Считая распределенную нагрузку равномерной вдоль оси валика, получим:

$$dF = \mu \Delta \rho ds, \tag{8}$$

где ds – элемент поверхности валика, определяется формулой $ds = r d\varphi db$, db – линейный элемент длины вдоль образующей поверхности валика.

Таким образом, силу воздействия валика на материал можно определить по формуле:

где $\psi = \alpha - \gamma + \beta$.

Поскольку, как уже отмечалось выше, величина параметра μ зависит от свойств уплотняемого материала, его значение определялось экспериментально.

На рис. 5 представлена экспериментально полученная зависимость величины удельной нагрузки q на коэффициент уплотнения k , для двух материалов – известняка и клинкера.

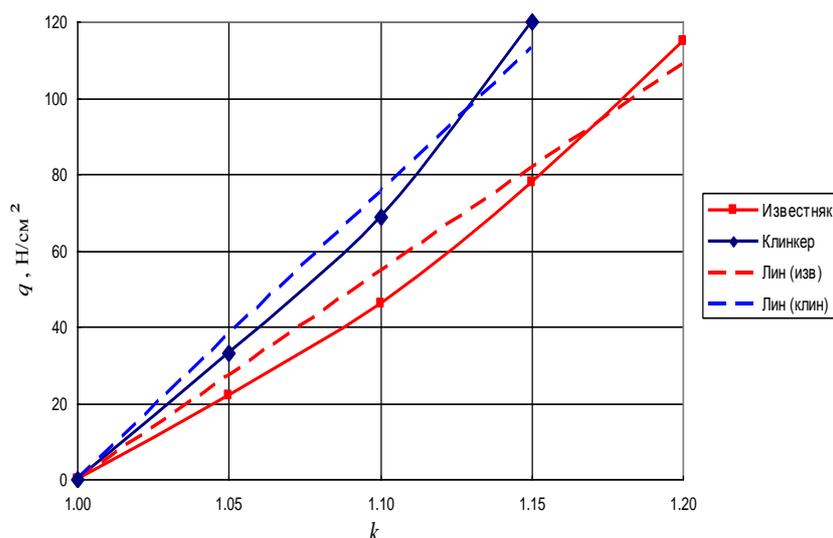


Рис. 5. Зависимость удельной нагрузки q от коэффициента уплотнения k

Для использования результатов экспериментальных исследований в целях определения

параметра μ , формулу определения коэффициента уплотнения k запишем в виде:

$$k = \frac{\rho(\beta) - r}{\rho(\varphi) - r} \quad (11)$$

или

$$k - 1 = \frac{\Delta\rho}{\rho(\varphi) - r} \quad (12)$$

Аппроксимировав полученные кривые зависимостей q от k линейными (на рис. 5 показаны пунктиром), получим зависимости вида:

$$q = a(k - 1), \quad (13) \quad \text{где}$$

где

$$a_{\text{изв}} = 545 \text{ Н/см}^2, \quad a_{\text{клин}} = 754 \text{ Н/см}^2.$$

Окончательно для определения q и μ находим:

$$q = \frac{a}{\rho(\varphi) - r} \Delta\rho, \quad (14)$$

$$\mu = \frac{a}{\rho(\varphi) - r} \quad (15)$$

При выводе формулы (10) параметр μ считался величиной постоянной. Учитывая, что уплотнение ρ , для хрупких материалов без их разрушения, при изменении угла φ в пределах от $\varphi = \beta$ до $\varphi = \varphi_{\text{max}}$ не велико, то μ можно вычислить по формуле:

$$\mu = \frac{a}{\rho_{\text{ср}} - r}, \quad (16)$$

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho(\beta) - (h + r)}{2} \quad (17)$$

Анализ графических зависимостей рис.6,7, рассчитанных по формуле (10), позволил установить, что величина усилия предуплотнения материала зависит, как от его свойств и габаритных размеров валика, так и от его положения в бункере.

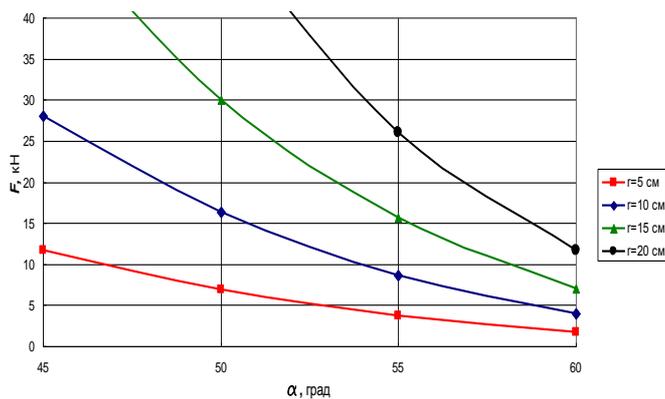


Рис. 6. Зависимость силы F от угла α для различных значений r

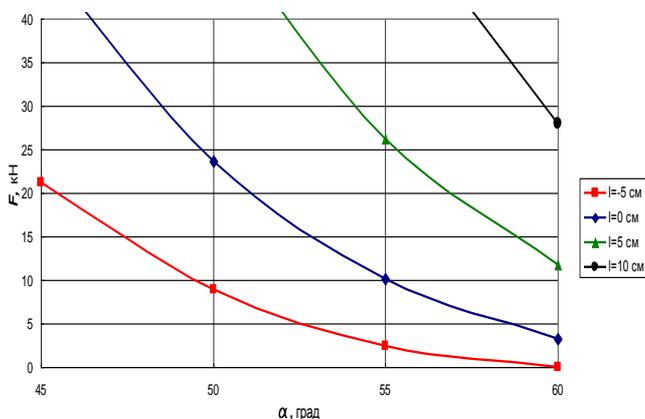


Рис. 7. Зависимость силы F от угла α для различных значений l

Установлено, что увеличение угла наклона стенки бункера и радиуса валика r , влечет за

собой рост значений усилия уплотнения материала. Изменение положения валика в бункере по

вертикали позволяет изменять усилия предуплотнения подаваемого к валкам ПВИ материала.

Заключение. Проведенные теоретические исследования позволили получить выражение для расчета максимального усилия предуплотнения шихты со стороны уплотняющих валиков, в зависимости от конструкции бункера, радиуса валиков и их расположения в приемном бункере. По уравнению (10) в зависимости от требуемого коэффициента уплотнения материалов можно определить величину усилия предуплотнения F , по которому рассчитывается мощность, необходимая на осуществление предуплотнения с учетом конструкции валкового устройства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биннер Й. Ассмус Р., Щеголяев Е.В. Технология измельчения и классификация шлака // Цемент и его применение. 2006. № 5. С.31–36.
2. Romanovich L.G., Romanovich M.A., Vybornova V.V., Riapukhina V.N. Small businesses is a sphere of innovation in the age of globalization // Journal of Applied Engineering Science. 2014. Т. 12. № 4. С. 297–301
3. Rudychev A.A., Romanovich L.G., Romanovich M.A. Incentives for innovative activity of young scientists on the basis of higher educational institutions in Russia / Experience of belgorod state technological university named after V.G. Shukhov // World applied sciences journal. 2013. т. 25. № 12. С. 1754–1757.
4. Романович А.А. Особенности процесса постадийного измельчения материалов с использованием пресс-валкового агрегата // Известие высших учебных заведений. Строительство. 2007. №9. С. 88–91.
5. Wustner H. Energy – saving with the roller press comminution process. // World Cement. 1986. №3. Рр. 94–96.
6. Романович А.А., Алехин П.В., Мещеряков С.А. Определение усилия измельчения анизотропных материалов в пресс-валковом измельчителе // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 3. С. 79–82.
7. Романович А.А., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Технология получения вяжущих с использованием техногенных отходов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 102–105.
8. Romanovich L., Sevostyanov V., Romanovich M., Sevostyanov M., Arkatov A.Y. Innovation activity and technology transfer of higher education // Journal of Applied Engineering Science. 2014. Т. 12. № 4. С. 273-276.
9. Миссия, стратегические приоритеты, цели и задачи развития системы образования: монография / Е.А. Афанасьева, А.Р. Вышкина, В.В. Глебов, О.В. Исаакян, О.М. Перминова, Н.Н. Харитоновна, Л.Г. Романович, П.И. Оспищев, М.А. Романович. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2012. 184 с.

Romanovich A.A., Vorobiev N.D., Apukhtina I.V.

CALCULATION OF EFFORT PACKING MATERIALS ROLLER UNIT

The article considers topical issues of improving the reliability in operation of the press roller grinders, which are widely used in beneficiation plants in the mining and cement industries. Increase of durability of the working profile of the rolls is achieved by a uniform flow of crushed materials according to their width, which leads to uniform wear. Analytically investigated the mechanism of distribution and predoplatnoy materials, the roller device, the derived equation to calculate the required effort.

Key words: reliability, press roller crusher, roller unit preconsolidation stress.

Романович Алексей Алексеевич, доктор технических наук, профессор.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46
E-mail: AlexejRom@yandex.ru

Воробьев Николай Дмитриевич, кандидат технических наук, профессор.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

Апукhtина Инна Васильевна, ассистент.
Белгородский государственный университет
Адрес: Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85

Папикян А.М., аспирант
Брянский государственный технический университет

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Rapikan-alina@mail.ru

Электроэрозионная обработка сложных фасонных поверхностей одна из наиболее точных методов обработки. В настоящее время все чаще для обработки сложнопрофильных деталей применяют именно этот метод. По сравнению с механической обработкой данный способ не требует дополнительных операций для получения высокой точности изготовления. При электроэрозионной обработке происходит соприкосновения инструмента с поверхностью детали, в результате чего возникает электрический разряд, в месте которого образуется лунка. В конечном итоге из множества лунок образуется поверхность, характеризующаяся несколькими показателями: шероховатостью, волнистостью поверхности и отклонениями от формы. В данной статье рассмотрен процесс образования поверхностного слоя детали при электроэрозионной обработке, вопрос теоретического определения показателей качества поверхностного слоя. Представлены теоретические зависимости для расчета показателей качества поверхностного слоя.

Ключевые слова: электроэрозионная обработка, шероховатость, волнистость поверхности, остаточные напряжения.

Введение

Электроэрозия – это разрушение поверхности изделия под действием электрического разряда. Основателями электроэрозионной обработки являются советские ученые технологи Б.Р. Лазаренко и Н.И. Лазаренко.

Электроэрозионную обработку широко применяют для изменения размеров металлических изделий - для получения отверстий различной формы, фасонных полостей, профильных канавок и пазов в деталях из труднообрабатываемых материалов.

Различают несколько методов электроэрозионной обработки:

- копирование формы профилированного электрода-инструмента или его сечения. Данную операцию называют прошиванием. Существуют методы прямого и обратного копирования.

- огибание или обкат, т.е. сочетание перемещений заготовки и профилированного элект-

рода. Этот метод редко применяют, но он позволяет получить деталь сложной формы при простой форме электрода-инструмента.

- разрезание заготовок и сложнопрофильная вырезка непрофилированным электродом-инструментом. Изготовление детали происходит путем взаимного перемещения указанного выше инструмента и заготовки.

1. Показатели качества поверхностного слоя

Электроэрозионная обработка сложных фасонных поверхностей подразумевает под собой процесс преобразования электрической энергии разряда, возникающего между двумя электродами разделенными слоем диэлектрика, в тепловую энергию, за счет которой происходит разрушение материала и формирование показателей качества поверхностного слоя деталей. Схема электроэрозионной обработки материалов приведена на рис.1 [1].

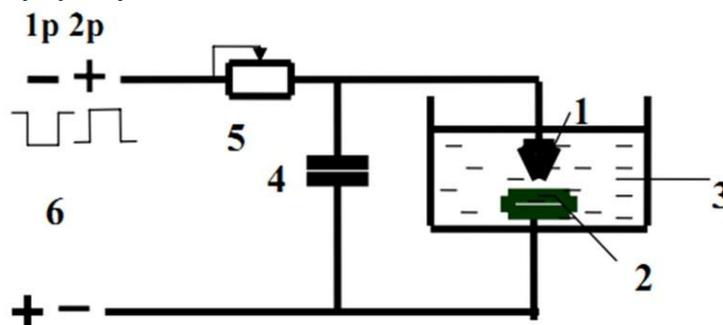


Рис. 1. Схема электроэрозионной обработки материалов:

1 – электрод-инструмент; 2 – обрабатываемая деталь; 3 – среда, в которой производится разряд;

4 – конденсатор; 5 – реостат; 6 – источник питания;

1р – режим электроискровой обработки; 2р – режим электроимпульсной обработки

По представленной схеме видно, что электрод-инструмент (1) и обрабатываемая деталь (2) помещены в жидкость с низкой диэлектрической проницаемостью (3). Для начала обработки нужно подать импульсное напряжение разной полярности либо электроискровой режим (1р), либо электроимпульсный режим (2р). Далее напряжением питания заряжается конденсатор (4), с помощью которого происходит движение электрод-инструмента 1.

При превышении напряжения на конденсаторе потенциала зажигания разряда, происходит пробой жидкости. Жидкость нагревается до температуры кипения и образуется газовый пузырь из паров жидкости. Далее электрический разряд развивается в газовой среде, что приводит к интенсивному локальному разогреванию детали, приповерхностные слои материала плавятся, и продукты расплава в виде шариков застывают в проточной жидкости и выносятся из зоны обработки.

В результате соприкосновения электрод-инструмента и обрабатываемой деталью образуется поверхностный слой, с помощью которого определяется качество поверхности.

Для качественного выполнения служебного назначения детали необходимо обеспечить требуемые параметры качества поверхностного

слоя, выполнение которых связано с существенными затратами при изготовлении.

Под качеством поверхностного слоя понимают геометрические и физико-механические параметры поверхностного слоя деталей машин.

К геометрическим параметрам, кроме показателей оценивающих микрогеометрию (шероховатость) поверхности еще относят показатели волнистости.

Экспериментальные и теоретические исследования проводились для определения взаимосвязи условий электроэрозионной обработки с параметрами волнистости и шероховатости поверхности [2, 3, 4].

На волнистость поверхности при электроэрозионной обработке влияет следующее:

1. параметр, обусловленный влиянием исходной волнистости заготовки;
2. параметр, обусловленный влиянием исходной волнистости инструмента;
3. параметр, обусловленный влиянием колебаний технологических режимов обработки.

Учитывая приведенные выше параметры, были получены следующие зависимости для расчета параметров волнистости поверхности [2, 4]:

1. Прямое и обратное копирование

1.1. Обработка заранее подготовленных поверхностей

$$W_z = \sqrt{10^{-4} \cdot \gamma^2 \cdot \left[(W_{z_{исх}}^I)^2 + (W_{z_{исх}}^{заг})^2 \right] + (W_{z_{исх}}^I)^2 \cdot (1 - 0,02 \cdot \gamma) + \left(0,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{I \cdot \tau \cdot \eta}{c \cdot \rho \cdot T}} \right)^2 \cdot \left(\sqrt[3]{U_{max}} - \sqrt[3]{U_{min}} \right)^2}$$

1.2. Обработка в сплошном материале

$$W_z = \sqrt{\left(W_{z_{исх}}^I \right)^2 \cdot \left(1 - 0,02 \cdot \gamma + 10^{-4} \cdot \gamma^2 \right) + \left(0,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{I \cdot \tau \cdot \eta}{c \cdot \rho \cdot T}} \right)^2 \cdot \left(\sqrt[3]{U_{max}} - \sqrt[3]{U_{min}} \right)^2}$$

2. Разрезание, вырезание, шлифование и тп.

$$W_z = 0,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{I \cdot \tau \cdot \eta}{c \cdot \rho \cdot T}} \cdot \left(\sqrt[3]{U_{max}} - \sqrt[3]{U_{min}} \right)$$

где $W_{z_{исх}}^{заг}$ – исходная волнистость заготовки; $W_{z_{исх}}^I$ – исходная волнистость инструмента; γ – относительный объемный износ электрод инструмента, I – сила тока при обработке; U_{max} – максимальное напряжение при обработке $U_{max} = U + \Delta U$, ΔU – перепад напряжения; U_{min} – минимальное напряжение при обработке $U_{min} = U - \Delta U$; τ – длительность импульса; η – коэффициент полезного действия энергии импульса; c – удельная теплоемкость обрабатываемого материала; ρ – плотность обрабатываемого ма-

териала; T – температура плавления обрабатываемого материала.

Представленные зависимости были проверены экспериментально. В результате чего было установлено, что расхождение теоретических и экспериментальных данных не превышает 20 %.

Для расчета параметров шероховатости были получены следующие уравнения взаимосвязи с параметрами электроэрозионной обработки [2, 3]:

$$R_{max} = \sqrt[3]{\frac{(2 \cdot \beta - 1) \cdot I \cdot U \cdot \eta \cdot \tau}{(4 \cdot \beta + 1) \cdot c \cdot \rho \cdot T \cdot n}},$$

$$R_z = 0,84 \cdot \sqrt[3]{\frac{(2 \cdot \beta - 1) \cdot I \cdot U \cdot \eta \cdot \tau}{(4 \cdot \beta + 1) \cdot c \cdot \rho \cdot T \cdot n}},$$

где β – коэффициент перекрытия лунок, I – сила тока, U – напряжение, подаваемое на электроды, η – коэффициент полезного использования энергии импульса, τ – длительность им-

пульсов, c – удельная теплоемкость материала, ρ – плотность материала, $T_{пл}$ – температура плавления материала.

Данные зависимости были проверены экспериментально. В результате чего было установлено, что расхождение теоретических и экспериментальных данных не превышает 20 %.

При электроэрозионной обработке в результате теплового фактора в поверхностном слое детали возникают остаточные напряжения [2, 5].

Влияние силового фактора при ЭЭО очень мало, поэтому на формирование технологических остаточных напряжений будет оказывать основное влияние тепловой фактор процесса обработки и фазовые превращения, протекающие в зоне обработки.

Тепловой фактор может привести к формированию на поверхности, как растягивающих технологических остаточных напряжений, так и сжимающих.

При локальном нагреве материала происходит быстрый нагрев тонкого поверхностного слоя материала небольшой площади на незначительную глубину до очень высоких температур. В результате этого в начальный момент времени поверхностный слой с температурой T_1 увели-

чивает свой объем в результате теплового расширения (рис. 2 а), нижележащие слои с меньшей температурой T_0 препятствуют этому, и создается устойчивое состояние, при котором верхний слой расширился вследствие тепловой деформации $E_{тепл}$ и растянул нижний слой до пластической деформации $E_{пласт}$ (рис. 2 б). Затем верхний слой остыл и стремится занять исходный объем (рис. 2 в), но нижний слой этому препятствует, и в результате этого создается новое устойчивое состояние, при котором верхний слой находится в состоянии упругого растяжения (т.е. его длина меньше номинальной после пластического растяжения). Следовательно, верхний слой испытывает растягивающую нагрузку со стороны нижнего слоя (растягивающие технологических остаточных напряжений $\sigma_0 < 0$), а нижний сжимающую нагрузку со стороны верхнего слоя (сжимающие технологических остаточных напряжений $\sigma_0 > 0$) (рис. 2 г).

Если фазовые превращения, протекающие при обработке, сводятся к превращению γ фазы (ГКЦ решетки) в α фазу (ОЦК решетки), то технологических остаточных напряжений формируются сжимающие, если наоборот – растягивающие.

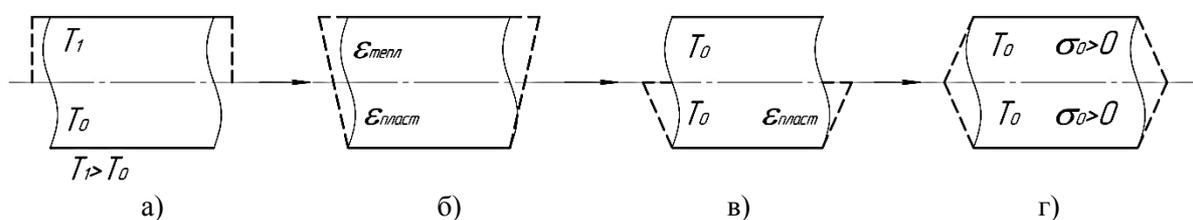


Рис. 2. Влияние теплового фактора при локальном нагреве материала заготовки

Таким образом, уравнение описывающее формирование суммарных технологических остаточных напряжений σ_0 будет иметь вид:

$$\sigma_0 = \frac{1}{2} \cdot E \cdot \left[\alpha \cdot \left(- \frac{A_{и} \cdot \eta_{и}}{c \cdot \rho \cdot (2 \cdot \sqrt{\pi} \cdot a \cdot \tau)^3} \cdot \text{EXP} \left[- \frac{(y - y_{пл})^2}{4 \cdot a \cdot \tau} \right] \right) - \frac{\sigma_T}{E} \right]$$

где E – модуль упругости первого рода; α – коэффициент линейного расширения материала; $A_{и}$ – энергия импульса технологического тока; $\eta_{и}$ – коэффициент полезного использования энергии импульса; c – удельная теплоемкость материала; ρ – плотность материала; a – температуропроводность материала; τ – длительность импульса; y – расстояние от источника тепла до рассматриваемого слоя; $y_{пл}$ – расстояние определяющее зону плавления материала; σ_T – предел текучести материала.

Рассмотрев вопрос теоретического определения показателей качества поверхностного

слоя при электроэрозионной обработке сложных фасонных поверхностей можно сделать вывод о том, что вышеприведенные теоретические зависимости позволяют еще на стадии технологической подготовки производства определить условия ЭЭО для обеспечения требуемых параметров качества поверхностного слоя деталей машин.

Заключение

В ходе проведения исследований видно, что на основные параметры качества поверх-

ностного слоя деталей машин при электроэрозионной обработке оказывают влияние параметры технологического импульса, свойства материалов детали и инструмента, а так же свойства диэлектрической жидкости.

В настоящее время вопрос формирования качества поверхностного слоя фасонных поверхностей электроэрозионным методом является весьма актуальным и перспективным. Данный вопрос требует решить следующие задачи: описать физическую картину формирования качества поверхностного слоя при обработке сложных фасонных поверхностей при электроэрозионной обработке и установить взаимосвязь между параметрами электроэрозионной обработки и качеством поверхностного слоя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лившиц А.Л., Рош А. Расчет, проектирование, изготовление и применение электродов-инструментов. Часть 1. Электроэрозионная обработка. М. НИИмаш. 1980. 224 с.
2. Съянов С.Ю. Технологическое управление параметрами качества поверхностного слоя деталей машин при электроэрозионной обработке // Научные технологии в машиностроении. 2014. № 6 (36). С. 24–29.
3. Съянов, С.Ю. Связь параметров электрофизической обработки с показателями качества поверхности, износа инструмента и производительностью процесса // Вестник Брянского государственного технического университета. 2008. № 1 (17). С. 14–19.
4. Федонин О.Н., Съянов С.Ю., Фомченкова Н.И. Управление износом инструмента и производительностью процесса при электроэрозионной обработке // Вестник Брянского государственного технического университета. 2014. № 3. С. 85–88.
5. Федонин О.Н. Съянов С.Ю. Методика определения технологических остаточных напряжений при механической и электрофизической обработке // Обработка металлов. 2002. № 4. С. 32–33.

Papikyan A.M.

THE THEORETICAL DEFINITION OF THE INDICATORS OF THE QUALITY OF THE SURFACE LAYER IN ELECTRIC DISCHARGE MACHINING OF SHAPED SURFACES

Electrical discharge machining of complex shaped surfaces, one of the most accurate methods of processing. At present, more and more often this method is used for the treatment of complex profile parts. Compared with machining, the method does not require additional operations to obtain a high manufacturing precision. When electric discharge machining occurs on the workpiece contact surface of the tool, whereby the electrical discharge occurs, which is formed in the hole location. In the end of the plurality of holes formed surface, characterized by several indicators: roughness, waviness and surface deviations on the form. This article discusses the formation of the surface layer parts as Electrical discharge machining processing, the question theoretical definition of indicators of quality of the surface layer. Theoretical dependences for calculation of indicators of quality of the surface layer.

Key words: *Electrical discharge machining, roughness, surface waviness, residual stresses.*

Папикян Алина Мушеговна, аспирант кафедры «Автоматизированные технологические системы». Брянский государственный технологический университет.
Адрес: Россия, 241035, г. Брянск, бул.50-летия Октября, 7.
E-mail: Papikan-alina@mail.ru

Бойко А.Ф., д-р техн. наук, доц.,
Лойко А.М., аспирант,
Переверзев С.С., аспирант,
Шинкарев И.Ю., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОФАКТОРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ИЗНОСА ЭЛЕКТРОДА-ИНСТРУМЕНТА ПРИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ПРОШИВКЕ МИКРООТВЕРСТИЙ

Lam.bel@mail.ru

В статье изложены результаты исследований зависимости износа электрода-инструмента при электроэрозионной прошивке микроотверстий от шести основных параметров процесса. Были получены математические модели многофакторной зависимости износа электрода-инструмента и проведен графический анализ полученных зависимостей. Для полученных моделей была произведена статистическая оценка результатов планирования эксперимента по основным показателям: значимости коэффициентов и адекватности модели. Коэффициенты математических моделей были рассчитаны для электроэрозионной прошивки микроотверстий в различных материалах. Установлено, что износ электрода-инструмента в наибольшей степени зависит от диаметра электрода-инструмента.

Ключевые слова: электроэрозионная обработка, микроотверстия, износ электрода, многофакторная зависимость, математическое моделирование, эксперимент.

Введение. Для получения микроотверстий диаметром до 0,2 мм в условиях современного производства широкое применение нашёл метод электроэрозионной прошивки. В процессе обработки форма и размеры электрода-инструмента нарушаются из-за износа. При прошивке прецизионных микроотверстий износ электрода-инструмента во многом определяет точность обработки, а значит качество обрабатываемого изделия, его эксплуатационные характеристики [1–4]. Следовательно, снижение износа электрода-инструмента для прецизионной электроэрозионной прошивки микроотверстий является актуальной научной задачей. Для решения данной задачи необходимо провести глубокий анализ зависимости износа электрода-инструмента от параметров процесса электроэрозионной прошивки микроотверстий.

Целью проведения эксперимента является определение реальной зависимости износа электрода-инструмента от основных параметров процесса электроэрозионной прошивки микроотверстий.

Методология. Эксперимент был выполнен на электроэрозионном станке 04ЭП-10М с использованием оптической головки ОГМЭ-ПЗ. При проведении многофакторного эксперимента в качестве обрабатываемого материала использовалась хромоникелевая сталь 12Х18Н10Т, в качестве электрода-инструмента – вольфрамовая проволока.

Основная часть. Электроэрозионная прошивка микроотверстий относится к методу прямого копирования, когда форма и размер получаемого отверстия определяются соответствующими

формой и размерами электрода-инструмента, имеющего в данном случае простейшую геометрическую форму в виде микропроволоки. В большинстве случаев исследуемый процесс применяется для получения сквозных и глухих микроотверстий диаметром 10 – 200 мкм.

В основе многофакторного эксперимента лежит регрессивный (корреляционный) анализ, суть которого заключается в установлении уравнения регрессии, то есть вида функциональной зависимости между случайными величинами: исследуемой функцией и переменными факторами.

В данном эксперименте определяется зависимость износа электрода-инструмента γ от диаметра электрода-инструмента d , глубины прошивки H , энергии импульса E , частоты следования импульсов f , частоты вибрации электрода-инструмента f_v и амплитуды A . В данном эксперименте проводится электроэрозионная прошивка микроотверстий диаметром от 20 мкм до 100 мкм.

Математическая модель износа электрода-инструмента при электроэрозионной прошивке может быть представлена следующим уравнением в общем виде:

$$\gamma = C_1 \cdot d^{\alpha_1} \cdot H^{\alpha_2} \cdot E^{\alpha_3} \cdot f^{\alpha_4} \cdot f_v^{\alpha_5} \cdot A^{\alpha_6}, \quad (1)$$

где $C_1, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$ – параметры исследуемой модели.

Для приведения уравнения (1) к линейному виду, прологарифмируем его:

$$\ln \gamma = \ln C_1 + \alpha_1 \ln d + \alpha_2 \ln H + \alpha_3 \ln E + \alpha_4 \ln f + \alpha_5 \ln f_v + \alpha_6 \ln A. \quad (2)$$

Примем

$$\ln \gamma = y, \ln C_1 = b_0, \alpha_1 = b_1, \ln d = x_1, \alpha_2 = b_2, \ln H = x_2, \alpha_3 = b_3, \ln E = x_3, \alpha_4 = b_4, \\ \ln f = x_4, \alpha_5 = b_5, \ln f_v = x_5, \alpha_6 = b_6, \ln A = x_6,$$

тогда уравнение (2) примет вид:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5 + b_6 x_6. \quad (3)$$

Решение этого уравнения сводится к нахождению коэффициентов $b_0 \dots b_6$ методом наименьших квадратов. В полученном линейном полиноме переменные факторы $x_1 \dots x_6$ принимают кодированные значения [5–7].

Кодирование переменных осуществляется по следующим уравнениям преобразования:

$$x_1 = \frac{2 \cdot (\ln d + \ln d_{max})}{\ln d_{max} - \ln d_{min}} + 1, \quad (4)$$

$$x_2 = \frac{2 \cdot (\ln H + \ln H_{max})}{\ln H_{max} - \ln H_{min}} + 1, \quad (5)$$

$$x_3 = \frac{2 \cdot (\ln E + \ln E_{max})}{\ln E_{max} - \ln E_{min}} + 1, \quad (6)$$

$$x_4 = \frac{2 \cdot (\ln f + \ln f_{max})}{\ln f_{max} - \ln f_{min}} + 1, \quad (7)$$

$$x_5 = \frac{2 \cdot (\ln f_v + \ln f_{v max})}{\ln f_{v max} - \ln f_{v min}} + 1, \quad (8)$$

$$x_6 = \frac{2 \cdot (\ln A + \ln A_{max})}{\ln A_{max} - \ln A_{min}} + 1. \quad (9)$$

Так как варьирование факторов имеет большой диапазон, то невозможно одной моделью охватить весь интервал варьирования факторов. Следовательно, необходимо разбить интервалы варьирования для охвата всего диапазона.

Разобьем диапазон диаметров микроотверстий от 20 мкм до 100 мкм на два интервала варьирования от 20 мкм до 50 мкм и от 50 мкм до 100 мкм. Тогда модель износа электрода-инструмента будет иметь обозначения: для интервала варьирования от 20 мкм до 50 мкм – γ_{20-50} ; для интервала варьирования от 50 мкм до 100 мкм – γ_{50-100} .

Расчет модели для интервала варьирования от 50 мкм до 100 мкм приводится подробно, расчет для интервала варьирования от 20 мкм до 50 мкм выполняется аналогично.

Условия эксперимента для интервала варьирования диаметров от 50 мкм до 100 мкм представлены в табл. 1.

Таблица 1

Таблица условий эксперимента для диаметров от 50 мкм до 100 мкм

Уровни факторов	Натуральные значения факторов						Кодовые значения факторов					
	d , мкм	H , мкм	E , мкДж	f , кГц	f_v , Гц	A , мкм	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
верхний	100	1200	50,47	100	590	16	+1	+1	+1	+1	+1	+1
средний	70	350	25,79	50	376,3	4	0	0	0	0	0	0
нижний	50	100	13,18	25	240	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Натуральные значения факторов среднего уровня определяются по формуле (для диаметра электрода-инструмента):

$$d_{cp} = e^{\frac{\ln d_{max} + \ln d_{min}}{2}}, \quad (10)$$

аналогично и для других параметров модели.

Кодированные значения факторов для модели с интервалом варьирования диаметров от 50 мкм до 100 мкм по зависимостям (4) – (9) будут иметь вид:

$$x_1 = 2,89 \ln d - 12,29, \quad (11)$$

$$x_2 = 0,8 \ln H - 4,71, \quad (12)$$

$$x_3 = 1,49 \ln E - 4,84, \quad (13)$$

$$x_4 = 1,44 \ln f - 5,64, \quad (14)$$

$$x_5 = 2,22 \ln f_v - 13,19, \quad (15)$$

$$x_6 = 0,72 \ln A - 1. \quad (16)$$

Для определения коэффициентов уравнения (3) необходимо провести дробный факторный эксперимент с 1/8 репликой типа 2^{6-3} .

Матрица планирования эксперимента приведена в табл. 2.

В соответствии с составленной матрицей планирования были проведены эксперименты и определены величины линейного износа электрода-инструмента (табл. 3).

По результатам экспериментов определяются коэффициенты уравнения (3) по следующим формулам:

$$b_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad (17)$$

$$b_1 \dots b_6 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i x_i, \quad (18)$$

где n – количество экспериментов, y_i – логарифм полученного значения эксперимента, x_i – кодовое значение фактора.

После вычисления коэффициентов по формулам (17) и (18) и подстановки их в уравнение (3) получим уравнение регрессии:

$$y_{\gamma(50-100)} = 4,07 - 0,52x_1 + 0,42x_2 + 0,1x_3 + 0,09x_4 + 0,18x_5 + 0,1x_6. \quad (19)$$

Таблица 2

Матрица планирования эксперимента для диаметров от 50 мкм до 100 мкм

№ опыта	Натуральные значения факторов						Кодовые значения факторов						
	<i>d</i> , мкм	<i>H</i> , мкм	<i>E</i> , мкДж	<i>f</i> , кГц	<i>f_v</i> , Гц	<i>A</i> , мкм	<i>x</i> ₀	<i>x</i> ₁	<i>x</i> ₂	<i>x</i> ₃	<i>x</i> ₄	<i>x</i> ₅	<i>x</i> ₆
1	100	1200	50,47	100	590	16	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
2	50	1200	50,47	25	240	16	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1
3	100	100	50,47	25	590	1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1
4	50	100	50,47	100	240	1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1
5	100	1200	13,18	100	240	1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1
6	50	1200	13,18	25	590	1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1
7	100	100	13,18	25	240	16	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1
8	50	100	13,18	100	590	16	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1

Таблица 3

Результаты экспериментов для диаметров от 50 мкм до 100 мкм

№ опыта	Износ электрода-инструмента <i>γ</i> , %	<i>y = ln γ</i>
1	70,8	4,26
2	166,7	5,12
3	30	3,4
4	50	3,9
5	47,5	3,86
6	122,5	4,72
7	15	2,71
8	100	4,61

По результатам экспериментов определяются коэффициенты уравнения (3) по следующим формулам:

$$b_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \tag{17}$$

$$b_1 \dots b_6 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i x_i, \tag{18}$$

где *n* – количество экспериментов, *y_i* – логарифм полученного значения эксперимента, *x_i* – кодовое значение фактора.

После вычисления коэффициентов по формулам (17) и (18) и подстановки их в уравнение (3) получим уравнение регрессии:

$$y_{\gamma(50-100)} = 4,07 - 0,52x_1 + 0,42x_2 + 0,1x_3 + 0,09x_4 + 0,18x_5 + 0,1x_6. \tag{19}$$

После раскодирования уравнения (19) и потенцирования получим искомую математическую модель:

$$y_{50-100} = \frac{e^{5,02} \cdot H^{0,34} \cdot E^{0,15} \cdot f^{0,13} \cdot f_v^{0,4} \cdot A^{0,07}}{d^{1,5}}. \tag{20}$$

Аналогично была получена модель зависимости износа электрода-инструмента для интервала варьирования от 20 мкм до 50 мкм:

$$y_{20-50} = \frac{e^{7,43} \cdot H^{0,27} \cdot E^{0,15} \cdot f^{0,35} \cdot f_v^{0,4} \cdot A^{0,07}}{d^{1,68} \cdot f_v^{0,08}}. \tag{21}$$

Для полученных моделей была произведена статистическая оценка результатов планирования эксперимента по основным показателям: значимости коэффициентов и адекватности модели [5, 8].

При оценке значимости коэффициентов подлежат оценке коэффициенты уравнения регрессии (19) до его раскодирования. Значимость любого коэффициента уравнения проверяется путем сравнения абсолютного значения коэффициента *b_i* с доверительным интервалом Δb коэффициентов регрессии [5, 8]. Коэффициент *b_i* считается значимым, если:

$$|b_i| \geq \Delta b. \tag{22}$$

В результате расчетов было установлено, что все коэффициенты уравнения регрессии (19)

больше Δb , следовательно, они являются значимыми. Для интервала варьирования от 20 до 50 мкм было установлено, что коэффициент при переменной *x₅* меньше Δb , следовательно, он не является значимым.

Проверка адекватности модели выполнена по *F*-критерию Фишера [9]. Для обоих интервалов варьирования факторов расчетное значение критерия оказалось меньше теоретического (*F_p* < *F_m*), следовательно, полученные математические модели адекватны.

Были проведены шестифакторные эксперименты с другими обрабатываемыми материалами, получены соответствующие математические модели. Установленные коэффициенты модели (1), полученные при электроэрозионной прошивке микроотверстий в различных материалах вольфрамовыми электродами-инструментами, представлены в табл. 4 и 5.

На рис. 1–3 представлены графики зависимости износа электрода-инструмента (*γ₂₀₋₅₀* и *γ₅₀₋₁₀₀*) при электроэрозионной прошивке микро

отверстий моделей (20) и (21) от одного из факторов при среднем значении остальных факторов.

Таблица 4

**Коэффициенты модели относительного линейного износа
электрода-инструмента диаметром 20 – 50 мкм:**

$$\gamma_{20-50} = C_1 \cdot d^{\alpha_1} \cdot H^{\alpha_2} \cdot E^{\alpha_3} \cdot f^{\alpha_4} \cdot f_v^{\alpha_5} \cdot A^{\alpha_6}$$

Обрабатываемый материал	C_1	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6
Латунь	208	-2,04	0,09	0,05	0,12	-0,06	0,023
Молибден	93,5	-0,87	0,21	0,12	0,27	-0,026	0,055
Сталь У8	40,3	-0,64	0,29	0,16	0,37	-0,019	0,074
Ковар 29НК	20,6	-0,66	0,28	0,5	0,36	-0,019	0,072
Медь	250,3	-1,24	0,15	0,08	0,19	-0,036	0,038
Твердый сплав ВК6М	83,3	-0,85	0,22	0,12	0,28	-0,025	0,056
Никель	79,4	-0,83	0,22	0,12	0,29	-0,024	0,057
Вольфрам	158	-1,06	0,17	0,096	0,22	-0,031	0,045
Сталь 12Х18Н10Т	16,86	-1,68	0,27	0,15	0,35	-0,02	0,07
Хром	37,3	-0,62	0,3	0,165	0,38	-0,018	0,077
Сплав 47НД	43,6	-0,65	0,28	0,156	0,36	-0,019	0,073
Тантал	35,5	-0,61	0,3	0,166	0,39	-0,018	0,077
Константан СМЦ 40 - 1,5	24,9	-0,53	0,34	0,19	0,45	-0,016	0,089

Таблица 5

**Коэффициенты модели относительного линейного износа
электрода-инструмента диаметром 50 – 100 мкм:**

$$\gamma_{50-100} = C_1 \cdot d^{\alpha_1} \cdot H^{\alpha_2} \cdot E^{\alpha_3} \cdot f^{\alpha_4} \cdot f_v^{\alpha_5} \cdot A^{\alpha_6}$$

Обрабатываемый материал	C_1	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6
Латунь	310,5	-1,82	0,17	0,07	0,06	0,2	0,03
Молибден	1,42	-0,77	0,4	0,17	0,135	0,46	0,07
Сталь У8	15,9	-0,57	0,33	0,14	0,21	0,11	0,06
Ковар 29НК	10,8	-0,51	0,25	0,16	0,15	0,22	0,075
Медь	58,1	-1,11	0,18	0,09	0,08	0,2	0,04
Твердый сплав ВК6М	28	-0,76	0,22	0,1	0,09	0,28	0,05
Никель	10,3	-0,74	0,27	0,12	0,10	0,31	0,055
Вольфрам	34,3	-0,95	0,2	0,09	0,08	0,23	0,04
Сталь 12Х18Н10Т	151,4	-1,5	0,34	0,15	0,13	0,40	0,07
Хром	6,2	-0,55	0,36	0,18	0,14	0,26	0,08
Сплав 47НД	4,35	-0,58	0,35	0,16	0,12	0,35	0,07
Тантал	3,65	-0,54	0,38	0,17	0,145	0,33	0,08
Константан СМЦ 40 - 1,5	1,62	-0,47	0,41	0,19	0,16	0,44	0,085

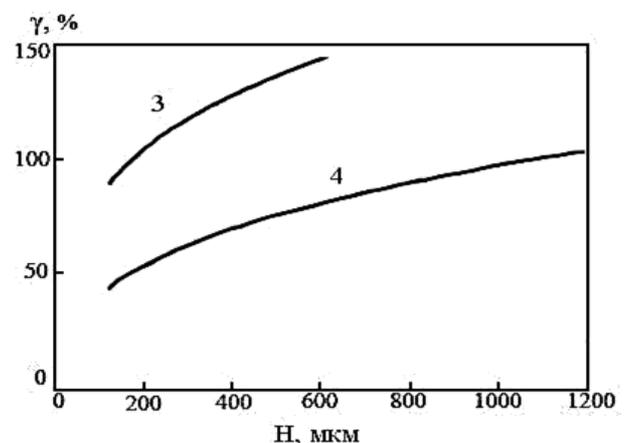
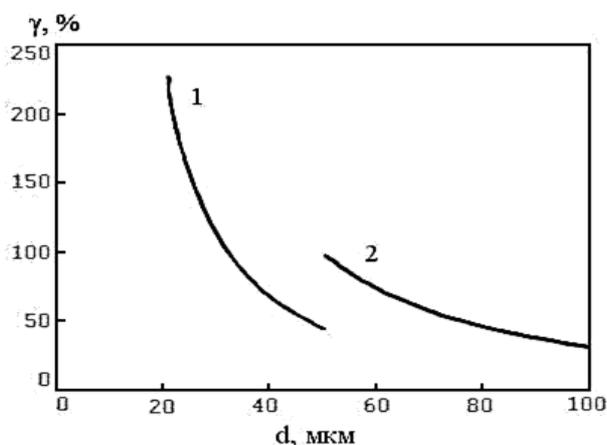


Рис. 1. Графики зависимости износа электрода-инструмента γ от диаметра d электрода-инструмента (слева) и глубины H прошиваемого отверстия (справа): 1 – $\gamma_{20-50}(d)$; 2 – $\gamma_{50-100}(d)$; 3 – $\gamma_{20-50}(H)$; 4 – $\gamma_{50-100}(H)$

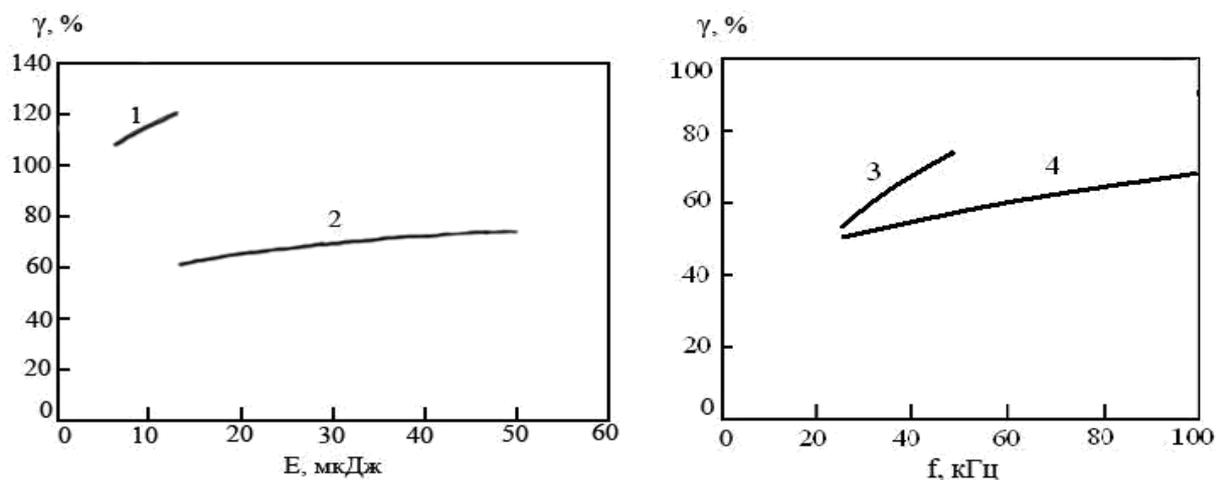


Рис. 2. Графики зависимости износа электрода-инструмента γ от энергии E импульсов (слева) и частоты f импульсов (справа): 1 – $\gamma_{20-50}(E)$; 2 – $\gamma_{50-100}(E)$; 3 – $\gamma_{20-50}(f)$; 4 – $\gamma_{50-100}(f)$

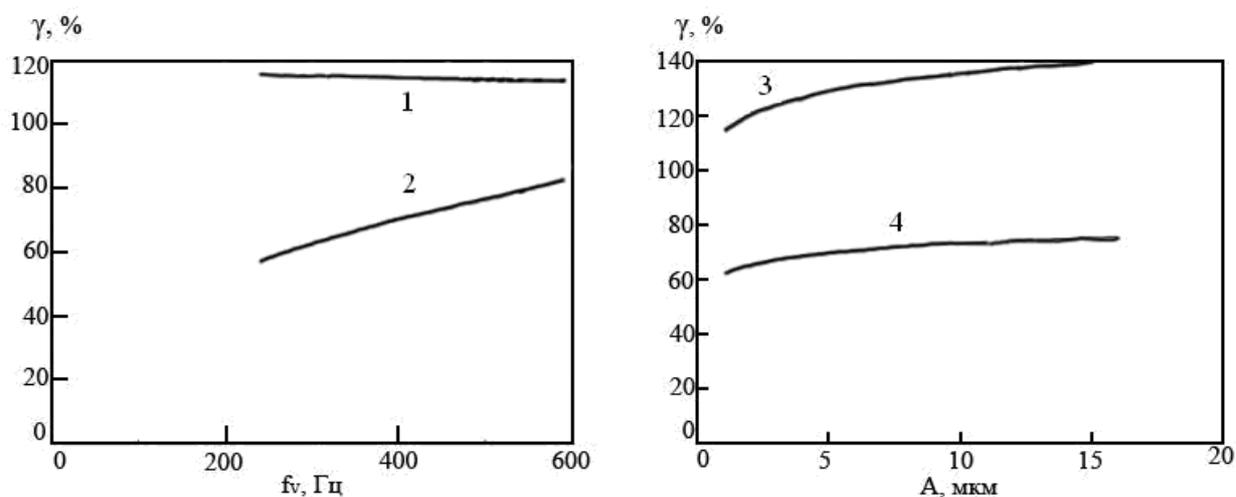


Рис. 3. Графики зависимости износа электрода-инструмента γ от частоты f_v вибрации и амплитуды A вибрации электрода-инструмента (справа): 1 – $\gamma_{20-50}(f_v)$; 2 – $\gamma_{50-100}(f_v)$; 3 – $\gamma_{20-50}(A)$; 4 – $\gamma_{50-100}(A)$

Выводы:

1. Во всем исследуемом диапазоне диаметров электродов-инструментов с увеличением диаметра износ электрода-инструмента снижается (рис. 1, кривые 1 и 2), что объясняется уменьшением удельной электрической мощности, подводимой к межэлектродному промежутку (мощности на единицу обрабатываемой поверхности), и, соответственно, уменьшением термической нагрузки на электрод-инструмент.

2. С увеличением глубины обработки увеличивается износ электрода-инструмента (рис. 1, кривые 3 и 4), так как при обработке на большей глубине ухудшаются условия самозвакуации продуктов эрозии из межэлектродного промежутка.

3. С увеличением энергии импульсов износ электрода-инструмента увеличивается во всем диапазоне энергий (рис. 2, кривые 1 и 2), что связано с увеличением удельной электрической мощности и термической нагрузки на электрод-инструмент в рабочей зоне.

4. Увеличение частоты импульсов существенно увеличивает износ электрода-

инструмента (рис. 2, кривая 3), но только в диапазоне малых диаметров, и несущественно – в диапазоне больших диаметров (кривая 4), что объясняется более высокой удельной подводимой электрической мощностью в случае прошивки отверстий малого диаметра.

5. Частота вибрации электрода-инструмента незначительно влияет на его износ в диапазоне малых диаметров электрода-инструмента (рис. 3, кривая 1) и значительно – в диапазоне больших диаметров (кривая 2); при этом с увеличением частоты вибрации значительно увеличивается износ электрода-инструмента, что объясняется относительным увеличением числа рабочих (полезных) разрядных импульсов в общем количестве генерируемых импульсов.

6. Из графиков на рис. 3 видно, что с увеличением амплитуды вибрации электрода-инструмента растет его износ (кривые 3 и 4). Таким образом, увеличение и частоты и амплитуды вибрации более эффективно для электродов-инструментов меньшего диаметра.

7. Из полученных математических моделей и построенных графиков видно, что наиболее

значимым параметром, влияющим на износ электрода-инструмента при электроэрозионной прошивке, является диаметр электрода-инструмента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бойко А.Ф. Эффективная технология и оборудование для электроэрозионной прошивки прецизионных микроотверстий. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 314 с.
2. Пузачева Е.И. Совершенствование технологии малоизносной электроэрозионной обработки высокоточных малых отверстий: Автореф. дис. канд. техн. наук. Брянск, 2015. 22 с.
3. Бойко А.Ф., Пузачева Е.И. Точность электроэрозионной прошивки микроотверстий // Технология машиностроения. 2012. №6. С. 50–53.
4. Фатеев Н.К. Технология электроэрозионной обработки. М.: Машиностроение, 1980. 184

с.

5. Погонин А.А., Бойко А.Ф., Блинова Т.А. Научно-исследовательская работа по специальности. Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. 56 с.
6. Бойко А.Ф., Пузачева Е.И., Жуков Е.М. Исследование шероховатости обработанной поверхности при электроэрозионной прошивке малых отверстий с использованием малоизносной схемы генератора импульсов с индуктивностью в разрядной цепи // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. №3. С. 98–102.
7. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М.: Машиностроение, 1981. 184 с.
8. Горский В.Г., Адлер Ю.П. Планирование промышленных экспериментов. М.: Metallurgia, 1974. 264 с.
9. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 280 с.

Boyko A.F., Loyko A.M., Pereverzev S.S., Shinkaryov I.Y.

RESEARCH OF MULTIFACTORIAL DEPENDENCE OF THE TOOL-ELECTRODE WEAR AT THE ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING OF SMALL OPENINGS

The article presents the results of research of dependence tool-electrode wear at electrical discharge machining (EDM) of small openings by six main process parameters. Mathematical models of multifactorial dependence of tool-electrode wear were obtained, and graphical analysis of the dependencies was performed. For the obtained models was performed statistical evaluation of experimental results in the main indicators: the significance of the coefficients and the adequacy of the model. The coefficients of mathematical models have been designed for EDM of small openings in various materials. It is found that the tool-electrode wear is most dependent on the diameter of the tool-electrode.

Key words: *electrical discharge machining, small openings, electrode wear, multifactorial dependence, mathematical modeling, experiment.*

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.

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

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

Шинкарев Иван Юрьевич, аспирант кафедры технологии машиностроения. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: egorka20082008@mail.ru

Бешевли О.Б., аспирант,
Дуюн Т.А., д-р техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ БАББИТА*

Oleg-beshevli@yandex.ru

Представлена методика разработки эмпирических моделей шероховатости поверхности при фрезеровании баббитов марок Б16 и Б83, применяемых в качестве материала антифрикционного слоя крупногабаритных подшипников скольжения. Для разработки моделей использовалось планирование экстремальных экспериментов второго порядка методом ротатбельного планирования. В качестве исследуемых технологических параметров приняты: подача режущего инструмента, глубина резания и скорость резания. Установлено влияние исследуемых технологических режимов фрезерования на формирование шероховатости поверхности баббита. Разработанные эмпирические модели позволяют обоснованно назначать технологические параметры, прогнозировать значение получаемой шероховатости, проводить оптимизацию технологических параметров.

Ключевые слова: крупногабаритные подшипники скольжения, ремонтная обработка опорной поверхности, фрезерование баббита, зависимость шероховатости поверхности от технологических режимов.

Введение. Баббиты – легкоплавкие антифрикционные сплавы на основе олова или свинца применяют в качестве антифрикционного материала опор подшипников скольжения. Наиболее широкое применение данные материалы получили для крупногабаритных подшипников скольжения, используемых в горнорудной промышленности. К качеству опорной поверхности скольжения подшипника предъявляют весьма жесткие требования, так как качество данной поверхности во многом определяет надежность работы подшипника и эксплуатируемого агрегата в целом. Качество поверхности скольжения обуславливает коэффициент и условия трения-скольжения, удержание смази, износостойкость. Технологическое обеспечение качества поверхности является одной из наиболее важных задач процесса изготовления изделия [1–5]. В процессе ремонтной обработки крупногабаритных подшипников в качестве окончательного метода обработки опорной поверхности используют ручное шабрение, имеющее ряд недостатков, основными из которых являются высокая трудоемкость и нестабильное обеспечение качества поверхности. В качестве альтернативы ручному шабрению предлагается применять механическую обработку фрезерованием с использованием специального ремонтного оборудования [6–9]. Для обеспечения качества обрабатываемой поверхности необходимо установить влияние технологических параметров на шероховатость поверхности.

Методология. Для разработки эмпирических моделей использовалась методика планирования эксперимента – планирование экстре-

мальных экспериментов второго порядка методом ротатбельного планирования [10].

Основная часть.

Целью работы является разработка эмпирических моделей, определяющих шероховатость обрабатываемой поверхности при фрезеровании баббитов различных марок в зависимости от технологических параметров.

В качестве исследуемых марок баббитов приняты наиболее широко используемые баббиты из свинцовой и оловянной групп – Б16 и Б83. В качестве исследуемых технологических параметров использовались: подача режущего инструмента, глубина резания и скорость резания. Выбор обоснован следующими соображениями: подача оказывает наибольшее влияние на формирование шероховатости независимо от режима обработки, глубина резания влияет на силовые характеристики, обуславливая вибрации технологической системы и тем самым влияя на шероховатость, скорость резания обуславливает температурные, силовые и деформационные характеристики процесса, существенно влияя на формирование шероховатости [3].

Для проведения эксперимента применялось следующее оборудование и инструмент: консольно-фрезерный станок 6Т82Ш, портативный прибор для измерения шероховатости поверхности профилометр TIME TR100, торцовая фреза диаметром 32 мм с четырьмя зубьями.

Для решения поставленной задачи проводилось математическое планирование эксперимента методом ротатбельного планирования.

Уровни факторов и интервалы варьирования выбраны в соответствии со значениями чи-

стовых, получистовых и черновых режимов (табл. 1).

Центральный композиционный план второго порядка для трех факторов состоит из плана

полного факторного эксперимента типа 2^3 (опыты 1–8), шести опытов в центре плана (опыты 9–14) и шести опытов в «звездных точках» (опыты 15–20).

Таблица 1

Уровни и интервалы планирования факторов

№	Факторы	Кодовое обозначение	Интервалы варьирования	Натуральные уровни факторов, соответствующие кодированным				
				+1,682	+1	0	-1	-1,682
1	V, м/мин	x_1	35	160	140	105	70	50
2	S, мм/об	x_2	0.1	0,37	0,3	0,2	0,1	0,03
3	t, мм	x_3	0.75	2,75	2,25	1.5	0,75	0,3

Эмпирическую модель шероховатости представим в виде уравнения регрессии:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (1)$$

По результатам опытов, выполненных в соответствии с принятым планом эксперимента

(табл. 2) вычислены коэффициенты уравнения регрессии (табл. 3).

Таблица 2

План эксперимента и результаты опытов

Содержание плана	№ оп.	x_1	x_2	x_3	v, м/мин	s, мм/об	t, мм	Ra B16, мкм	Ra B83, мкм
Полный факторный эксперимент типа 2^3	1	+	+	+	140	0,3	2,25	10	11,7
	2	+	+	-	140	0,3	0,75	9,5	11,3
	3	+	-	+	140	0,1	2,25	1,9	2,3
	4	+	-	-	140	0,1	0,75	2,1	2,4
	5	-	+	+	70	0,3	2,25	8,3	9,3
	6	-	+	-	70	0,3	0,75	9,04	10,4
	7	-	-	+	70	0,1	2,25	1,7	1,9
	8	-	-	-	70	0,1	0,75	2,0	2,5
Опыты в центре плана	9	0	0	0	105	0,2	1,5	4,0	4,8
	10	0	0	0	105	0,2	1,5	4,1	4,9
	11	0	0	0	105	0,2	1,5	4,0	4,8
	12	0	0	0	105	0,2	1,5	4,1	4,9
	13	0	0	0	105	0,2	1,5	4,0	4,8
	14	0	0	0	105	0,2	1,5	4,1	4,9
Опыты в «звездных» точках	15	1,682	0	0	160	0,2	1,5	4,9	5,9
	16	-1,682	0	0	50	0,2	1,5	5,8	6,9
	17	0	1,682	0	105	0,37	1,5	9,1	10,2
	18	0	-1,682	0	105	0,03	1,5	1,3	1,7
	19	0	0	1,682	105	0,2	2,75	7,1	8,3
	20	0	0	-1,682	105	0,2	0,3	6,4	7,6

Таблица 3

Значения коэффициентов уравнения регрессии

Коэффициент	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{11}	b_{22}	b_{33}
Материал										
B16	4,195	0,069	3,094	-0,044	0,233	0,042	-0,092	0,381	0,328	0,726
B83	5,022	0,14	3,507	-0,019	0,375	0,25	0	0,445	0,285	0,815

После подстановки значений коэффициентов уравнение (1) для баббита B16 принимает вид:

$$y = 4,195 + 0,069x_1 + 3,094x_2 - 0,044x_3 + 0,233x_1x_2 + 0,042x_1x_3 - 0,092x_2x_3 + 0,381x_1^2 + 0,328x_2^2 + 0,726x_3^2 \quad (2)$$

для баббита Б83:

$$y = 5,022 + 0,14x_1 + 3,507x_2 - 0,019x_3 + 0,375x_1x_2 + 0,25x_1x_3 + 0,445x_1^2 + 0,285x_2^2 + 0,815x_3^2 \quad (3)$$

При проверке полученных уравнений необходимо знать дисперсию s_y^2 воспроизводимости эксперимента. Находим ее по результатам шести опытов, поставленных в центре плана.

для Б16:

$$\bar{y} = \frac{1}{n_0} \sum_{n=1}^{n_0=6} y_u = 4,05; \text{ для Б83 } \bar{y} = \frac{1}{n_0} \sum_{n=1}^{n_0=6} y_u = 4,85 \quad (4)$$

Дисперсия s_y^2 воспроизводимости эксперимента:

$$s_y^2 = \frac{1}{n_0 - 1} \sum_{u=1}^{n_0=6} (y_u - \bar{y})^2 = 0,03 \quad (5)$$

Дисперсии, характеризующие ошибки в определении коэффициентов уравнения регрессии, при $k = 3$ примут вид:

$$s^2 \{b_0\} = 0,16666s_y^2 = 5 \times 10^{-4} \quad (6)$$

$$s^2 \{b_i\} = 0,07322s_y^2 = 2,197 \times 10^{-4} \quad (7)$$

$$s^2 \{b_{ii}\} = 0,125s_y^2 = 3,75 \cdot 10^{-4} \quad (8)$$

$$s^2 \{b_{ij}\} = 0,0695s_y^2 = 2,085 \cdot 10^{-4} \quad (9)$$

Определяем доверительные интервалы для коэффициентов:

$$y = 4,195 + 0,069x_1 + 3,094x_2 - 0,044x_3 + 0,233x_1x_2 - 0,092x_2x_3 + 0,381x_1^2 + 0,328x_2^2 + 0,726x_3^2 \quad (11)$$

для баббита Б83

$$y = 5,022 + 0,14x_1 + 3,507x_2 + 0,375x_1x_2 + 0,25x_1x_3 + 0,445x_1^2 + 0,285x_2^2 + 0,815x_3^2 \quad (12)$$

Проверка гипотезы адекватности моделей показала, что модели адекватны при 5%-ном уровне значимости, так как расчетное значение F-критерия меньше табличного. Вычисленные по уравнению регрессии значения y отличаются от экспериментальных на величины, не превышающие ошибку опыта.

$$F_p = \frac{s_{ao}^2}{s_y^2} = 4,204 \quad (13)$$

При 5 %-ном уровне значимости и числах степеней свободы для числителя 10 и знаменателя 5 табличное значение критерия равно 4,74.

$$Ra(s, v, t) = 8,35 - 6,7 \cdot 10^{-3}v + 11,26s - 3,8t + 3,33 \cdot 10^{-2}vs - 6,1 \cdot 10^{-1}st + 3 \cdot 10^{-4}v^2 + 8,2s^2 + 1,3t^2 \quad (15)$$

для баббита Б83

Среднее арифметическое значение параметра оптимизации \bar{y} в центре плана:

$$\begin{aligned} \Delta b_0 &= \pm ts \{b_0\} = 0,057 \\ \Delta b_i &= \pm ts \{b_i\} = 0,038 \\ \Delta b_{ii} &= \pm ts \{b_{ii}\} = 0,05 \\ \Delta b_{ij} &= \pm ts \{b_{ij}\} = 0,037 \end{aligned} \quad (10)$$

где $t=2,57$ – табличное значение критерия Стьюдента при 5%-ном уровне значимости и числе степеней свободы $f=5$.

Для баббита Б16 коэффициент b_{13} меньше доверительного интервала, а для баббита Б83 коэффициенты b_3 и b_{23} меньше доверительных интервалов, поэтому их можно признать статистически незначимыми и исключить из уравнений регрессии (2), (3). После исключения незначимых коэффициентов уравнения принимают вид:

для баббита Б16

Значение $F_p < F_T$, поэтому модели следует признать адекватными.

Уравнения (11) и (12) неудобны для интерпретации полученных результатов и практических расчетов, поэтому преобразуем их по формулам перехода от кодированных значений (x_1, x_2, x_3) к натуральным значениям факторов (s, v, t) :

$$x_1 = \frac{v-105}{35}; \quad x_2 = \frac{s-0,1}{0,2}; \quad x_3 = \frac{t-1,5}{0,75} \quad (14)$$

Таким образом, уравнения (11) и (12) принимают вид:
для баббита Б16

$$Ra(s, v, t) = 12,625 - 7,8 \cdot 10^{-1} v + 10,5s - 5,3t + 5,4 \cdot 10^{-2} vs - 9,5 \cdot 10^{-3} vt + 3,8 \cdot 10^{-4} v^2 + 7,1s^2 + 1,4t^2 \quad (16)$$

Полученные уравнения (15), (16) адекватны и могут быть использованы в качестве эмпирических моделей получаемой шероховатости поверхности при чистовом, получистовом и черновом фрезеровании.

На рис. 1–3 представлены зависимости шероховатости поверхности от скорости, подачи и

глубины резания при фрезеровании баббита Б16, на рис. 4–6 – аналогичные зависимости при фрезеровании баббита Б83. Горизонтальными линиями обозначены обеспечиваемые шероховатости получистового (Ra 6,3) и чистового (Ra 3,2) фрезерования.

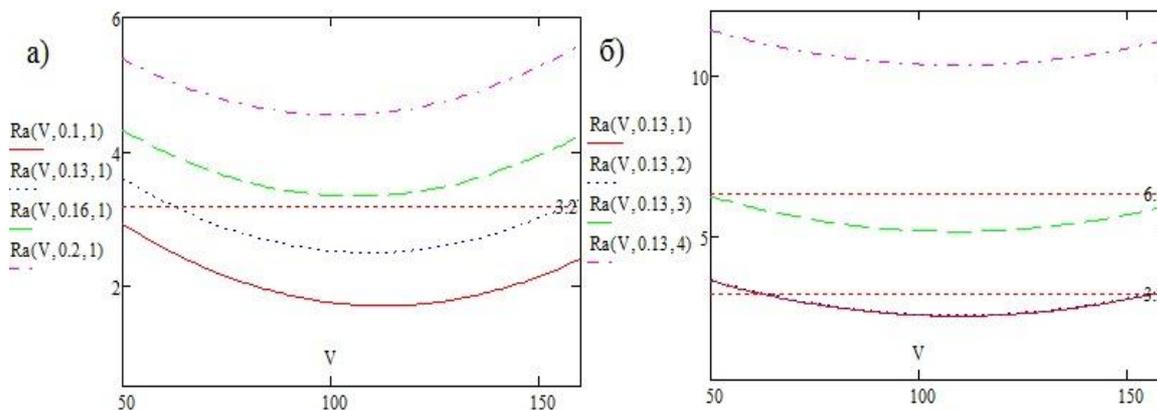


Рис. 1. Влияние скорости резания на получаемую шероховатость при фрезеровании баббита Б16: а – подача 0,1–0,2 мм/зуб, глубина резания 1 мм; б – подача 0,13 мм/зуб, глубина резания 1–4 мм

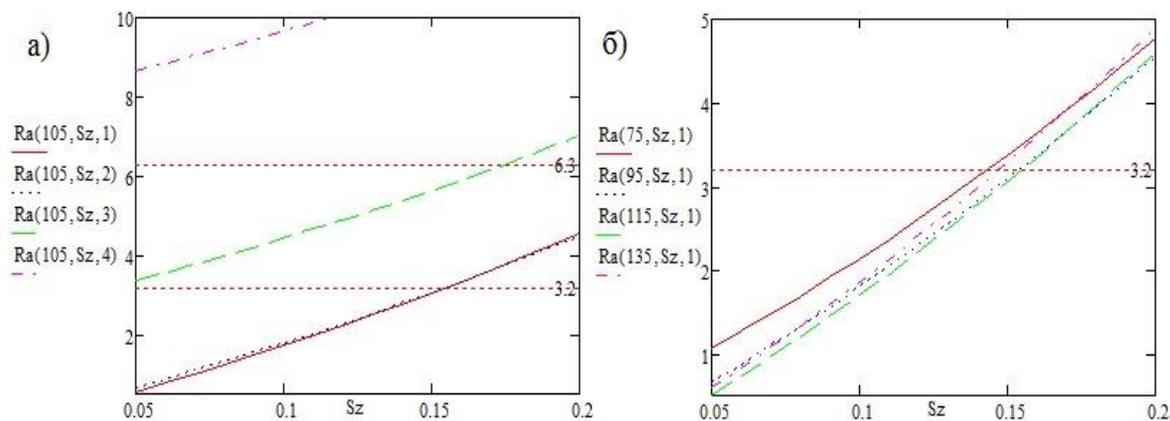


Рис. 2. Влияние подачи на получаемую шероховатость при фрезеровании баббита Б16: а – скорость резания 105 м/мин, глубина резания 1 – 4 мм; б – скорость резания 75 – 135 м/мин, глубина резания 1 мм

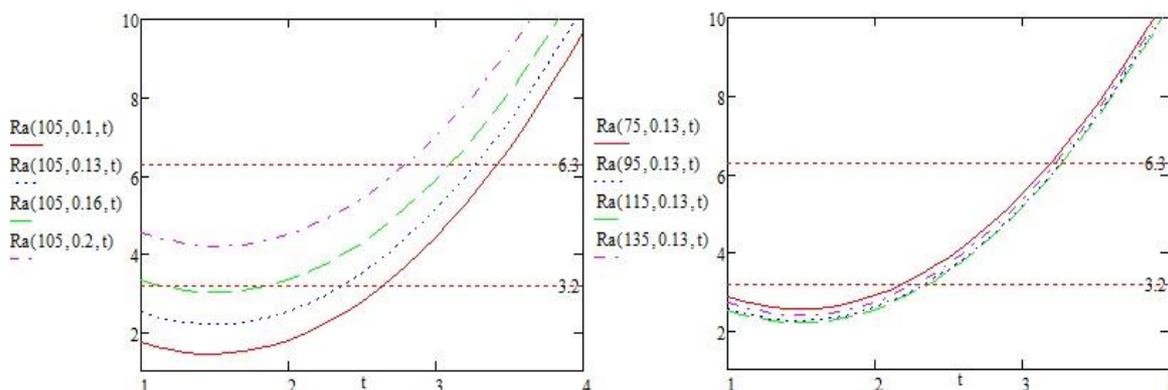


Рис. 3. Влияние глубины резания на получаемую шероховатость при фрезеровании баббита Б16: а – скорость резания 105 м/мин, подача 0,1 – 0,2 мм/зуб; б – скорость резания 75 – 135 м/мин, подача 0,13 мм/зуб

Анализируя графики рис. 1–3 можно сделать следующие выводы. Увеличение подачи

увеличивает шероховатость поверхности, зависимость близка к линейному виду, что соответ-

ствуется известным теоретическим положением. Скорость резания не оказывает существенного влияния в исследуемом диапазоне, однако ее влияние возрастает при малых глубинах резания. Влияние глубины резания имеет явный экс-

тремальный характер. Минимальная шероховатость обеспечивается при глубине около 1,5 мм, с увеличением глубины резания значения шероховатости увеличиваются.

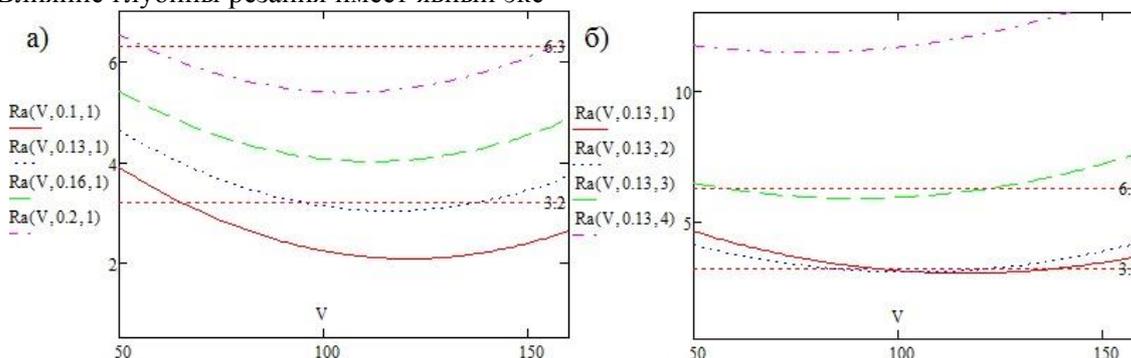


Рис. 4. Влияние скорости резания на получаемую шероховатость при фрезеровании баббита Б83: а – подача 0,1 – 0,2 мм/зуб, глубина резания 1 мм; б – подача 0,13 мм/зуб, глубина резания 1 – 4 мм.

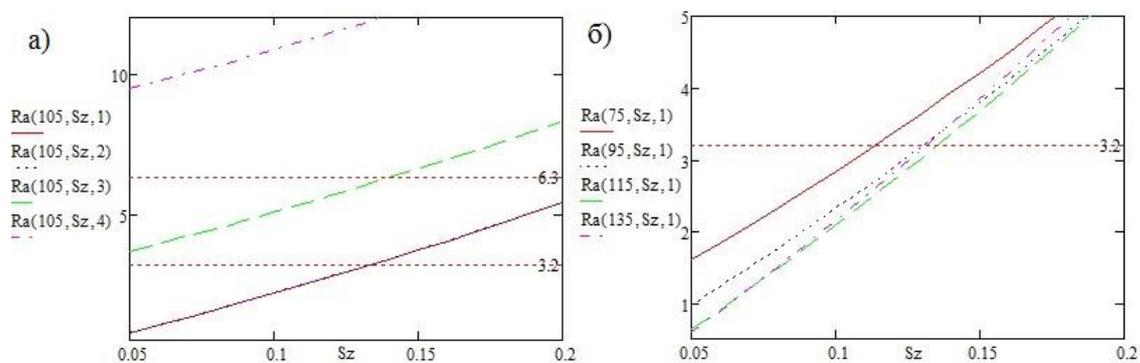


Рис. 5. Влияние подачи на получаемую шероховатость при фрезеровании баббита Б83: а – скорость резания 105 м/мин, глубина резания 1 – 4 мм; б – скорость резания 75 – 135 м/мин, глубина резания 1 мм.

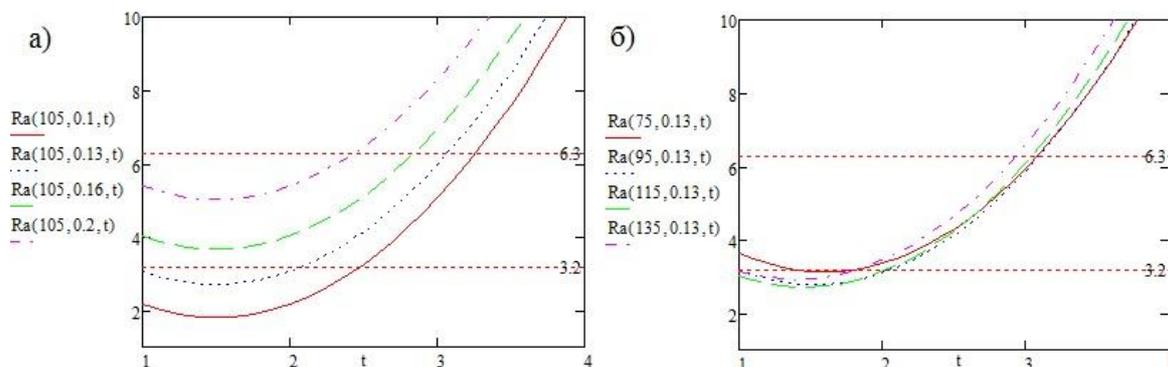


Рис. 6. Влияние глубины резания на получаемую шероховатость при фрезеровании баббита Б83: а – скорость резания 105 м/мин, подача 0,1 – 0,2 мм/зуб; б – скорость резания 75 – 135 м/мин, подача 0,13 мм/зуб

Закономерности формирования шероховатости поверхности при фрезеровании баббита Б83 (рис.4 – рис.6), в общем, аналогичны фрезерованию баббита Б16. Отличия состоят в числовых значениях шероховатости при определенных сочетаниях технологических режимов. Шероховатость поверхности при фрезеровании баббита Б83 несколько больше, чем при аналогичных сочетаниях технологических режимов фрезерования баббита Б16. Несколько смещен в сторону больших скоростей экстремум влияния

скорости резания при фрезеровании баббита Б83.

Заключение. Разработанные эмпирические модели шероховатости поверхности при фрезеровании баббитов Б16 и Б83 позволяют обоснованно назначать технологические параметры, обеспечивающие заданное качество, прогнозировать значение получаемой шероховатости, проводить оптимизацию технологических параметров с целью повышения производительности, снижения себестоимости.

* Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ «Математическое моделирование и оптимизация процессов механической обработки как средство управления технологическими параметрами на основе нечеткой логики» №1404-08044.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пастухов А.Г., Дегтярев Н.М., Минасян А.Г. Теоретическое обоснование режимов механической обработки шипов упрочненных крестовин // Научное обозрение. 2014. № 4. С. 215–222.
2. Пастухов А.Г. Методика оценки качества сборочных единиц по функциональным параметрам // Все материалы. Энциклопедический справочник. Приложение «Комментарии к стандартам, ТУ, сертификатам». 2014. № 3. С. 9-16.
3. Пастухов А.Г., Федоров С.К., Дегтярев Н.М., Жуков Е.М. Экспериментальные исследования влияния режимов ЭМО на эксплуатационные свойства рабочих поверхностей шипов крестовин // Труды ГОСНИТИ. 2014. Т.117. С. 100–104.
4. Щетинин Н.А., Рыбалко В.Ю., Мурыгина Л.В., Черняев А.С., Шрубченко И.В. Параметры шероховатости поверхности при ленточном шлифовании // Электронный ресурс. Материалы Международной науч.-техн. конф. молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2012.
5. Мурыгина Л.В., Шрубченко И.В. Моделирование чистой обработки базовых поверхностей опор технологических барабанов // Технология машиностроения. 2011. №9. С. 57–60.
6. Дуганов В.Я. Станок для обработки вкладышей крупногабаритных подшипников скольжения: пат. 132012 Рос. федерация: МПК7 В23D 1/20, В23D 9/00 / Дуганов В.Я., Бешевли О.Б. и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородский гос-й технологический ун-т им. В.Г. Шухова. - № 2013100863/02; заяв. 09.01.13; опубл. 10.09.2013 Бюл. №25
7. Дуюн Т.А., Бешевли О.Б. Влияние технологических параметров на температурный режим и получаемое качество поверхности при фрезеровании баббита // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. №2. С. 112–117.
8. Лозовая С.Ю., Бешевли О.Б., Дуюн Т.А., Воробьев Н.Д. Обеспечение технологических параметров фрезерования баббита при ремонтной обработке крупногабаритных подшипников скольжения // Фундаментальные исследования. 2015. №9-2. С. 273–277.
9. Лозовая С.Ю., Бешевли О.Б., Дуюн Т.А., Воробьев Н.Д. Повышение эффективности ремонтной обработки опорных узлов крупногабаритных вращающихся агрегатов // Вестник ИрГТУ. 2015. №7. С. 60–66.
10. Спиридонов, А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М.: Машиностроение, 1981. 184 с.

Beshevli O.B., Duyun T.A.

EMPIRICAL MODELS SURFACE ROUGHNESS AT MILLING BABBITT

A procedure for development of empirical models of surface roughness when machining babbitt marks B16 and B83 used as a material for the sliding layer oversized sliding bearings. For the development of models used by the planning of extreme experiments of the second order by rotatable planning. As the study of technological parameters adopted: the supply of cutting tools, cutting depth and cutting speed. The effect of the studied process of milling conditions on the formation of the roughness of the surface of the babbitt. The developed empirical models enable reasonably assign process parameters to predict the value of the resulting roughness, optimize technological parameters.

Key words: large-size bearings, repair processing support surface milling babbitt, the dependence of surface roughness on the technological modes.

Дуюн Татьяна Александровна, доктор технических наук, зав. каф. технология машиностроения профессор. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46
E-mail: tanduun@mail.ru

Бешевли Олег Борисович, аспирант кафедры технологии машиностроения. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46
E-mail: Oleg-beshevli@yandex.ru

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Аверкова О.А., д-р техн. наук, доц.,
Уваров В.А., д-р техн. наук, проф.,
Горлов А.С., канд. техн. наук,
Логачев А.К., аспирант,
Толмачева Е.И., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРЫВНОГО ТЕЧЕНИЯ НА ВХОДЕ В КРУГЛЫЙ ВСАСЫВАЮЩИЙ КАНАЛ ПРИ НАЛИЧИИ НАБЕГАЮЩЕГО ПОТОКА*

olga_19572004@mail.ru

При помощи стационарных дискретных вихрей строится математическая модель отрыва потока на входе во всасывающий канал круглой формы с тонкими стенками при наличии набегающего потока. Определены: форма отрывной области, радиус эффективного всасывания и коэффициент сжатия струи во всасывающей трубке в зависимости от скорости набегающего потока. Построены предельные траектории пылевых частиц разных размеров и зависимость их коэффициентов аспирации от скорости низкоскоростного набегающего потока.

Ключевые слова: течения вблизи всасывающих отверстий, отрывные течения, метод дискретных вихрей, пылевые частицы, предельные траектории.

1. Введение

Круглый всасывающий канал является элементом многих технологических устройств. В частности, это местный вентиляционный отсос для улавливания загрязняющих веществ либо элемент устройства для отбора проб аэрозолей в измерительные приборы.

Отрывное течение на входе в щелевидный всасывающий канал при наличии набегающего потока исследовалось в работе [1]. С использованием методов теории функций комплексного переменного была определена форма отрывной области, ширина эффективного всасывания и коэффициент сжатия струи.

Течение на входе в круглый тонкостенный патрубок при наличии набегающего потока исследовалось в работах [2, 3]. Использовался как метод граничных элементов без учета отрыва потока, так и метод расчета вязкой несжимаемой жидкости методом конечных объемов в среде программы FLUENT.

Отрывные течения на входе во всасывающие каналы, в том числе круглой формы, при помощи стационарных дискретных вихрей, исследованы в работах [4–6], при использовании нестационарных вихревых особенностей – в работах [7–12], с использованием теории функций комплексного переменного – в работах [13–15], но нигде не учитывался набегающий поток.

Целью настоящей статьи является разработка с использованием стационарных дискретных вихрей модели отрывного течения на входе во всасывающий круглый канал при наличии набегающего потока, определение радиуса эффективного всасывания, коэффициента сжатия струи, формы отрывной области. Представляет интерес изучение поведения пылевых частиц в данных условиях.

2. Разработка математической модели и вычислительного алгоритма

Для разработки математической модели отрывного течения на входе в круглый отсос-раструб воспользуемся дискретными бесконечно тонкими вихревыми кольцами. Границу отсоса-раструба дискретизируем набором присоединенных вихревых колец и контрольных точек (произвольных точек на окружности, охватывающей отсос-раструб). Свободная поверхность тока начинается на острой кромке раструба, для нее задается начальное приближение. Дискретная модель в меридиональной полуплоскости изображена на рис.1. Крестиками изображены контрольные точки, в них выполняется условие непроницаемости – скорость вдоль направления нормали равна нулю. Закрашенные кружочки – это присоединенные кольцевые вихри. Полые кружочки – свободные вихревые кольца.

Обозначим через N – количество присоединенных вихревых колец; N_s – количество сво-

бодных вихревых колец; x^p – контрольная точка, $p=1,2,\dots,N$.

Скорость в произвольной точке x вдоль направления \vec{n} вычисляется с помощью формулы:

$$v_n(x) = \sum_{q=1}^N \Gamma(\xi^q) G(x, \xi^q) + \gamma \sum_{q=1}^{N_s} G(x, \zeta^q) + n_1 v_\infty, \quad (1)$$

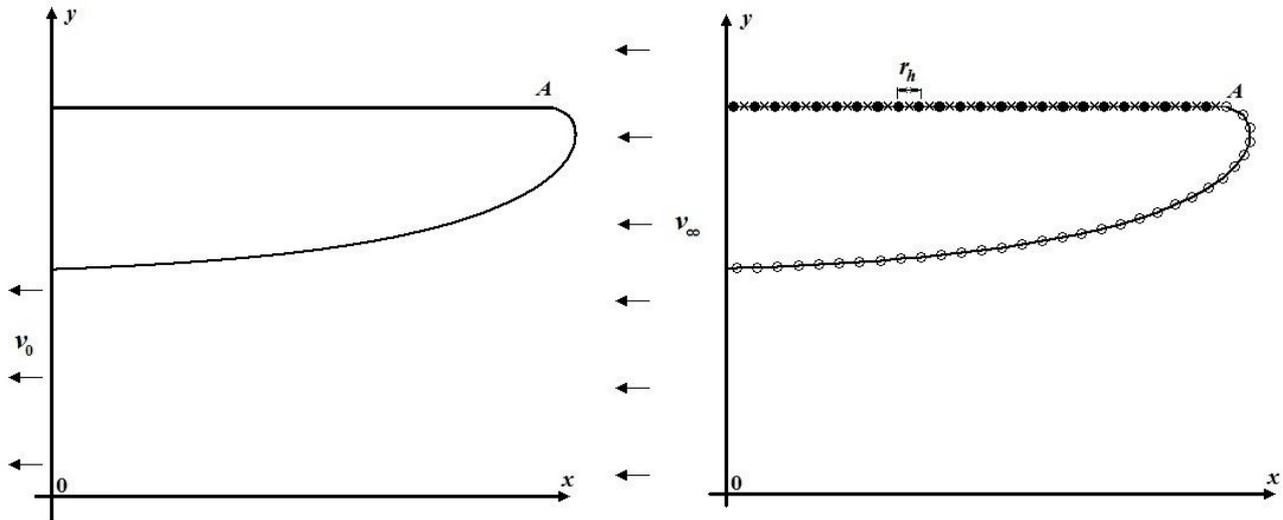


Рис.1. Отрывное течение на входе в круглый всасывающий канал:
а) к постановке задачи; б) дискретизация границы области

Функция $G(x, \xi)$ выражает собой влияние на точку x вихревого кольца с единичной циркуляцией, расположенного в точке ξ .

$$G(x, \xi) = \frac{4(A_1 b + A_2 a) E(t)}{b(a-b)\sqrt{a+b}} - \frac{4A_2 F(t)}{b\sqrt{a+b}} \text{ при } b \neq 0, G(x, \xi) = \frac{\xi_2^2 n_1}{2a\sqrt{a}} \text{ при } b = 0, 2x_2 \xi_2 = b > 0,$$

$$a = (x_1 - \xi_1)^2 + \xi_2^2 + x_2^2 > 0, A_1 = \frac{\xi_2^2 n_1}{4\pi}, A_2 = \frac{\xi_2}{4\pi} [(x_1 - \xi_1)n_2 - x_2 n_1] F(t) = \int_0^{\pi/2} \frac{d\theta}{\sqrt{1-t^2 \sin^2 \theta}}, t = 2b / (a+b)$$

$$E(t) = \int_0^{\pi/2} \sqrt{1-t^2 \sin^2 \theta} d\theta ; F(t) = \sum_{i=0}^4 c_i (1-t)^i + \sum_{i=0}^4 d_i (1-t)^i \ln \frac{1}{1-t} ; E(t) = 1 + \sum_{i=1}^4 c_i (1-t)^i + \sum_{i=1}^4 d_i (1-t)^i \ln \frac{1}{1-t} ;$$

c_i, d_i взяты из таблиц [16].

Если расстояние от точки x до точки ξ меньше шага дискретности r_h , то данная функция вычисляется по формуле: $G(x, \xi) = ((x_1 - \xi_1)n_2 - (x_2 - \xi_2)n_1) / (2\pi r_h^2)$, где r_h – шаг дискретности (расстояние между соседними вихревыми кольцами). В случае $x = \xi$ функция $G(x, \xi) = 0$.

Вычислительный алгоритм строится следующим образом. После задания точек расположения присоединенных вихрей и начального приближения для свободных вихрей формируется матрица $G^{pq} = G(x^p, \xi^q); p=1,2,\dots,N; q=1,2,\dots,N$.

Начинается первая итерация. Формируется

где ξ^q – точка расположения q -го присоединенного вихревого кольца с циркуляцией $\Gamma(\xi^q)$, $\gamma = \text{const}$ – заданная циркуляция свободного вихревого кольца, ζ^q – точка расположения q -го свободного вихревого кольца.

столбец свободных членов:

$$v^p = -n_1 v_\infty - \gamma \sum_{q=1}^{N_s} G(x^p, \zeta^q), p=1,2,\dots,N. \text{ Решается система линейных алгебраических уравнений: } \sum_{q=1}^N \Gamma^q G^{pq} = v^p, p=1,2,3,\dots,N, \text{ откуда определяются}$$

неизвестные $\Gamma^q = \Gamma(\xi^q)$. Строится свободная линия тока, начиная с острой кромки А. С использованием формулы (1), при $\vec{n} = \{1,0\}$ вычисляется составляющая скорости v_x , при $\vec{n} = \{0,1\}$ – составляющая скорости v_y . Последующая точка (x', y') определяется из предыдущей (x, y) с использованием формул: $x' = x + \Delta t v_x / \sqrt{v_x^2 + v_y^2}, y' = y + \Delta t v_y / \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$,

где Δt - шаг, который выбирается достаточно малым.

В случае достижения свободной поверхностью тока стенки патрубка, она отодвигается от стенки на расстояние шага дискретности.

Свободная поверхность тока будет состоять из свободных вихревых колец, удаленных друг от друга на расстояние шага дискретности r_h . То есть, в процессе вычислений, на каждом этапе проверяется расстояние до предыдущего свободного вихревого кольца. Как только в некоторой точке это расстояние становится равным, с точностью до малой погрешности, шагу дискретности, то в эту точку помещается следующее вихревое кольцо. Построение продолжается до сечения, в котором дискретная модель стенок патрубка прерывается.

На этом первая итерация заканчивается. Заметим, что значение N_s при этом может измениться. Также задаются новые значения элементов массива расположения свободных вихревых колец, которые будут использоваться на следующей итерации.

Итерационный процесс заканчивается, если

$$\frac{\pi d_e^3}{6} \rho_p \frac{d\bar{v}_p}{dt} = \frac{\pi d_e^3}{6} \rho_p \bar{g} - \psi \chi S_m \rho_a \frac{|\bar{v}_p - \bar{v}_a| \cdot (\bar{v}_p - v_a)}{2}, \quad (3)$$

где \bar{v}_a - скорость воздуха; ρ_a - плотность воздуха; \bar{v}_p - скорость частицы; ρ_p - плотность частицы; d_e - эквивалентный диаметр частицы; \bar{g} - ускорение свободного падения; $S_m = \pi d_e^2 / 4$ - площадь миделевого сечения частицы; χ - коэффициент ее динамической формы; ψ - коэффициент сопротивления воздуха, вычисляемый по формулам Стокса, Клячко, Адамова: $\psi = 24 / Re$, если $Re < 1$; $\psi = 24(1 + 1/6 \cdot Re^{2/3}) / Re$, если $1 \leq Re < 10^3$;

$$\psi = 24 / Re \cdot (1 + 0,065 Re^{2/3})^{1,5}, \quad \text{если } Re \geq 10^3,$$

где $Re = \rho_a |\bar{v}_p - \bar{v}_a| d_e / \mu$, μ - коэффициент динамической вязкости воздуха.

Уравнение (3) преобразуется к системе обыкновенных дифференциальных уравнений, которая решается методом Рунге-Кутты четвертого порядка точности.

Определение предельной траектории осуществлялось следующим с использованием метода половинного деления. Задавался диаметр пылевой частицы, начальное ее положение $y_1 = R$, $y_2 = R$. Начальные скорости полагались равными нулю. В переменную U_l помещалась ордината частицы, улавливаемой патрубком, а в

положение свободной поверхности тока в заданной внутри патрубка точки перестает изменяться с точностью до заданной погрешности. Либо можно задать фиксированное количество итераций, уточняющих положение свободной поверхности тока.

После находятся параметры отрывной области течения.

Средняя скорость внутри трубы определялась из выражения

$$v_0 = \frac{\pi \sum_{i=1}^N v_{xi} (y_i^2 - y_{i-1}^2)}{\pi R^2}, \quad (2)$$

где v_{xi} - скорость в точке $x = -5R$; $y_i = y_{i-1} + h$, где $y_0 = 0$; $y_N = R$, $r_h = 0,0001$. Суммирование в числителе (2) производилось до тех пор пока $|y_i - R| > 0,0001$.

Траектории пылевых частиц строились с использованием дифференциального уравнения ее динамики [7]:

переменную U_p - осаждающейся. В начальном приближении полагалось $U_l = R$, $U_p = 30R$. Переменная $S_r = (U_p + U_l) / 2$. Далее организовывался цикл, который выполняется до тех пор пока истинно условие $|U_p - U_l| > 0,00000001$. Внутри организовывался цикл, где строились траектории частиц. Он выполнялся до тех пор, пока $y_1 > -R/2$ и $y_1 < 30R$. При выходе из внутреннего цикла проверялось условие $y_3 < 0$. Если оно истинно, то переменная $U_l = S_r$, в противном случае $U_p = S_r$. Далее величины получают следующие значения: $S_r = (U_p + U_l) / 2$, $y_1 = R$, $y_2 = S_r$, $y_3 = 0$, $y_4 = 0$. На этом внешний цикл заканчивается. Описанный алгоритм верен, когда скорость набегающего восходящего потока выше скорости витания пылевых частиц. Пылевые частицы не будут улавливаться отсосом, если скорость их витания больше скорости восходящего воздушного потока. Только некоторые такие частицы с точкой вылета выше всасывающего отверстия улавливаются в результате совокупного действия спектра всасывания и набегающего потока.

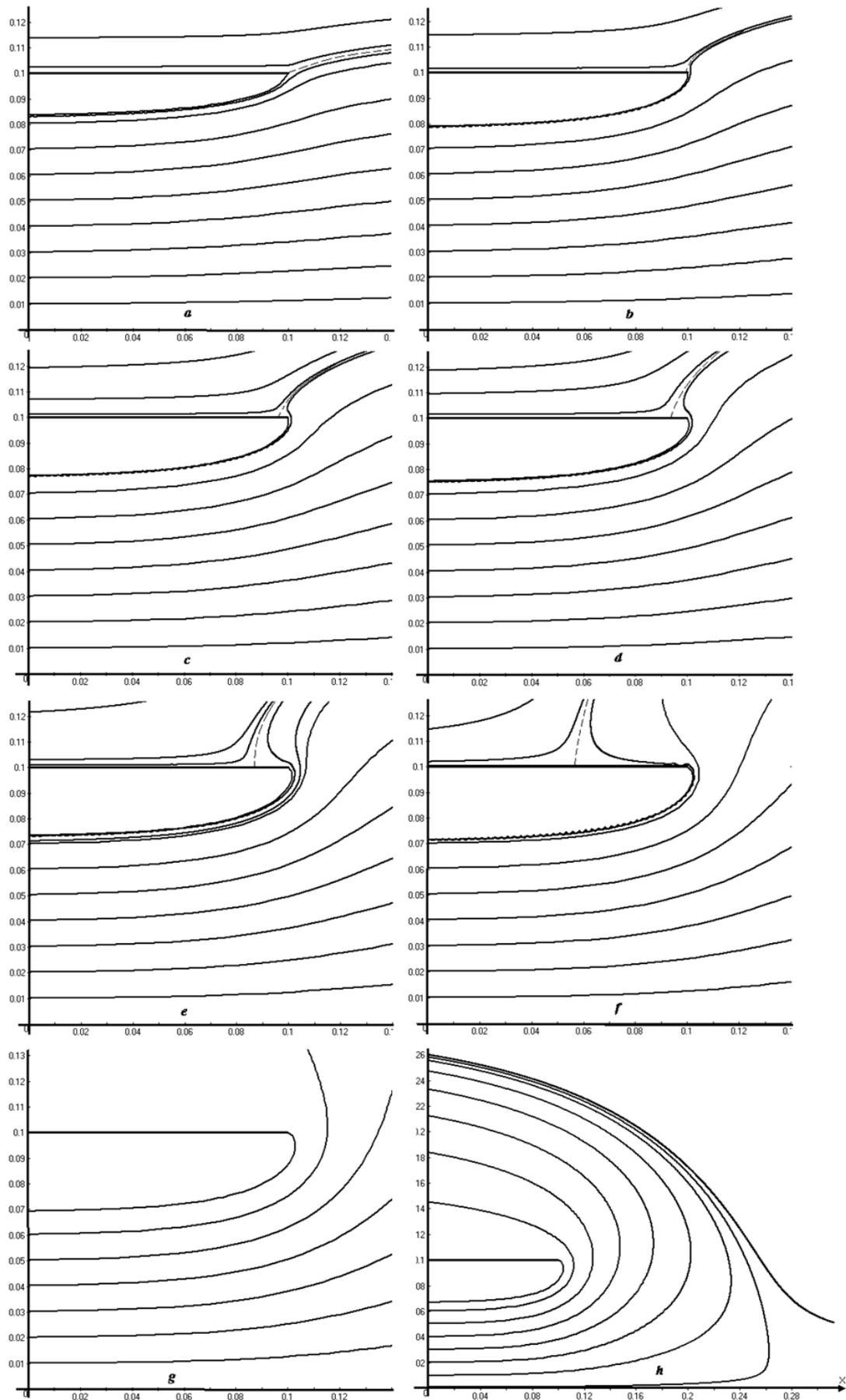


Рис. 2. Линии тока на входе в патрубок при разных скоростях набегающего потока:
 а) $v_\infty = 4$; $\bar{v} = 0,737$; б) $v_\infty = 2,5$; $\bar{v} = 0,518$; в) $v_\infty = 2$; $\bar{v} = 0,425$; д) $v_\infty = 1,5$; $\bar{v} = 0,518$; е) $v_\infty = 1$; $\bar{v} = 0,334$; ф) $v_\infty = 0,5$; $\bar{v} = 0,0629$; г) $v_\infty = 0$; з) $v_\infty = -0,5$; $\bar{v} = -0,062$

3. Результаты расчета и их обсуждение

Картинки течения при разных скоростях набегающего потока изображены на рис.2. Пунктиром изображено примерное положение разделительной линии тока. Как видно, при увеличении скорости набегающего потока (рис. 2.a-f) и стремлении отношения скоростей $\bar{v} = v_{\infty} / v_0 \rightarrow 1$, точка деления линий тока

$$\bar{R}_{ef} = 0,218173\bar{v} + 0,8745998, \text{ при } -0,2 < \bar{v} \leq 0,574 \text{ и } \bar{R}_{ef} = 1 \text{ при } 0,574 < \bar{v} \leq 1, \quad (4)$$

$$\bar{\delta}_{\infty} = 0,1823056\bar{v} + 0,6899966 \text{ при } -0,2 < \bar{v} \leq 1. \quad (5)$$

Угол между прямыми (4) и (5) порядка 5 градусов. На рис.3 приведена для сравнения ши-

стремится к острой кромке А. При отсутствии набегающего потока, либо в случае нисходящего потока, такой разделительной линии тока нет (рис. 2.g-h).

Зависимости радиуса эффективного всасывания и коэффициента сжатия струи практически линейны относительно \bar{v} :

рина эффективного всасывания для щелевидного всасывающего отверстия [1].

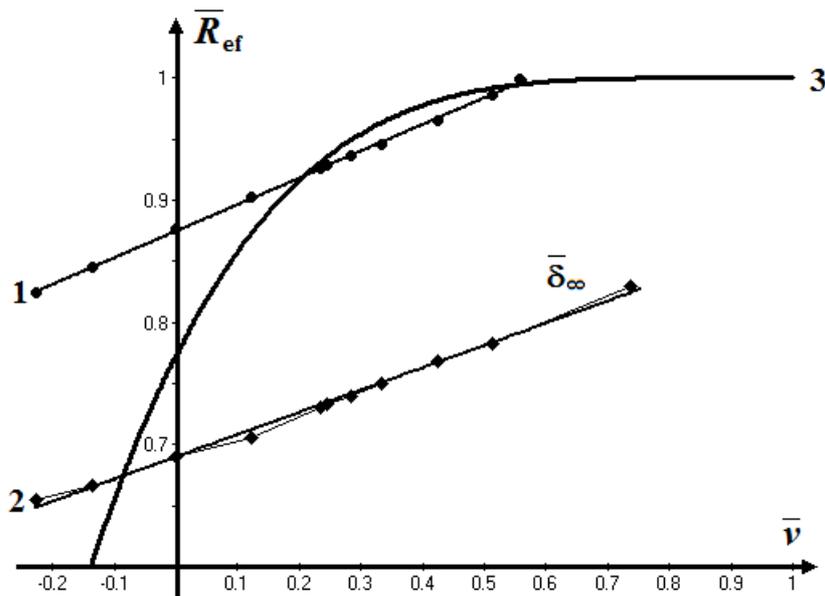


Рис. 3. Зависимость эффективного радиуса патрубка от величины $\bar{v} = v_{\infty} / v_0$:

1 – изменение безразмерной величины эффективного радиуса $\bar{R}_{ef} = R_{ef} / R$; 2 – изменение коэффициента сжатия струи $\bar{\delta}_{\infty} = \delta_{\infty} / R$; 3 – изменение безразмерной величины эффективного всасывания для щелевидного отверстия [1]

Предельные траектории (рис.4) имеют параболическую форму, но ветви параболы могут быть направлены в разные стороны. При малых скоростях набегающего потока (рис.4 а) ветви предельных траекторий частиц диаметрами 40мкм, 50мкм, 80 мкм направлены вдоль стенок патрубка, т.е. по направлению потока. При увеличении скорости набегающего потока до 0,25м/с, такая траектория остается только для частиц диаметром 80 мкм (рис.4 б). В остальных представленных расчетах ветви направлены в противоположную сторону.

Как видно из рис.5 коэффициент аспирации $A = (R_p / R)^2 \bar{v}$ имеет разный характер поведения в зависимости от диаметров пылевых частиц и скорости набегающего потока. Он может возрастать (кривые 1-2), иметь немотонный харак-

тер (кривая 3) и убывать (кривая 4) при возрастании диаметра пылевых частиц.

Заключение

Найденные зависимости радиуса эффективного всасывания, коэффициента сжатия струи и формы отрывной области, а также некоторые полученные сведения о поведении пылевых частиц на входе в круглый всасывающий канал, могут быть полезны при решении задач аэродинамики обеспыливающей вентиляции.

В данной работе не удалось рассмотреть случай, когда набегающий поток имеет скорость выше, чем скорость во всасывающем канале. Для этого случая необходимо изменение математической модели. При задании величины скорости во всасывающем канале, а не циркуляции на свободной линии тока, данную задачу возможно решить.

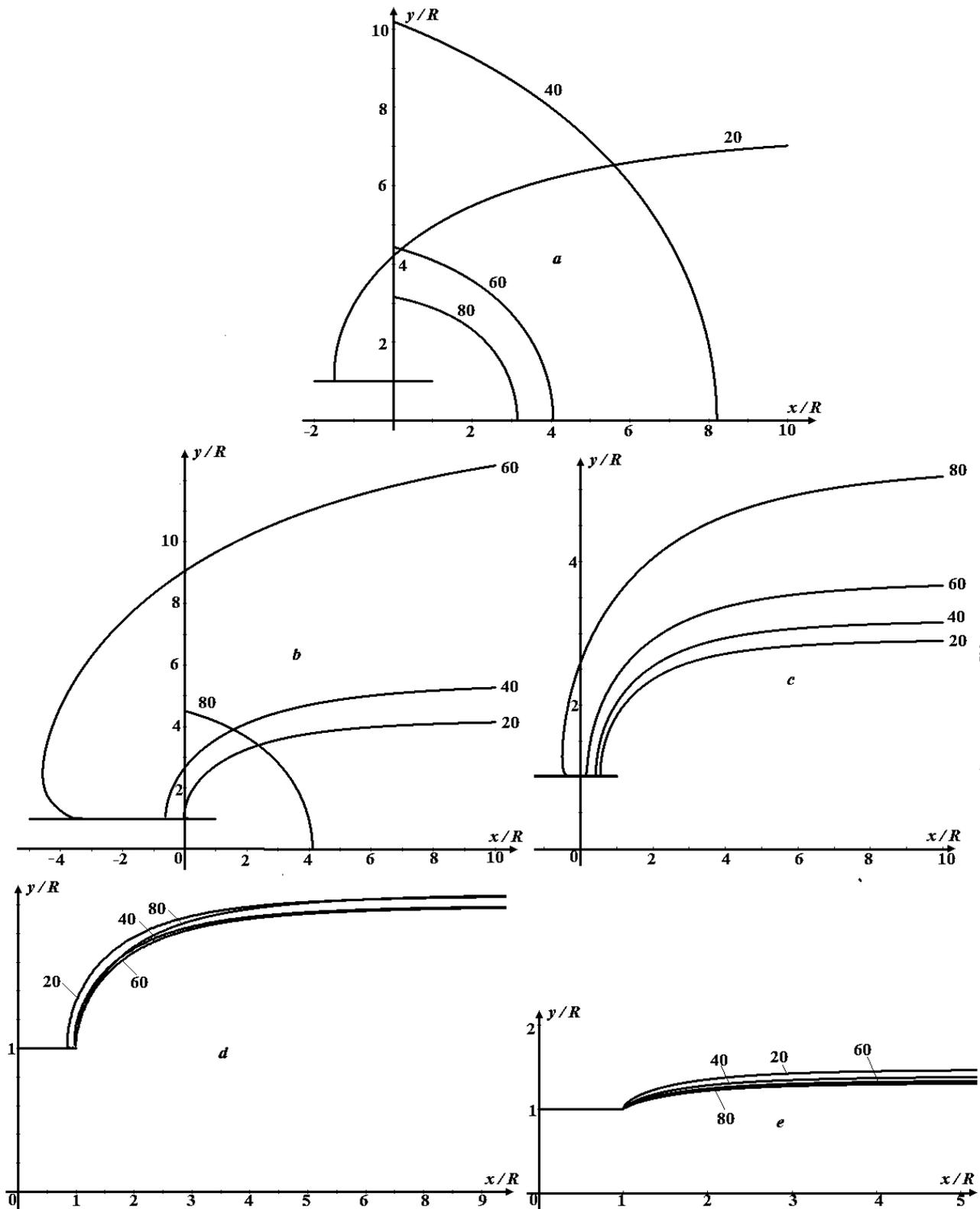


Рис. 4. Предельные траектории пылевых частиц: а) $v_\infty = 0,1$; $\bar{v} = 0,0257$; б) $v_\infty = 0,25$; $\bar{v} = 0,0632$; в) $v_\infty = 0,5$; $\bar{v} = 0,0629$; д) $v_\infty = 1$; $\bar{v} = 0,127$; е) $v_\infty = 2$; $\bar{v} = 0,425$

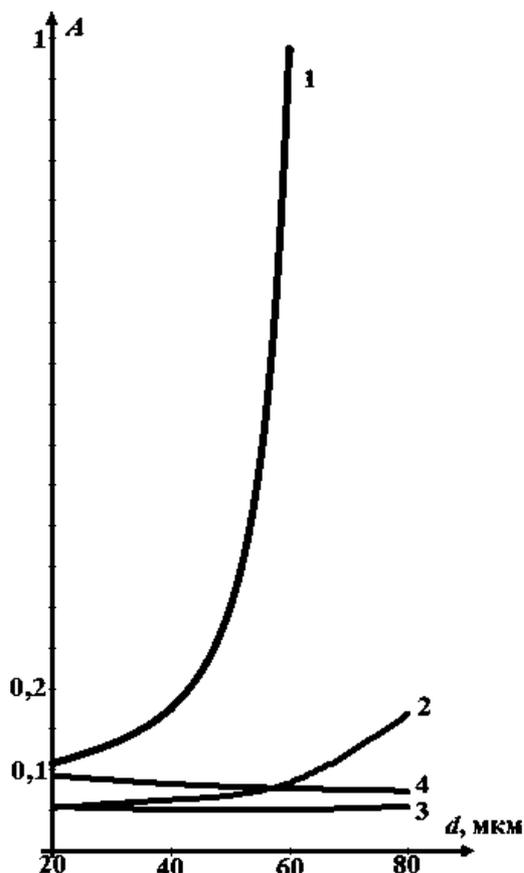


Рис. 5. Зависимость коэффициента аспирации от диаметра пылевых частиц при разных скоростях набегающего потока: 1 – $\bar{v} = 0,0632$; 2 – $\bar{v} = 0,0629$; 3 – $\bar{v} = 0,127$; 4 – $\bar{v} = 0,425$

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 16-08-00074_a).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Варсегова Е.В., Посохин В.Н. О форме отрывных зон на входе в щелевой всасывающий патрубок // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 3. С. 98–102.
2. Гильфанов А.К., Зарипов Ш.Х. Математические модели аспирации аэрозолей в тонкостенные пробоотборники. Казань: Казан. ун-т, 2012. 120 с.
3. Гильфанов А.К., Зарипов Ш.Х., Маклаков Д.В. Расчет концентраций частиц в задаче аспирации аэрозоля в тонкостенную трубку // Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2009. №6. С.89–99.
4. Логачев К.И., Посохин В.Н. Расчет течения вблизи круглого всасывающего патрубка // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2004. № 1. С. 29-32.
5. Аверкова О.А., Логачев И.Н., Логачев К.И. Моделирование отрыва потока на входе во всасывающие каналы в областях с разрезами //

Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. 2012. Т. 13. № 1 (25). С. 298–306.

6. Аверкова О.А., Логачев И.Н., Логачев К.И., Логачев А.К. Закономерности отрывного течения при входе в выступающий канал с экранами // Ученые записки ЦАГИ. 2013. Т. XLIV. № 2. С. 33–49.

7. Логачев К.И., Пузанок А.И. Численное моделирование пылевоздушных течений вблизи вращающегося цилиндра-отсоса // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2005. № 2. С. 63–70.

8. Аверкова О.А., Зоря В.Ю., Логачев К.И. Особенности поведения аэрозольных частиц в аспирационном укрытии стандартной конструкции // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2007. № 11. С. 34-36.

9. Логачев К.И., Пузанок А.И., Посохин В.Н. Расчет вихревого течения у щелевидного бокового отсоса // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2004. № 6. С. 64–69.

10. Логачев К.И., Логачев И.Н., Пузанок А.И. Численное исследование поведения пылевой аэрозоли в аспирационном укрытии // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2006. № 5. С. 65–71.

11. Логачев К.И., Пузанок А.И., Посохин В.Н. Расчет течений на входе в отсосы-раструбы методом дискретных вихрей // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2004. № 7–8. С.61–69.

12. Логачев К.И., Посохин В.Н., Пузанок А.И. Геометрические характеристики течений на входе в отсосы, выполненные в виде зонтов // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. 2005. № 1. С.12–14.

13. Посохин В.Н., Салимов Н.Б., Логачев К.И., Живов А.М. К расчету течения вблизи щелевидного отсоса-раструба // Известия вузов. Строительство. 2002. Сообщение 1. № 8. С.70–76.

14. Посохин В.Н., Салимов Н.Б., Логачев К.И., Живов А.М. К расчету течения вблизи щелевидного отсоса-раструба // Известия вузов. Строительство. 2002. Сообщение 2. № 9. С. 80–85.

15. Посохин В.Н., Салимов Н.Б., Логачев К.И., Живов А.М. К расчету течения вблизи щелевидного отсоса-раструба // Известия вузов. Строительство. 2002. Сообщение 3. № 10. С.81–85.

16. Абрамовица М., Стиган И. Справочник по специальным функциям. М.: Наука, 1979. 832 с.

Averkova O.A., Uvarov V.A., Gorlov A.S., Logachev A.K., Tolmacheva E.I.
**THE MATHEMATICAL MODELLING OF SEPARATION FLOW AT THE ENTRANCE
TO A ROUND SUCTION DUCT AT THE PRESENCE OF APPROACH FLOW**

By means of stationary discrete vortices a mathematical model of flow separation at the entrance to a round thin-walled suction duct at the presence of approach flow was constructed. There were determined: the shape of separation area, the efficient suction radius and the jet contraction coefficient in a suction inlet depending on the approach flow speed. The extreme trajectories of dust particles of various sizes and the dependence of their aspiration coefficients on the velocity of low-speed approach flow were constructed.

Key words: flows near suction inlets, separation flows, discrete vortex methods, dust particles, extreme trajectories.

Аверкова Ольга Александровна, доктор технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

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

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

E-mail:olga_19572004@mail.ru

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

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

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

Горлов Александр Семенович, кандидат технических наук, кафедры высшей математики.

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

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

Логачев Артур Константинович, аспирант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

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

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

Толмачева Елена Игоревна, аспирант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

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

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

Шаптала В.В., канд. техн. наук, доц.,
Тельнова В.Р., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

ShaptalaVadim@yandex.ru

В статье рассмотрена разработанная на основе метода парных сравнений процедура оценки социально значимых проектов и других объектов социальной природы. Приведен алгоритм вычисления шкальных оценок сравниваемых объектов, позволяющих ранжировать их по степени социально-экономической значимости. Разработана информационная система для автоматизации процесса сравнения и оценки проектов.

Ключевые слова: социальные проекты, метод парных сравнений, шкалирование, оценка проекта.

Введение. Для повышения эффективности работы органов территориального общественного самоуправления, а также для развития и стимулирования социальной активности населения в решении вопросов местного значения в настоящее время все шире используется реализация социальных проектов. Тематика социально значимых проектов весьма разнообразна: от пожарной безопасности, благоустройства поселений, повышения качества жизни людей до духовного развития личности и формирования институтов гражданского общества [1, 2]. В последний период растет количество проектов социального предпринимательства, направленных не только на решение социальных проблем, но и на получение определенной прибыли [3].

Реализация социальных проектов требует значительных затрат, поэтому в условиях ограниченности финансовых ресурсов каждого грантодателя-администрация, компания или частный инвестор крайне заинтересованы в объективной оценке предлагаемых проектов и сравнении их социально-экономической эффективности. С этой целью организуются конкурсы, на которых независимые эксперты оценивают важность проектов и формируют их рейтинговый список [4]. Простейшие оценки социальных проектов можно получить сравнивая предполагаемые количества некоторых характерных событий до и после их реализации, а также определяя денежный эквивалент приносимых проектом социальных благ [3, 5]. Однако, чаще всего предлагаемые социальные проекты не поддаются формализации и не допускают прямых простых расчетов. Поэтому для оценки и сравнения социальных проектов чаще всего применяются экспертные методы с использованием количественных шкал [6, 7]. Одним из них является метод парных сравнений, позволяющий измерить важность каждого проекта, т.е. дать проектам определенные количественные оценки на основе которых ранжировать их по степени социально-экономической важности [8].

Основная часть. Достоверность применения метода парных сравнений обусловлена тем, что результаты парных сравнений заслуживают большего доверия, чем простая ранжировка, т.к. попарно сравнить проекты гораздо легче. Так, экспертам предлагаются все возможные пары из n проектов (всего таких пар будет $n(n-1)/2$), относительно которых они должны определяться, какой из них более значим.

Результаты парных сравнений проектов k -ым экспертом можно представить в виде матрицы $D^k = (\delta_{ij}^k)$, элементы которой определяются следующим образом:

$$\delta_{ij}^k = \begin{cases} 1, & \text{если } a_i > a_j \\ 0, & \text{если } a_i < a_j \end{cases} \quad (1)$$

Здесь выражение $a_i > a_j$ означает, что проект a_i представляется более значимым, чем проект a_j .

Матрица должна удовлетворять условию транзитивности, согласно которому из условий $a_i > a_j$ и $a_j > a_k$ следует $a_i > a_k$. Кроме этого исходная матрица парных сравнений асимметрична, т.е. если $\delta_{ij}^k = 1$, то $\delta_{ji}^k = 0$.

Задачей метода парных сравнений является приписывание проектам чисел v_1, v_2, \dots, v_n , которые выражают усредненное мнение экспертов о них. Исходные данные метода представляют собой совокупность полученных от экспертов матриц парных сравнений D^1, D^2, \dots, D^r , где r – число экспертов.

Считая выборку экспертов однородной, можно найти относительную частоту $P(a_i > a_j)$ предпочтений i -го проекта j -му, т.е. относительную частоту выполнения условия $a_i > a_j$:

$$P(a_i > a_j) = (p_{ij}) = \frac{\left(\sum_{k=1}^r \delta_{ij}^k \right)}{r} \quad (2)$$

Элементы матрицы относительных частот (p_{ij}) обладают следующими свойствами: $0 < p_{ij} < 1$, $p_{ij} + p_{ji} = 1$, диагональные элементы, соответствующие сравнению проектов самих с собой, не заполняются.

Процессы восприятия и оценки экспертами различных проектов подвержены воздействиям случайных факторов, поэтому каждому проекту a_i $i = 1..n$ можно сопоставить распределенную по нормальному закону случайную величину ξ_i , характеризующую степень его значимости [9]. Математические ожидания этих гипотетически существующих случайных величин можно рассматривать в качестве оценок чисел v_i .

Закон сравнительного суждения Терстоуна утверждает: чем чаще объект a_i предпочитается объекту a_j , тем дальше отстоят друг от друга числовые характеристики v_i и v_j этих объектов [10]. Отсюда следует:

$$P(\xi_i > \xi_j) = P(\xi_{ij}) = p_{ij} \quad (3)$$

где $\xi_{ij} = \xi_i - \xi_j$.

Если величины ξ_i , ξ_j распределены по нормальному закону с параметрами m_i , σ_i и m_j , σ_j , то распределение величины ξ_{ij} также будет нормальным с параметрами m_{ij} и σ_{ij} . [11]:

$$f(\xi_{ij}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{ij}} \exp\left(-\frac{\xi_{ij} - m_{ij}}{2\sigma_{ij}^2}\right) \quad (4)$$

Поэтому для вероятности выполнения условия $\xi_{ij} > 0$ получим:

$$P(\xi_{ij} > 0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{ij}} \int_0^{\infty} \exp\left(-\frac{(\xi_{ij} - m_{ij})^2}{2\sigma_{ij}^2}\right) d\xi_{ij} = \left| \begin{array}{l} \frac{\xi_{ij} - m_{ij}}{\sigma_{ij}} = t \\ d\xi_{ij} = \sigma_{ij} dt \\ -\frac{m_{ij}}{\sigma_{ij}} \leq t < \infty \end{array} \right| = 1 - \Phi\left(-\frac{m_{ij}}{\sigma_{ij}}\right) = \Phi\left(\frac{m_{ij}}{\sigma_{ij}}\right), \quad (5)$$

где $\Phi(z)$ - функция нормированного нормального распределения:

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (6)$$

С учетом соотношения (5) уравнение (3) принимает вид:

$$\Phi(z_{ij}) = p_{ij} \quad (7)$$

где

$$z_{ij} = \frac{m_{ij}}{\sigma_{ij}} \quad (8)$$

Функцию $\Phi(z)$ будем аппроксимировать полиномом:

$$\Phi(z) \approx 0.5 + 0.3974z + 0.0156z^2 - 0.1041z^3 + 0.0364z^4 + 0.0041z^5 + 0.00005z^6 \quad (9)$$

С помощью уравнения (7) можно осуществить переход от матрицы относительных частот (p_{ij}) к матрице различий объектов (z_{ij}).

Параметры распределения величины ξ_{ij} выражаются через математические ожидания и дисперсии величин ξ_i и ξ_j следующим образом [10, 11]:

$$\begin{aligned} m_{ij} &= m_i - m_j \\ \sigma_{ij} &= \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_j^2 - 2r_{ij}\sigma_i\sigma_j} \end{aligned} \quad (10)$$

где r_{ij} - коэффициенты корреляции между ξ_i и ξ_j .

Предположим, что мнения каждого эксперта о различных проектах не зависят друг от друга, а мера уверенности в своем выборе, характеризующая значениями σ_i , у различных экспертов примерно одинакова. Тогда $r_{ij} = 0$, $\sigma_i = \sigma_j = \sigma$, а $\sigma_{ij} = \sqrt{2}\sigma$. В этом случае из соотношения (8) вытекают уравнения для определения математических ожиданий:

$$m_i - m_j = z_{ij}\sqrt{2}\sigma \quad (11)$$

Принимая за единицу искомой шкалы число $\sqrt{2}\sigma$, перепишем соотношение (10) в виде:

$$m_i - m_j = z_{ij} \quad (12)$$

Соотношение (12) определяет систему $n(n-1)/2$ линейных уравнений для n неизвестных m_1, m_2, \dots, m_n .

Поскольку число неизвестных меньше числа уравнений, то эта система переопределена. Уравнивать числа неизвестных и уравнений путем отбрасывания лишних уравнений нецелесообразно, т.к. при этом часть информации теряется. Более обоснованным подходом к решению системы уравнений и является применение метода наименьших квадратов [8]. Согласно этому методу приближенное решение системы должно минимизировать сумму квадратов невязок, которые получатся при подстановке этого решения во все уравнения:

$$S = \sum_{ij} (m_i - m_j - z_{ij})^2 \rightarrow \min \quad (13)$$

Преобразуем систему (12) к стандартному виду: где $A = (a_{ij})$,

$$A \cdot M = B, \tag{14}$$

$$M = (m_1, m_2, \dots, m_n)^T, B = (z_{12}, \dots, z_{1n}, z_{23}, \dots, z_{2n}, \dots, z_{n-1,n})^T$$

Например, при $n = 4$ система уравнений (14) записывается так:

$$\begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ m_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z_{12} \\ z_{13} \\ z_{14} \\ z_{23} \\ z_{24} \\ z_{34} \end{pmatrix}$$

Выражение (13) принимает вид:

$$S = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m a_{ij} m_j - b_i \right) \rightarrow \min \tag{15}$$

Приравняв нулю частные производные функции $S(m_1, m_2, \dots, m_n)$, получим следующую систему уравнений:

$$\frac{\partial S}{\partial m_k} = \sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^n a_{ik} \cdot a_{ij} \cdot m_j \right) - \sum_{i=1}^n a_{ik} \cdot b_i = 0 \tag{16}$$

Из m уравнений (16) независимыми являются только $m-1$ из них. То есть система уравнений недоопределена. Для ее решения одно из чисел m_i можно выбрать произвольно. Поэтому итерационная процедура находит решение, которое

$$B = (0.2; 0.52; 0.99; 1.4; 2.02; 0.05; 0.41; 0.99; 1.28; 0.05; 0.36; 1.08; 0.15; 0.47; 0.15)^T$$

Система (15) принимает вид:

$$\begin{pmatrix} 5 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 5 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 5 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 5 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 5 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ m_4 \\ m_5 \\ m_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5.15 \\ 2.54 \\ 0.91 \\ -0.84 \\ -2.76 \\ -5 \end{pmatrix} \tag{18}$$

При сложении уравнений (18) получаем тождество, поэтому система (18) недоопределена. Если систему решать итерационно, то вычисления сходятся без предварительной подготовки к следующему результату:

$$m = (0.86; 0.42; 0.15; -0.14; -0.46; -0.83)^T$$

Поскольку в полученном решении имеют значение только интервалы между оценками, то

зависит от начального приближения, но порядок между числами m_1, m_2, \dots, m_n сохраняется.

Найденные таким образом шкальные оценки проектов не являются их числовыми характеристиками, поскольку единичный отрезок шкалы, равный $\sqrt{2}\sigma$ остается неизвестным, а начало отсчета может быть выбрано произвольно. Содержательный смысл имеет лишь структура интервалов между шкальными оценками, позволяющая сравнивать важность проектов и ранжировать их по степени значимости [11, 12].

Рассмотрим практический пример использования изложенного варианта метода парных сравнений для оценки социальных проектов. Группа экспертов попарно сравнивает значимость и важность шести проектов. В результате обработки матриц парных сравнений получена следующая матрица относительных частот:

$$P = \begin{pmatrix} * & 0.58 & 0.70 & 0.84 & 0.92 & 0.98 \\ 0.42 & * & 0.52 & 0.66 & 0.84 & 0.90 \\ 0.30 & 0.48 & * & 0.52 & 0.64 & 0.86 \\ 0.16 & 0.34 & 0.48 & * & 0.56 & 0.68 \\ 0.08 & 0.16 & 0.36 & 0.44 & * & 0.56 \\ 0.02 & 0.1 & 0.14 & 0.32 & 0.44 & * \end{pmatrix} \tag{17}$$

В результате численного решения уравнения (7) получаем вектор B :

для наглядности можем перенести полученное решение в область положительных значений (рис. 1):

$$m = (1.69; 1.26; 0.99; 0.69; 0.37; 0.0)^T$$

Повысить достоверность оценки социальных проектов можно путем привлечения к их анализу широкого круга активных заинтересованных граждан, обладающих разнообразными знаниями и опытом. Организовать участие таких общественных экспертов в оценке социальных проектов можно с помощью web-технологий.

На основе рассмотренного варианта метода парных сравнений разработана информационная система, которая имеет следующую структуру (рис. 2).

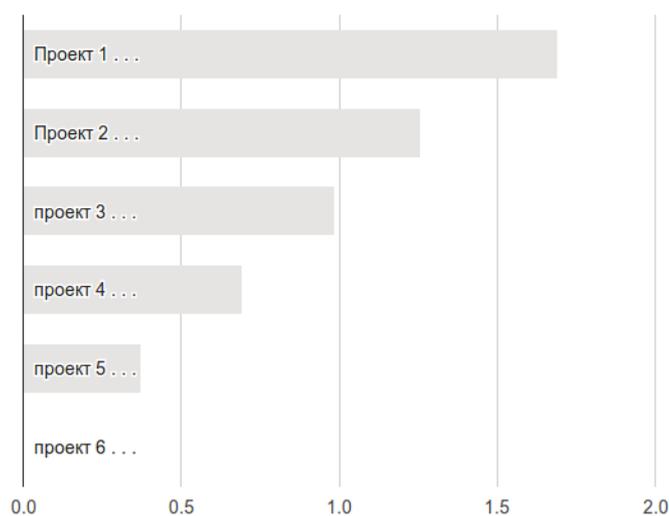


Рис. 1. Результаты ранжирования проектов

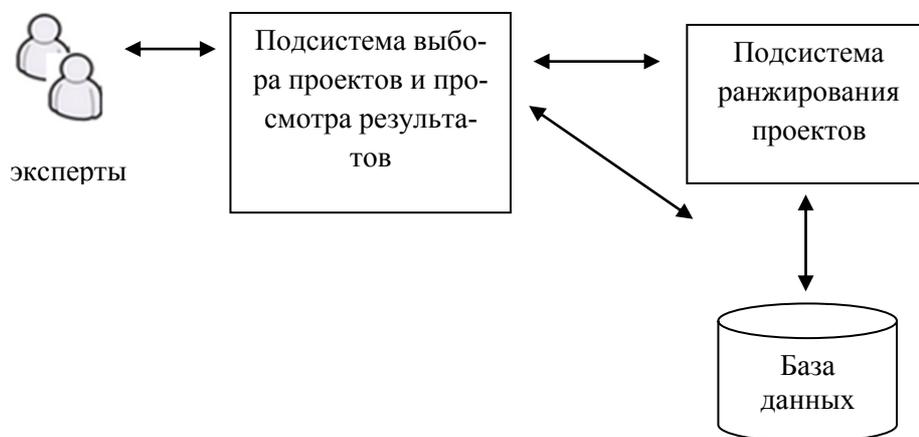


Рис. 2. Структурно-функциональная схема информационной системы

Информационная система обеспечивает выполнение следующих функций:

- Регистрация пользователей
- Добавление проектов в систему
- Просмотр существующих проектов
- Оценка проектов
- Вывод результатов оценки проектов

Информационная система реализована на языке языке php с использованием СУБД MySQL [13].

Выводы.

1. Метод парных сравнений является эффективным инструментом ранжирования социальных объектов (проектов, критериев, факторов, инноваций и др.), необходимым для определения приоритетов и обоснования управленческих решений.

2. Перспективным направлением повышения достоверности сравнительных оценок социальных объектов является использование результатов их общественной экспертизы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Луков В.А. Социальное проектирование: учебное пособие. М.: Изд-во Московского гуманитарного университета: Флинта, 2007. 240 с.
2. Шаптала В.В., Шаптала В.Г., Радоцкий В.Ю. Моделирование опасных факторов пожара, чрезвычайных и кризисных ситуаций. Белгород: ООО «Европолиграф», 2012. 120 с.
3. Минаев А.В. Критерии и методы оценки проектов социального предпринимательства. Труды МФТИ. 2011. Том 3. №3. С. 153–158.
4. www.nornik.com
5. Радоцкий В.Ю., Шаптала В.Г., Шаптала В.В., Ветрова Ю.В. Теоретические основы прогнозирования безопасности учреждений высшего профессионального образования. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 211 с.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь. 1993. 278 с.
7. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Краснодар, Изд-во КубГАУ, 2014. 600 с.

8. Дэвид Г. Метод парных сравнений. М.: Статистика. 1978. 144 с.

9. Гусев А.Н., Уточкин И.С. Психологические измерения. М.: Аспект Пресс, 2011. 317 с.

10. Thurstone L.L. A law of comparative judgement. Psychol. Rev. 34. 1927. P 273-286.

11. Толстова Ю.Н. Измерение в социологии. М.: КДУ. 2007. 288 с.

12. Толстова Ю.Н. Новые информационные технологии как фактор повышения эффективности социологического исследования // Математическое моделирование социальных процессов. Сб. трудов. Вып. 17. М.: Экономинформ. 2015. С. 210–228.

13. PHP и MySQL. Разработка Web-приложений. -БХВ-Петербург. 2013. 543 с.

Shaptala V.V., Telnova V.R.

INFORMATION SYSTEM EVALUATION OF SOCIAL PROJECTS

In the article the developed based on the method of paired comparisons procedure for assessing social projects, and other objects of social nature. An algorithm for computing the estimates of scale compared objects, allowing to rank them according to the degree of socio-economic importance. The information system for automation of project comparison and evaluation process.

Key words: *social projects, the method of paired comparisons, scaling, evaluation of the project.*

Шаптала Вадим Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308023, Белгород, ул. Костюкова, д. 46
E-mail: Shaptalavadim@yandex.ru

Тельнова Валерия Романовна, студент. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308023, Белгород, ул. Костюкова, д. 46
E-mail: Lerenia@yandex.ru

Борзов Д.Б., канд. техн. наук,
Картамышев А.В., аспирант,
Ткачев П.Ю., аспирант

Юго-Западный государственный университет

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ

borzovdb@kursknet.ru

В статье описывается проблема размещения параллельных программ в мультипроцессорных системах. Делается вывод о невозможности использования программных средств планирования размещения при использовании критических систем (системы наблюдения, слежения, наведения, атомные объекты и т.д.) и предлагаются альтернативные аппаратные средства решения проблемы.

Ключевые слова: процессор, программа, отказ, критическая система, резерв, перераспределение.

В настоящее время мультипроцессоры являются наиболее распространенным классом вычислительной техники. Они, как правило, являются системами высокого параллелизма и включают в своем составе сотни процессорных модулей, которые обычно имеют матричную топологическую организацию [1]. В случае использования мультипроцессорных систем (МС), особенно в объектах критического назначения (системы слежения, наблюдения, управления, атомные объекты различного назначения и т.п.), требования к производительности, отказоустойчивости и быстродействию возрастают.

В МС могут возникать отказы и сбои внутренних процессорных модулей и/или каналов связи. В этом случае уменьшается внутренняя коммуникационная задержка, производительность и время реакции системы. Одним из вариантов решения данной проблемы может быть внутреннее перераспределение отказавших процессорных модулей и/или каналов связи [2–4].

Работа является продолжением исследований, начатых в [5–6]. Как показал анализ [2–6], в случае отказов в критических МС использование программных средств неприменимо из-за длительного времени решения. В связи с этим целесообразным является применение специализированных аппаратных средств планирования размещения и/или перераспределения.

Предлагается структурная схема мультипроцессорной хост-системы, представленная на рисунке 1. На нем каждый из процессорных ядер системы (ПЯ1, ПЯ2, ..., ПЯN) включает в себя устройство управления и арифметико-логическое устройство, ПЗУ, подключаемые к общей шине МС. Предлагаемые специализированные аппаратные средства планирования размещения программ предлагается использовать как периферийные устройства, также подключенные к общей шине, к ним относятся также внешняя память и устройства ввода-вывода.



Рис. 1. Структурная схема мультипроцессорной хост-системы

В случае выполнения задачи размещения предложен метод, методика и алгоритм [3, 4].

Пакет программ в МС представляется графом взаимодействия задач вида:

$$G = \langle X, E \rangle, \quad (1)$$

где $X = \{x_1, x_2, \dots, x_g, \dots, x_N\}$ – множество вершин графа G , $x_g \in X$ соответствуют про-

граммам, а дуги $e_{ij} \in E$ – связям между ними и представляют объемы данных m_{ij} , передаваемыми между задачами, задаваемая матрицей обмена информацией (МОИ) $M = \|m_{ij}\|_{N \times N}$, где $N = n^2 = |X|$, $i, j = \overline{1, N}$.

Матричный блок МС представляется топологической моделью в виде графа $H = \langle P, V \rangle$, где $P = \{p_1, p_2, \dots, p_{n^2}\}$ – множество идентификаторов процессорных модулей блока, организованных в матрицу $|P|_{n \times n}$, где $|P| = N = n^2$ – процессоры; V – множество связей, описываемых матрицей смежности $\|W\|_{N \times N}$ размером $n^2 \times n^2$.

Тогда размещение пакета программ графа G в МС представляется отображением

$$\beta_s = \begin{pmatrix} x_1^{(s)} & x_2^{(s)} & \dots & x_N^{(s)} \\ p_1 & p_2 & \dots & p_N \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где s – номер очередной перестановки, соответствующей s -му варианту размещения.

Мощность множества $\psi = \{\beta_s\}$ всевозможных отображений (2) равна числу всевозможных перестановок задач $x_N^{(s)}$ в матрице $X: |\psi| = N!$. Множество длин d_{ij} кратчайших маршрутов передачи данных в пределах блока описывается матрицей минимальных расстояний (ММР) $D = \|d_{ij}\|_{N \times N}$, $N = n^2 = |P|$, которую можно построить по матрице смежности.

Задача планирования размещения сводится к поиску максимальной коммуникационной задержки при передаче данных между процессорными модулями $p_{a,b}$ и $p_{x,y}$, соответствующей отображению $\beta^* \in \psi$ и вычислению показателя $A = \max_{\beta_s \in \psi} \{T_{\beta_s}(p_{a,b}, p_{x,y})\}$ с последующей его минимизацией. В результате

$$T_{\beta^*} = \min_{\psi} \{A\}. \quad (3)$$

Отображение β_s вычисляется как

$$T_{\beta_s}(p_{a,b}, p_{x,y}) = d_{ij} \cdot m_{ij}, \quad (4)$$

где $i = (a-1) \cdot n + b$ и $j = (x-1) \cdot n + y$,

$$a \max_{\beta_s \in \psi} \{T_{\beta_s}(p_{a,b}, p_{x,y})\} = \max \{d_{ij} m_{ij}\}. \quad (5)$$

Поиск наилучшего варианта размещения по критерию (3) является сложной переборной задачей. Вариантом ее ускорения является применение целенаправленных поисковых перестановок строк и столбцов МОИ с выбором в ней α -го места перестановки элемента $m_{\alpha\beta}$ по критериям (3, 4).

$$d_{\alpha k} < d_{\alpha\beta}, \quad (6)$$

где $d_{\alpha k}, d_{\alpha\beta}$ – одноименные элементы матрицы ММР; $m_{\alpha\beta}$ – элемент МОИ, которому соответствует $\max \{m_{ij} \cdot d_{ij}\}$, найденный в предыдущем шаге перестановок.

Число требуемых перестановок уменьшается, если не учитывать явно нецелесообразные из них, разрешая очередную перестановку по следующим дополнительным критериям [8, 9]:

$$m_{\alpha k} \cdot d_{\alpha k} < m_{\alpha\beta} \cdot d_{\alpha\beta}, \quad (7)$$

$$m_{\alpha k} < m_{\alpha\beta}. \quad (8)$$

Для ускорения поиска разработана методика ускоренного выполнения процедур планирования размещения программ [3, 4]:

1. Составляются две матрицы: обмена информацией (МОИ) и кратчайших маршрутов (ММР) между процессорами и коммуникационной средой процессорного блока.

2. Вычисляются минимум коммуникационной задержки T_{inf} и коэффициент эффективности исходного размещения задач η_H . При нахождении T_{inf} веса дуг графа G назначаются на смежные процессорные модули без учета реальной топологии.

3. По порогу эффективности $\eta_H > 2$ принимается решение о целесообразности инициализации процедуры поиска размещения. Коэффициент эффективности перестановок $\eta = T / T_{inf}$ определяется как отношение полученной величины задержки (3) к T_{inf} .

4. Выполняются шаги целенаправленных перестановок столбцов и строк матрицы обмена информацией. Далее находится максимальное значение коммуникационной задержки (2) по предыдущему варианту перестановок программ.

5. Находится минимум (3) из максимумов по всем вариантам перестановок и вычисляется коэффициент эффективности η .

6. Если η оказывается менее установленного порога эффективности $\eta \leq 2$, шаги поиска прекращаются и найденный вариант матрицы

обмена информацией считается соответствующим полученному варианту размещения.

В результате был разработан аппаратно-ориентированный алгоритм ускоренного планирования размещения программ в МС [2].

На основе предложенного метода, методики и алгоритма планирования размещения программ в МС, разработана структурная схема устройства планирования размещения программ, представленная на рисунке 2 [7, 8, 9].

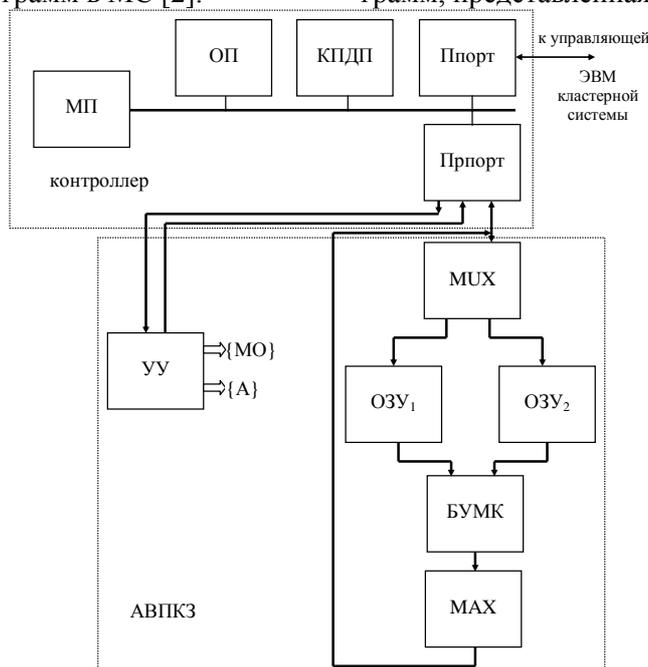


Рис. 2. Устройство планирования размещения программ

Операцию вычисления максимальной коммуникационной задержки, как одну из наиболее трудоемких, предполагается выполнять в аппаратном ускорителе: акселераторе вычисления показателя коммуникационной задержки (АВПКЗ). В блоке АВПКЗ применены конвейерный и матричный подходы для поэлементного перемножения векторов с одновременным подсчетом максимального произведения. Данные с параллельного порта поступают в блок специализированного мультиплексора (MUX). В зависимости от режима работы MUX загружает одно из ОЗУ данными соответствующей разрядности. Если идет загрузка в ОЗУ₂, из 8-и разрядного порта за один цикл приема MUX принимает два 4-х разрядных слова. Если же идет загрузка в ОЗУ₁, то MUX принимает два байта 16-ти разрядного слова и после их склеивания помещает целое слово в ОЗУ₁. Блок умножения матрично-конвейерный (БУМК) осуществляет перемножение синхронно считанных из ОЗУ₁ и ОЗУ₂ двух слов и выдает результат в блок нахождения максимума (МАХ). Умножение происходит конвейерно за один такт. Блок МАХ находит максимум и по сигналу об окончании расчета выдает результат за три цикла вывода в порт контроллера. Устройство управления (УУ) выдает управляющие сигналы, обозначенные на рис. 2 как множество микроопераций (МО), а

также значения адресов для ОЗУ₁ и ОЗУ₂ в режимах загрузки и вычисления.

В случае отказа процессора и/или межпроцессорной связи примем, множество программ описывается графом взаимодействия задач $\Phi = \langle X, E \rangle$, где $X = \{x_i\}$ – множество вершин, соответствующих программам, $E = \{e_{ij}\}$ – множество дуг, отражающих связи программам. Граф Φ задается матрицей смежности: $AM = \|m_{ij}\|_{N \times N}$, где $N = |X|$. Топология мультипроцессора представляется графом $H = \langle P_1, V \rangle$, где P_1 – процессоры, а множество V – межмодульные связи. Множество $P_1 = P \cup L$, где $P = \{p_{ij}\}$ – основные процессоры, $L = \{l_{ij}\}$ – резервные процессоры, причем $|P| = |L| = n^2$, $n = 2, 3, 4, \dots$. Множества процессоров P и L задаются матрицами $\|p_{ij}\|_{n \times n}$ и $\|l_{ij}\|_{n \times n}$ соответственно. Множество P_1 представляется объединением указанных матриц. Размещение задается отображением [5, 6].

$$\beta: X \rightarrow P, \quad (9)$$

ставящее в соответствие программам один из процессоров системы.

Тогда задача размещения программ в мультикомпьютере заключается в выборе такого

отображения $\beta_s \in Y$, которое соответствует критерию [10].

$$\zeta_s = \min_{\beta \in Y} \left\{ \max_{i=1, N, j=1, N} \{d_{ij} \cdot m_{ij}\} \right\}, \quad (10)$$

где максимум в фигурных скобках представляет собой наибольшую частную коммуникационную задержку для заданного отображения β .

В случае отказа отдельного канала связи между процессорами нарушаются маршруты транзитной передачи данных и необходимо найти новые кратчайшие маршруты обхода отказавшего канала. Для этого случая обоснована целесообразность использования известного алгоритма Дейкстры [11].

Для предложенного метода и аппаратно-ориентированного алгоритма отказоустойчивого перераспределения бала предложена соответствующая структурная схема микропроцессорного акселератора, представленная на рис. 3 [12].

На рис. 3 приняты следующие обозначения блоков и узлов: АППП – акселератор планирования перераспределения подпрограмм; ОП – оперативная память; КПДП – контроллер прямого доступа в память; Ппорт – последовательный порт; Прпорт – параллельный порт; УУ – устройство управления; БППОМ - блока перераспределения отказавших процессорных модулей; БПКМ - блока поиска кратчайшего маршрута; МО – микрооперации; А – адрес.

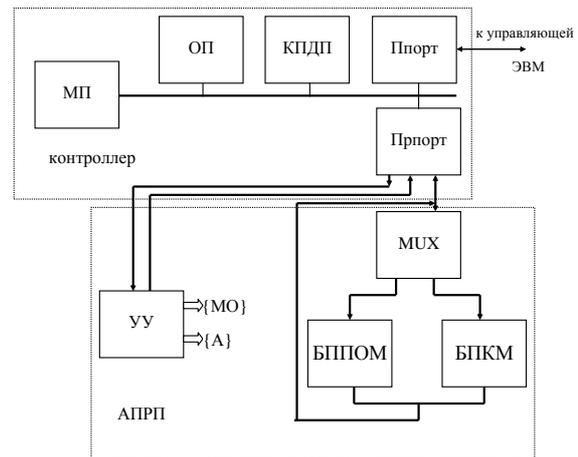


Рис. 3. Структурная организация акселератора отказоустойчивого перераспределения

МП работает по принципу, аналогичному описанной структурной схема выше. После замены процессорного модуля резервным либо после нахождения кратчайшего пути обхода найденный вариант передается через параллельный порт обратно в контроллер и далее через последовательный порт обратно в управляющую ЭВМ.

На основе представленной структурной схемы была разработана функциональная организация соответствующего устройства оперативной замены отказавшего процессорного модуля резервным, представленная на рисунке 4 [12].

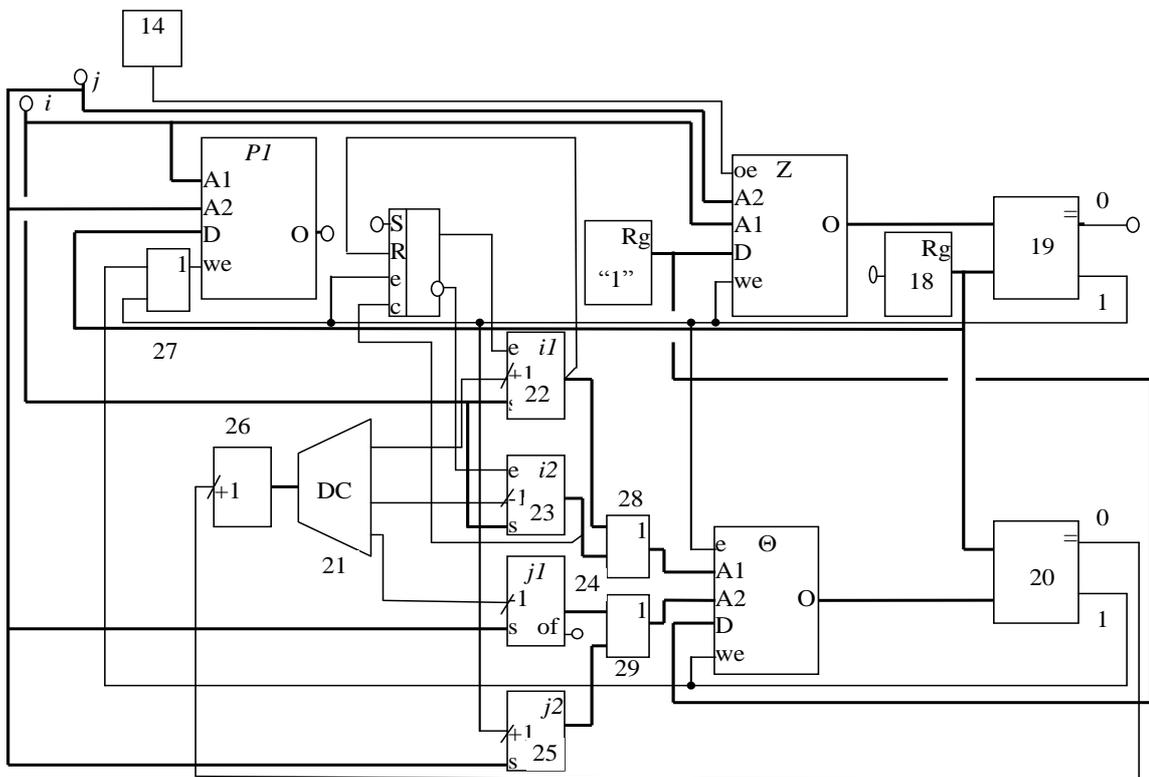


Рис. 4. Устройство замены отказавшего процессорного модуля резервным

На рис. 4 приняты следующие обозначения блоков и узлов: 14 – генератор импульсов, $P1$ – ОЗУ, Z – ОЗУ, Θ – ОЗУ, регистр 18, первый 19 и второй 20 элемент сравнения, дешифратор 21 выбора, первый 22 и второй 23 счетчик строки, первый 24 и второй 25 счетчик столбца, счетчик 26 номера предназначенный для подсчета номера выбираемого счетчика 22, 23, 24, 25, необходимого для проведения операций с заменой основного процессора резервным, первый 27, второй 28 и третий 29 Элементы ИЛИ.

Предложенное устройство функционирует в соответствии с предложенным алгоритмом отказоустойчивого перераспределения [13,14].

В начальном состоянии в ОЗУ 15 хранится матрица $P1$ процессорных модулей и матрица L резервных процессоров. В матрице Z хранятся нулевые коды, свидетельствующие о полной начальной работоспособности мультикомпьютера. В матрице Θ также хранятся коды нулей, свидетельствующие о наличии и полной начальной работоспособности резервных процессоров. В регистре 18 хранится код нуля («0...00»), в счетчике 26 содержится код нуля («0...00»), а значит, на выходе дешифратора 21 не появляется единичного импульса. Триггер 36 находится в высокоимпедансном состоянии.

В работе были предложены специализированные устройства ускоренного планирования размещения параллельных программ в МС, обеспечивающих сокращение времени формирования планов размещения программ, минимизирующих коммуникационную задержку МП при наличии отказов внутренних процессорных модулей и/или каналов связи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления // БХВ– Петербург. Санкт-Петербург, 2002. 608 с.

2. Borzov D.B., J.A Azzeh, I.V. Zotov, D.E. Skopin, D. M.Al Hadidi. An Approach to Achieving Increased Fault-Tolerance and Availability of Multiprocessor-Based Computer Systems // Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 8(6) April 2014. Pp. 512–522.

3. Борзов Д.Б., Титов В.С. Параллельные вычислительные системы (архитектура, принципы размещения задач): монография / Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2008. 156 с.

4. Борзов Д.Б., Титов В.С. Вопросы проектирования и динамической реконфигурации топологии систем логического управления в системах высокой готовности: монография / ЮЗГУ. Курск, 2015. 278 с.

5. Борзов Д.Б., Соколова Ю.В., Минайлов В.В. Перераспределение подпрограмм в отказо-

устойчивых мультипроцессорных системах / Известия вузов. Приборостроение. Санкт-Петербург. 2013. Т56. №6. С. 39–44

6. Борзов Д.Б., Борисенко Ю.В., Сизов А.С. Метод и аппаратно-ориентированный алгоритм перераспределения подпрограмм в мультикомпьютерах при отказе процессоров и связей между ними // Телекоммуникации. – Ежемесячный научно-технический, информационно-аналитический и учебно-методический журнал. 2013. №11. С. 45-48.

7. Борзов Д.Б., Чеснокова Е.О. Устройство поиска нижней оценки размещения в полносвязных матричных системах при однонаправленной передаче информации / Патент РФ №2398270, заявл. 11.02.2009; опубл. 27.08.2010, БИ 24, 21 с. 2 ил.

8. Борзов Д.Б., Бобынцев Д.О. Устройство поиска нижней оценки размещения в системах с матричной организацией при направленной передаче информации / Патент РФ №2406135, заявл. 9.02.2009, опубл. 10.12.2010, БИ №34, 12 с, 2 ил.

9. Борзов Д.Б., Чеснокова Е.О., Марухленко А.Л., А-А Муджиб Мохаммед Яхъя. Устройство поиска нижней оценки размещения в полносвязных матричных системах при двунаправленной передаче информации / Патент РФ №2421805, заявл. 24.11.2008, опубл. 27.06.2011, 17 с, 2 ил.

10. Борзов Д.Б., Зотов И.В., Титов В.С. О субоптимальном размещении процессов и данных в кольцевых сетях // Известия вузов. Приборостроение. Санкт-Петербург. 2003. Т46, №11. С. 48-54.

11. Морозов К.К., Одинокое В.Г., Курейчик В.М. Автоматизированное проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие для вузов. М.: «Радио и связь». 1983. 280 с.

12. Пат. 2447485 Российская Федерация, МПК G06F7/76, G06F17/10 Устройство поиска нижней оценки размещения в матричных системах при двунаправленной передаче информации / Борзов Д.Б., Соколова Ю.В., заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). - №2009134208/08, заявл. 11.09.2009; опубл. 10.04.2012, БИ №10. – 5 с.

13. Борзов Д.Б., Соколова Ю.В. Методика перераспределения подпрограмм в отказоустойчивых мультикомпьютерах // Сборник трудов XVIII Международной научно-технической конференции «Машиностроение и техносфера XXI века. Т1». Донецк, 2011. С. 86–89.

14. Борзов Д.Б. Соколова Ю.В., Масюков И.И. Алгоритм перемещения подпрограмм в отказоустойчивых мультимедийных компьютерах // Сборник трудов XVIII Международной научно-

технической конференции «Машиностроение и техносфера XXI века. Т1». Донецк, 2012. С. 101–103.

Borzov D.B., Kartamyshev A.V., Tkachev P.Y.

HARDWARE FOR PARALLEL PROGRAM SCHEDULING IN MULTIPROCESSOR SYSTEMS

This article describes the placement of parallel programs in multiprocessor systems problem. Concluded the inability of using scheduling software when using critical systems (system monitoring, tracking, targeting, nuclear facilities, etc.) and suggested alternative hardware to solve the problem.

Key words: *processing, program, failure, critical system, reserve, accommodation.*

Борзов Дмитрий Борисович, кандидат технических наук, доцент, кафедра вычислительной техники.

Юго-Западный государственный университет.

Адрес: Россия, 305035, Курск, ул. Овечкина, д. 5, кв.69.

E-mail: borzovdb@kursknet.ru

Картамышев Александр Вячеславович, аспирант кафедры вычислительной техники.

Юго-Западный государственный университет.

Адрес: Россия, 305026, Курск, ПЛК, д. 54, кв.57.

E-mail: ak-1802@mail.ru

Ткачев Павел Юрьевич, аспирант кафедры вычислительной техники.

Юго-Западный государственный университет.

Адрес: Россия, 305003, Курск, Узенький пер., д. 48.

E-mail: amdathlon64@yandex.ru

Щербинин И.А., канд. техн. наук, доц.,
Щербинина О.А., канд. техн. наук, ст. преп.,
Альдженди Р., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

УЛУЧШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКОГО КОНТРОЛЛЕРА

31rusacpirant@mail.ru

Современные энергетические системы состоят из нескольких генераторов, работающих синхронно для удовлетворения спроса на электроэнергию. Для надежности этих систем, стабильность должна быть обеспечена в случае дефекта в системе. Аварии вызывают электромеханические колебания в электрических генераторах. Эти колебания должны затухать эффективно для поддержания стабильности системы.

Эта статья описывает опыт работы в использовании контроллера нечеткой логики в целях повышения затухания колебания генератора для того, чтобы повысить устойчивость, когда происходит короткое замыкание. Основным преимуществом контроллера нечеткой логики является то, что он может применяться к станциям, которые трудно смоделировать математически. Данная статья содержит схемы моделирования для объяснения и аргументации этой конструкции в MATLAB. Результаты, представленные в статье, показывают, что с помощью контроллера нечеткой логики дает хорошую производительность даже при использовании только одного входного сигнала.

Ключевые слова: контроллер нечеткой логики, стабильность, короткое замыкание, MATLAB.

1. Устойчивость электрической системы

Стабильность является тенденцией электрической системы для разработки восстанавливающие силы, равной или большей, чем возмущающиеся силы для поддержки состояния равновесия. Так как энергетические системы полагаются на синхронные машины для получения электрической энергии, тогда как нам необходим эффективный контроллер, чтобы все синхронные машины оставались синхронными.

Стабильность электрической системы можно классифицировать двумя категориями:

1) **Статистическая устойчивость:** под статической устойчивостью понимают способность системы самостоятельно восстановить исходный режим работы при малом возмущении [4, с. 232]

2) **Динамическая устойчивость:** это способность ЭЭС восстанавливать после большого возмущения исходное состояние или состояние, практически близкое к исходному и допустимое по условиям эксплуатации ЭЭС [4, с. 232].

2. Контроллеры затухания колебания

Мы согласны с характеристикой этого явления, данной в [5, с. 398].

1) Традиционные контроллеры:

ПИД-регуляторы являются результатом традиционных теорий управления. Эти контроллеры используются в течение последних трех десятилетий и до сих пор ведущие в мире. Они могут быть разработаны в автономном режиме, настроены после установки.

2) Современная теория управления:

Оптимальные, адаптивные и размещенные на полюсах контроллеры являются результатом

современной теории управления. Они дают желаемый и стабилизированный ответ с запасом устойчивости в соответствии с требованиями.

3. Нечеткая логика:

Одним из создателей кибернетики Джоном фон Нейманом было замечено, что стремление получить точную, исчерпывающую модель для достаточно сложного объекта (процесса) не имеет смысла, поскольку сложность такого описания становится соизмеримой со сложностью самого объекта. Следовательно, использование такой модели не позволяет просто и наглядно объяснить механизм его функционирования, воспользоваться какими-либо стандартными математическими процедурами для исследования характеристик объекта и синтеза системы управления им. Это особенно относится к таким объектам управления, как производственные процессы, организационные, транспортные, биологические системы и др.

Первой работой в указанном направлении, заложившей основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений, была опубликованная в 1964 г. статья Л.А. Заде [2], за которой последовал ряд основополагающих публикаций этого же автора. Суть данного подхода, получившего название нечеткой логики (fuzzy Logic), заключается в следующем:

- в нем используются так называемые «лингвистические» переменные вместо обычных числовых переменных или в дополнение к ним;

- простые отношения между переменными описываются с помощью нечетких высказываний;

- сложные отношения описываются нечеткими алгоритмами. Предложенные идеи, в силу своей нацеленности на моделирование[2].

В течение последних десятилетий, нечеткая логика управления была одним из самых активных и плодотворных областей исследования в области приложения теории нечетких множеств. Она была активна в исследовании в области автоматизации и управления теорией, поскольку Мамдани предложил в своей работе 1974 г. на

основе теории нечетких множеств, он устанавливает теорию Заде (1965), чтобы исследовать проблемы управления системой, которую нелегко смоделировать. Нечеткая логика является производным от классической булевой логики и реализует мягкие лингвистические переменные на постоянном диапазоне значений истинности, которые были определены между [0,1].

Схема нечеткого регулятора состоит из следующих основных частей: фаззификация; реализационная база; эвристика двигателя; дефаззификация [1].

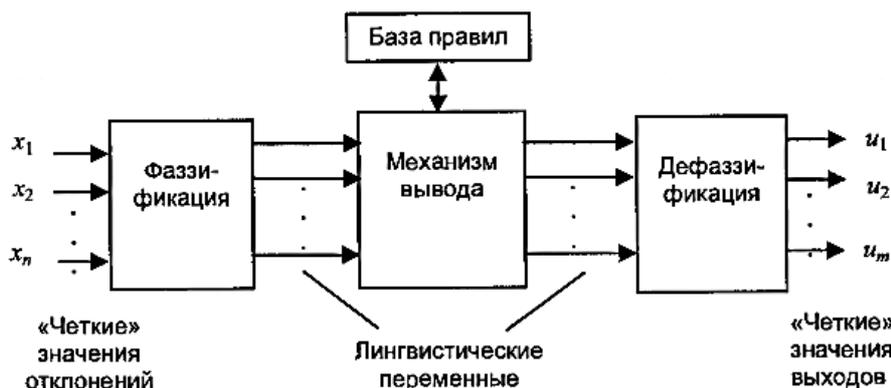


Рис. 1. Схема нечеткого регулятора

Контроллер нечеткой логики имеет некоторые преимущества, такие как:

- его методология проще и быстрее;
- он не требует точной математической модели системы;
- он может обрабатывать нелинейность произвольной сложности;
- она основана на лингвистических правилах «если - то» общей структуре, которая является основой человеческой логики.

4. Имитационные модели электростанции и контроллера нечеткой логики

Для изучения эффективности использования нечеткого контроллера с целью улучшения

динамической устойчивости электрической системы была выбрана сеть, реализованная в Matlab, состоящая из синхронного генератора, подключена через трансформатор 13,8 Кв / 230 кВ к сети. Система подключения изображена на рис. 1. В определенный момент, когда произошло трехфазное короткое замыкание на выходах генератора, которое является наиболее опасным видом дефекта. Кривая скорости генератора без контроллера показана на рис.2 и замечены большие колебания в скорости генератора из-за сокращения выработки электроэнергии, когда произошел дефект.

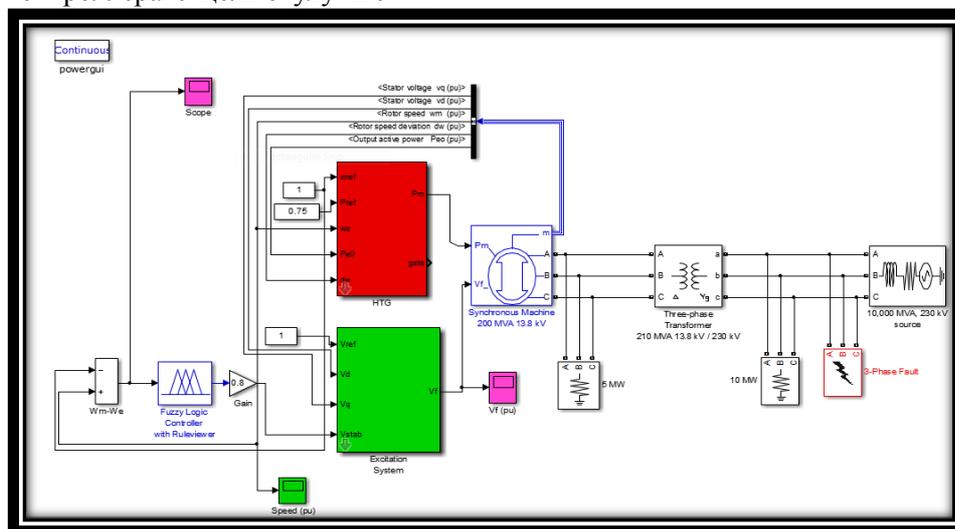


Рис. 2. Энергосистема

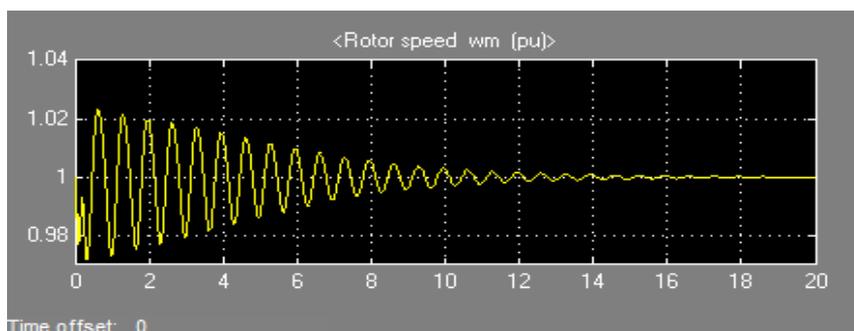


Рис 3. Кривая скорости генератора без контроллера

Для настройки контроллера нечеткой логики, ускорение скорости используется как входной так и выходной сигнал. Выходной сигнал нечеткой логики – это управляемый сигнал контроллера, применяемый к возбужденной системе для управления током возбуждения, и, таким образом, электрической мощностью генератора и скоростью генератора.

Есть семь лингвистических переменных для изменения скорости: большие положительные переменные, средние положительные переменные, малые положительные переменные, ноль, небольшие отрицательные переменные, средние отрицательные переменные, небольшие отрицательные переменные, и те же лингвистические переменные для выходного сигнала. Правила контроллера нечеткой логики сформулированы

в Matlab (Toolbox fuzzy logic) с помощью выражения, «если – то».

Правила, предлагаемые для контроллера:

- если $\Delta\omega$ большие положительные, то VSS большие отрицательные;
- если $\Delta\omega$ средние положительные, то VSS средние отрицательные;
- если $\Delta\omega$ малые положительные, то VSS небольшие отрицательные;
- если $\Delta\omega$ ноль, то VSS ноль;
- если $\Delta\omega$ небольшие отрицательные, то VSS малые положительные;
- если $\Delta\omega$ средние отрицательные, то VSS средние положительные;
- если $\Delta\omega$ большие отрицательные, то VSS большие положительные.

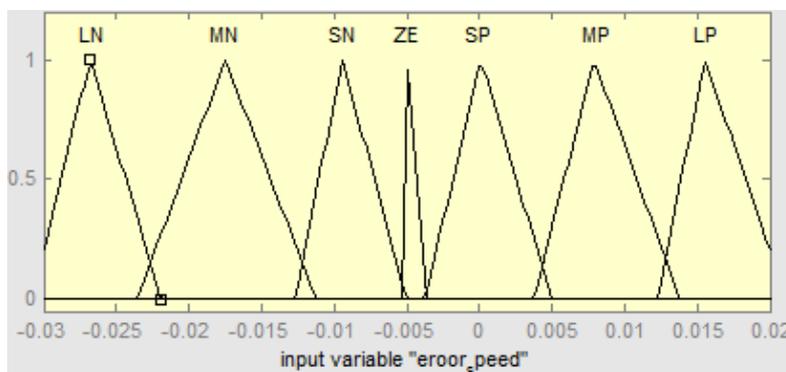


Рис 4. Функция принадлежности ускорение скорости

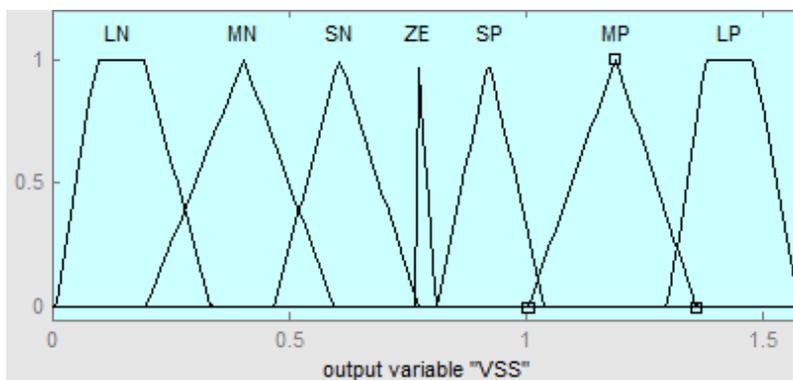


Рис .5. Функция принадлежности управляющего сигнала

Кривая скорости генератора без контроллера показана на рис.6,и видно, что колебания за-

тухали благодаря управляющему сигналу от нечеткого логического контроллера.

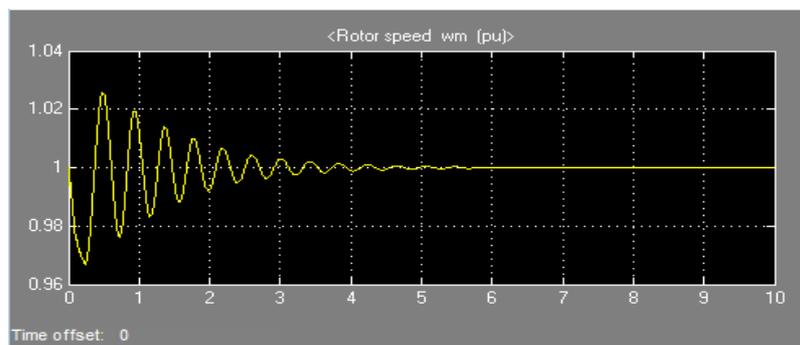


Рис. 6. Скорость генератора с контроллером нечеткой логики

Выводы:

В результате сравнения между кривыми замечено, что колебания скорости, происходящие при дефекте, затухали через 14 секунд без контроллера. Эти колебания ограничат возможность передачи мощности из сети и, иногда, даже вызовут потерю синхронизации и в итоге разрушение всей системы.

В то время, когда мы предлагаем использовать контроллер нечеткой логики, при котором колебания затухали на четвертую секунду.

Таким образом, контроллер нечеткой логики используется для повышения затухание колебаний генератора или, другими словами, используется для повышения устойчивости. Предлагаем использовать микроконтроллер Arduino чтобы применять нечеткую логику во всех секции электрических систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abdel Ghani Aissaoui and Ahmed Tahour, Application of Fuzzy Logic in Control of Electrical Machines, 2010. №3. С. 23-25.
2. Jarnes A. Mornoh and Mohamed E. El-Hawary, Electric Systems, Dynamics and Stability with Artificial Intelligence Applications, 2000. № 4. С. 371–373.
3. Kamalesh Chandra Rout, Dynamic Stability Enhancement of Power System Using Fuzzy Logic Based Power System Stabilizer. 2011. № 5. С. 104–105.
4. Мелешкин Г.А., Меркурьев Г.В., Устойчивость энергосистем, М.: Изд. ЦПКЭ 2006. 368 с.
5. Панченко Т.В., Генетические алгоритмы. А.: Изд. АГУ 2007. 87 с.
6. Tejaswita Khobaragade and Amol Barve, Enhancement of Power System Stability Using Fuzzy Logic Controller, 2012. № 4. С. 389–401.
7. Альдженди Р., Виноградов А.А. Использование генетического алгоритма для оптимального размера компенсатора в радиальной электрической сети // Сб. докл. VII Международном молодежном форуме «Образование, наука, производство» (Белгород 20 - 22 октября 2015 г.), Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. С 3321–3328.
8. Авербух М.А., Лимаров Д.С. Активный фильтр с нечетким регулятором в цеховой системе электроснабжения с нелинейными электроприемниками // Научное обозрение. 2015. № 15. С. 196–199.
9. Авербух М.А., Коржов Д.Н. Гибридный фильтр в системах электроснабжения промышленных предприятий с установками индукционного нагрева // Научное обозрение. 2015. № 15. С. 208–211.
10. Щербинин И.А., Щербинина О.А. Варианты построения ветро-дизельных электростанций. В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 3451–3456.
11. Бабенков А.Г., Решетников А.А., Хохлов С.В., Щербинина О.А. Оценка показателей качества электроэнергии с помощью прибора эрис-кэ.06 // Сб. докл. VII Международном молодежном форуме «Образование, наука, производство» (Белгород 20 - 22 октября 2015 г.), Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. С 2884–2887.
12. Бабенков А.Г., Щербинина О.А. / Влияние качества электрической энергии на работу электротехнического оборудования // Сб. докл. VII Международном молодежном форуме «Образование, наука, производство» (Белгород 20 - 22 октября 2015 г.), Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. С 2897–2900.
13. 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.
14. Прасол Д.А., Духанин С.А., Духанина У.Н. Сравнительный анализ люминесцентного и светодиодного светильников типа «Армстронг». // В сборнике: Инновации в современном мире Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2015. С. 37–40.

Shcherbinin A.I., Shcherbinina O.A., Aljende R.**IMPROVEMENT OF DYNAMIC STABILITY OF ELECTRIC SYSTEM USING FUZZY CONTROLLER**

Modern power system consist of several generators working synchronously to meet the demand for electricity. For reliability of these systems, stability must be ensured in case of a defect in the system. Accident cause Electromechanical oscillations in electrical generators. These fluctuations should die out effectively to maintain the stability of the system. This article describes experience in using fuzzy logic controller to enhance the damping of generator oscillations in order to increase the stability, when short circuit happens. The main advantage of the fuzzy logic controller is that it can be applied to stations that are difficult to model mathematically. This article contains a model diagram for the explanation and argumentation of this design in MATLAB. The results presented in this article show that by using fuzzy logic controller gives good performance even when using only one input signal.

Key words: *fuzzy logic controller, stability, short circuit, MATLAB.*

Щербинин Игорь Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры электроэнергетики и автоматика. 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, старший преподаватель кафедры электроэнергетики и автоматика. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: shcherbinina.oa@gmail.com

Альдженди Расил Ибрагим, магистрант 2 курса, кафедры электроэнергетики и автоматика. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail:aljendy_raseel@yahoo.com

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Гребенюк А.А., аспирант,
Борисов И.Н., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ФЕРРИТНОГО ОТХОДА С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ β -КВАРЦА

alexander.grebeniuk@mail.ru

Получен сульфферритный клинкер из сырьевых смесей, в состав которых входило значительное количество β -кварца усложняющего получение качественной расширяющейся добавки. Показана возможность распада силикосульфата кальция при более низких температурах, чем было принято считать ранее. Определены прочностные показатели и линейные расширения композиций с участием расширяющегося компонента.

Ключевые слова: сульфферритный клинкер, силикосульфат кальция, железистый этtringит, ресурсосбережение, расширяющаяся добавка.

Развитие любого государства связано с увеличением производительности ее предприятий и, как следствие, выпуску большего количества товаров потребления. Наряду с готовой продукцией образуется огромное количество отходов производства, которые для использования на том же предприятии абсолютно утратили свою ценность. Эта ситуация имеет выход – использование отходов производства в качестве вторичного сырья и топлива на предприятиях другой отрасли.

Запасы невозобновляемых источников энергии стремительно уменьшаются год за годом. Это служит серьезной предпосылкой для эффективной стратегии по наиболее максимальному использованию подходящих техногенных отходов в качестве альтернативного топлива [1].

Помимо всего прочего, в связи с потребностью развития общества в различного рода строительных сооружениях имеет смысл применить, так называемое, вторичное сырье в сфере строительства, в частности, в цементной индустрии. Такой опыт был неоднократно применен на практике [2].

Для возведения специальных сооружений необходимы цементы, обладающие особыми свойствами, и соответствующие требованиям, предъявляемым к тем или иным видам строительных работ. Производство специальных видов цемента на основе вторичного сырья имеет ряд специфических особенностей, без соблюдения которых невозможно получить качественный конечный продукт [3]. Одним из видов специальных цементов, обладающего свойством расширения, является композиционное вяжущее, в состав которого входит сульфферритный клинкер.

При синтезировании сульфферритной добавки разной основности в настоящей работе использовались следующие сырьевые материалы: мел, огарки, ферритный отход, представляющий собой отход медеплавильного производства ЗАО «Карабашмедь», и гипсовый камень. Химический состав вышеперечисленных компонентов был установлен путем анализа на рентгенофлуоресцентном спектрометре серии ARL 9900 WorkStation со встроенной системой дифракции и представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав исходных сырьевых компонентов

Компонент	Химический состав материалов, %								
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	MgO	R ₂ O	ППП	Σ
Мел	54,62	1,90	0,37	0,20	0,04	0,22	0,07	42,58	100,00
Огарки	10,89	2,58	0,84	75,62	0,68	2,62	1,61	5,07	100,00
Ферритный отход	15,43	24,92	4,04	40,56	0,75	2,37	1,21	10,56	100,00
Гипсовый камень	34,68	1,90	0,66	0,30	38,98	0,62	0,14	22,72	100,00

Определение минералогического состава сырьевых компонентов проводилось путем рентгеноструктурного анализа на рентгеновском

дифрактометре ARL X'TRA Thermo Fisher Scientific. Рентгенограммы используемых сырьевых материалов приведены на рис. 1.

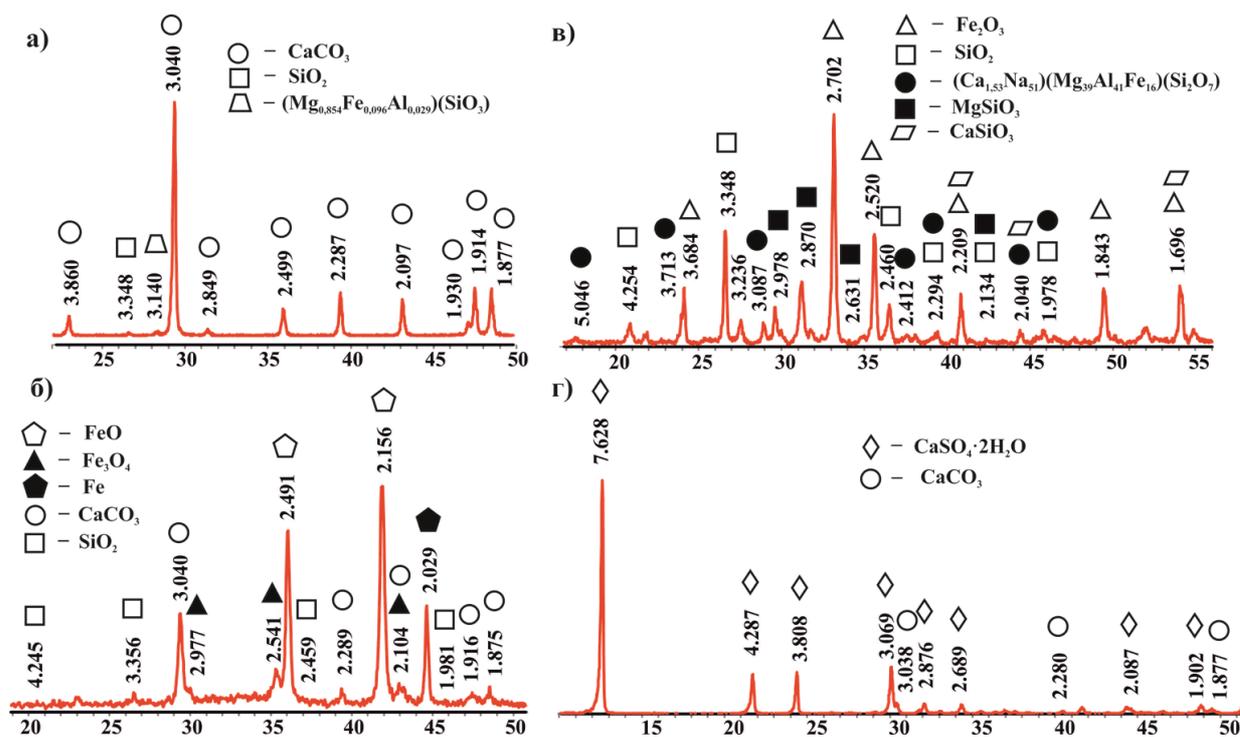


Рис. 1. Рентгенограммы используемых сырьевых компонентов: а – мел; б – огарки; в – ферритный отход; г – гипсовый камень

По результатам рентгеноструктурного анализа с использованием Международной базы данных ICDD (программа Search-Match) [4] в вышеприведенных материалах обнаружены следующие минеральные составляющие: для мела – это значительное количество кальцита, небольшое количество β-кварца и следы железистого энстатита; для огарков – преимущественное содержание оксида железа (II), магнетита и железа в чистом виде, а также присутствуют кальцит и β-кварц; ферритный отход представлен гематитом, β-кварцом, волластонитом, клиноэнстатитом и акерманитом; в состав гипса входят – гипсит и кальцит.

На основании химического состава сырьевых компонентов и расчетных модулей были рассчитаны трехкомпонентные сырьевые смеси для получения двухкальциевого и монокальциевого сульфоферритов [5]. Химический состав с задаваемыми модулями приведен в таблице 2, где $C_2F \cdot CaSO_4$ (I) и $3CF \cdot CaSO_4$ (I) – высокоосновная и низкоосновная сырьевые смеси, состоящие из мела, огарков и гипса, а $C_2F \cdot CaSO_4$ (II) и $3CF \cdot CaSO_4$ (II) – высокоосновная и низкоосновная сырьевые смеси, состоящие из мела, ферритного отхода и гипса.

Таблица 2

Химический состав сырьевых смесей и задаваемые модули

Наименование*	Химический состав сырьевых смесей, %								Φ _м	С _м
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	MgO	R ₂ O	ППП		
$C_2F \cdot CaSO_4$ (I)	32,49	2,14	0,63	26,70	13,52	1,20	0,63	22,66	0,7	0,5
$C_2F \cdot CaSO_4$ (II)	36,34	10,33	1,77	15,00	7,96	1,09	0,50	27,00		
$3CF \cdot CaSO_4$ (I)	25,44	2,30	0,70	44,22	7,57	1,69	0,98	17,09	0,35	0,167
$3CF \cdot CaSO_4$ (II)	34,38	12,77	2,13	19,26	3,77	1,27	0,61	25,74		

Пути протекания реакций устанавливались при помощи анализа рентгенограмм спектров получаемых при различных температурах.

Процесс обжига сульфоферритного клинкера (СФК) имел ряд особенностей, так для сырьевых смесей в которых в качестве железистого компонента присутствует ферритный отход первоначальной реакцией является окисление оксида железа (II) и железа до высшей степени окисления – оксида железа (III) при температуре по-

рядка 600 °С [6]. После начала диссоциации кальцита образующийся оксид кальция вступает во взаимодействие с Fe₂O₃, в результате которого при 750–800 °С появляются ферриты кальция различного состава. Повышение температуры приводит к интенсификации выделения CaO, который идет на образования из промежуточных ферритов кальция различного состава двухкальциевого и монокальциевого ферритов, а также на образование белита. Дальнейшее повышение

температуры приводит к увеличению количества ферритов кальция. Зависимость содержания

свободного оксида кальция от температуры представлена на рис. 2.

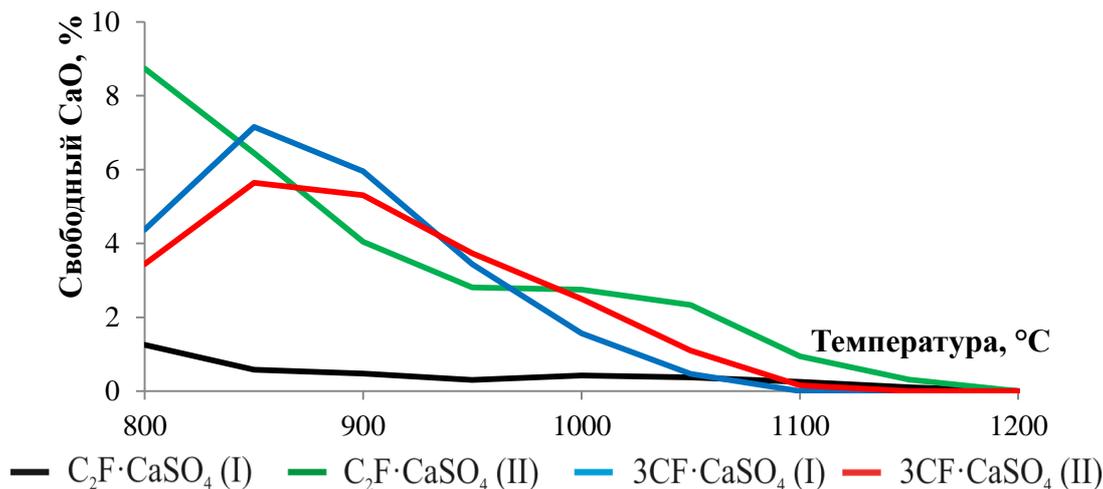


Рис. 2. Изменение содержания свободного CaO при синтезировании СФК в зависимости от температуры

По характеру кривых на рис. 2, кинетика усвоения CaO у различных составов сырьевых смесей имеет свои особенности: так кривые 3 и 4, принадлежащие низкоосновным СФК, имеют сходство, в то время как кривые 1 и 2, соответствующие высокоосновным СФК, различны. Это можно объяснить различным минералогическим составом (таблица 3), получаемым в конечной стадии обжига: содержание в готовом

СФК фазы белита различается от 7,9 до 49,33 %. Кривые 1 и 3 соответствуют СФК, в которых ферриты кальция, образующиеся на более выгодных условиях, чем белит, значительно преобладают над последним. Составы СФК, соответствующие кривым 2 и 4, содержат большее количество белита, образование которого происходит не так быстро, как образование ферритов кальция.

Таблица 3

Расчетный минералогический состав синтезированных СФК

Наименование*	Минералогический состав СФК, %			
	C ₂ S	C ₃ A ₃ ·CaSO ₄	C ₂ F·CaSO ₄ /3CF·CaSO ₄	Сумма
C ₂ F·CaSO ₄ (I)	7,93	1,63	88,03	97,59
C ₂ F·CaSO ₄ (II)	40,59	4,83	52,36	97,78
3CF·CaSO ₄ (I)	7,94	1,67	86,89	96,51
3CF·CaSO ₄ (II)	49,33	5,71	42,26	97,31

По рентгенограммам СФК белит можно определить уже при 850 °С. Появление белита при столь низких температурах объясняется возникновением незначительного количества расплава ввиду присутствия в сырьевых смесях щелочей [7]. Повышение температуры интенсифицирует образование белита и при 1000 °С он вступает в реакцию с ангидритом, которого в сырьевой смеси присутствует значительное количество, и приводит к образованию силикосulfата кальция (сульфатного спуррита). Дальнейшее повышение температуры увеличивает количество силикосulfата, которое достигает максимума при температуре 1200 °С (рис. 3 и 4). При 1250 °С силикосulfат распадается на белит и ангидрит, обладающие более

высокой реакционной способностью, чем они имели до образования сульфатного спуррита [8].

Начало реакций сульфатирования ферритов кальция было замечено при 1050 °С о чем свидетельствовало смещение пиков межплоскостных расстояний ферритов кальция (с 2,694 Å до 2,676 Å) и уменьшение интенсивности пиков ангидрита. Поскольку начало реакций сульфатирования железосодержащих фаз и реакция образования силикосulfата кальция происходит практически при одинаковых температурах, то они являются конкурирующими в этом диапазоне температур. Только после распада силикосulfата кальция ангидрит, обладающий повышенной реакционной способностью с большей скоростью взаимодействия вступает в реакцию сульфатирования ферритов кальция.

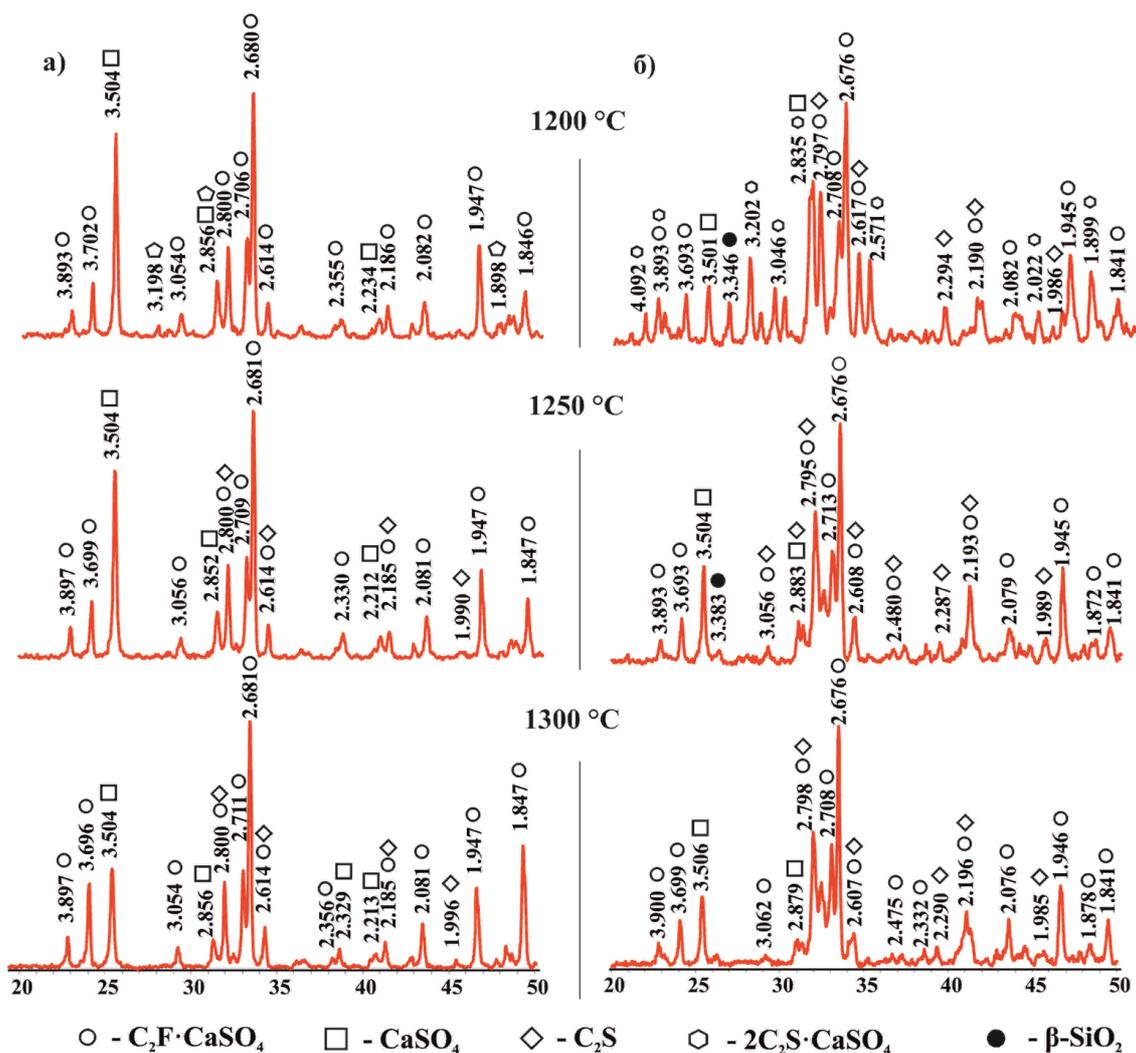


Рис. 3. Зависимость минералогического состава высокоосновных СФК от температуры:
 а - $C_2F \cdot CaSO_4$ (I); б - $C_2F \cdot CaSO_4$ (II)

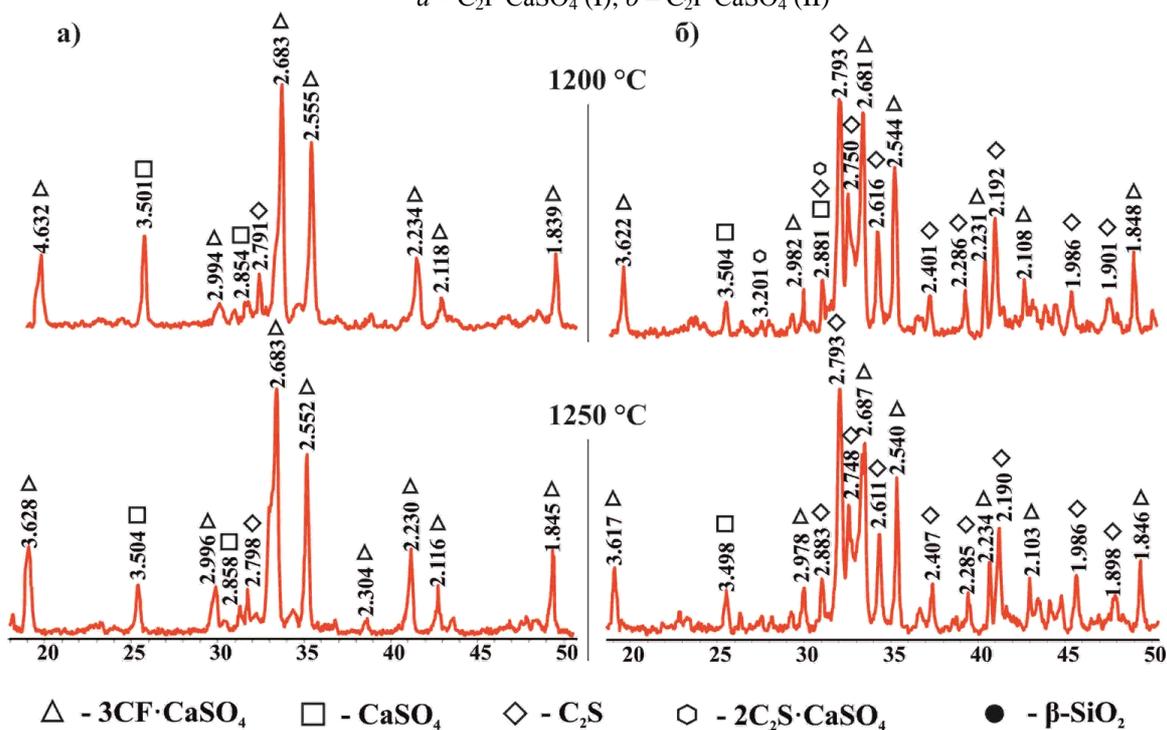


Рис. 4. Зависимость минералогического состава низкоосновных СФК от температуры:
 а - $3CF \cdot CaSO_4$ (I); б - $3CF \cdot CaSO_4$ (II)

Контроль за содержанием в СФК сульфата кальция, в результате распада которого оксиды серы улетучиваются, осуществляли при помощи химического анализа. Сравнительная диаграмма содержания оксида серы (VI) представлена на

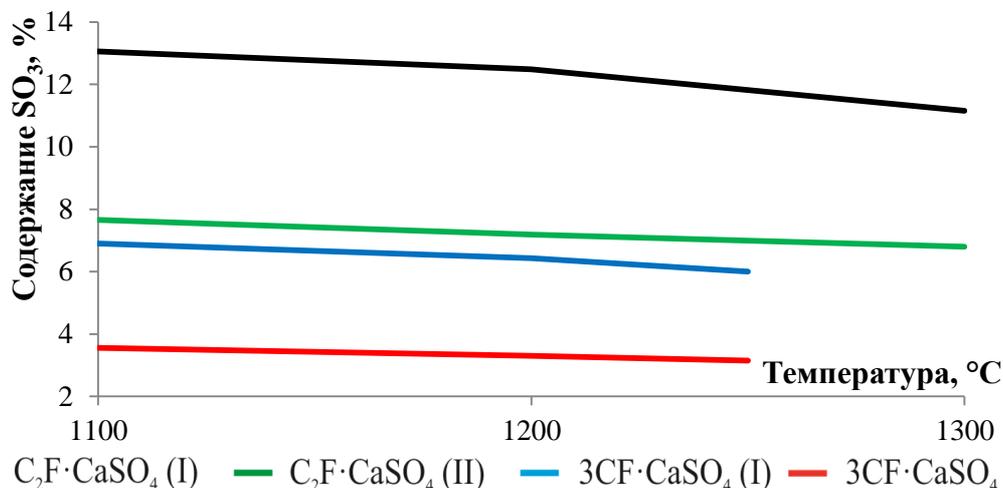


Рис. 5. Изменение содержания оксида серы (VI) при синтезировании СФК в зависимости от температуры

Полное плавление образцов двухкальциевого сульфогеррита в составах с низким содержанием белита наблюдалось при 1310 °C и при увеличении количества последнего в СФК температура повышалась до 1340 °C. Для образцов рассчитанных на получение монокальциевого сульфогеррита температура полного перехода в расплав составляла 1220 °C, повышаясь по мере увеличения белита в пробах сульфогерритного клинкера до 1270 °C.

С целью определения влияния синтезированных расширяющихся сульфогерритных добавок на физико-механические показатели композиционных вяжущих готовились смеси, состоящие из синтезированных СФК и портландцемента марки ЦЕМ I 42,5 Н. Количество ввода добавки определялась на основе литературных

рис. 5. Из рис. 5 видно, что для всех образцов до температур получения СФК выделение оксида серы не существенно и наибольшее значение имеет для C₂F·CaSO₄ (I) (2,18 %), а наименьшее для 3CF·CaSO₄ (II) (0,50 %).

данных [9, 10] и была принята в размере 6 %. Определение линейного расширения и прочности на сжатие, по результатам которой можно оценить гидравлическую активность, осуществлялась на малых образцах-балочках и кубиках [11], размер которых 10x10x60 мм и 14,1x14,1x14,1 мм соответственно.

Определение изменения линейного расширения цементного камня проводилось на индикаторе линейного расширения часового типа в возрасте 3, 5, 7, 15, 21 и 28 суток. Изменение линейного расширения (рис. 6) выражалось в процентах относительно первоначальных размеров после заформовки. В качестве контрольного образца выступал чистый портландцемент вышеуказанной марки.

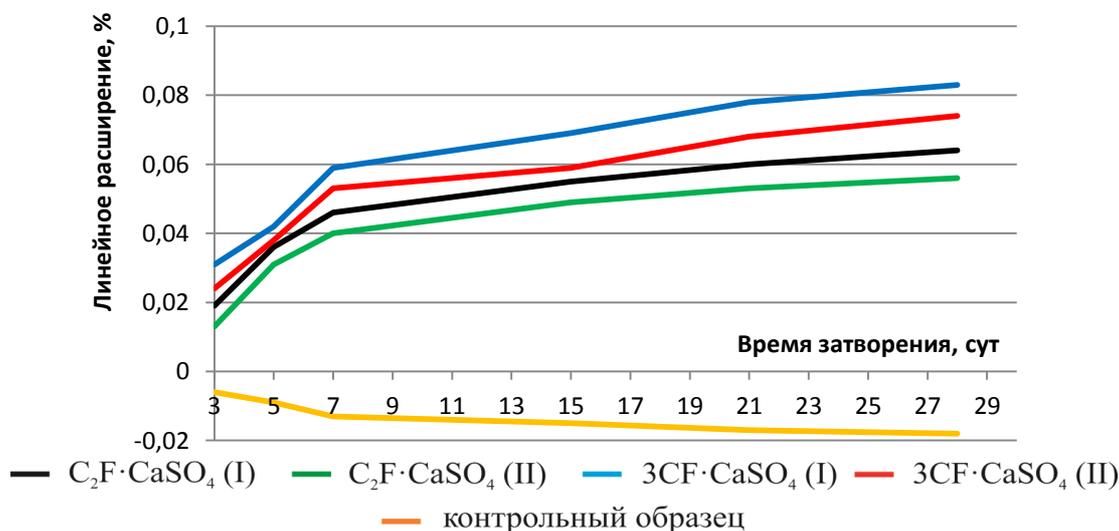


Рис. 6. Изменение линейного расширения цементного камня

По результатам произведенных замеров установлено, что все виды синтезированных СФК оказывают необходимое влияние на линейное расширение цементного камня, тогда как контрольный образец испытывает усадочные деформации. Наибольшее расширение показали образцы, в состав которых входили низкоосновные сульфогерриты кальция (0,083 % и 0,074 %). Немного меньшее расширение у цементного камня, в состав которого входили двухосновные СФК (0,064 % и 0,056 %). Усадка цементного камня из чистого

портландцемента составила – 0,018 %. Разница в расширении для высокоосновных и низкоосновных смесей обусловлена различным механизмом гидратации СФК [5].

Исследование гидравлической активности производилось в возрасте 2, 7 и 28 суток. Контрольным образцом, как и в экспериментах по определению линейного расширения, выступал портландцемент марки ЦЕМ I 42,5 Н. Результаты испытаний свели в гистограмму (рис. 7).

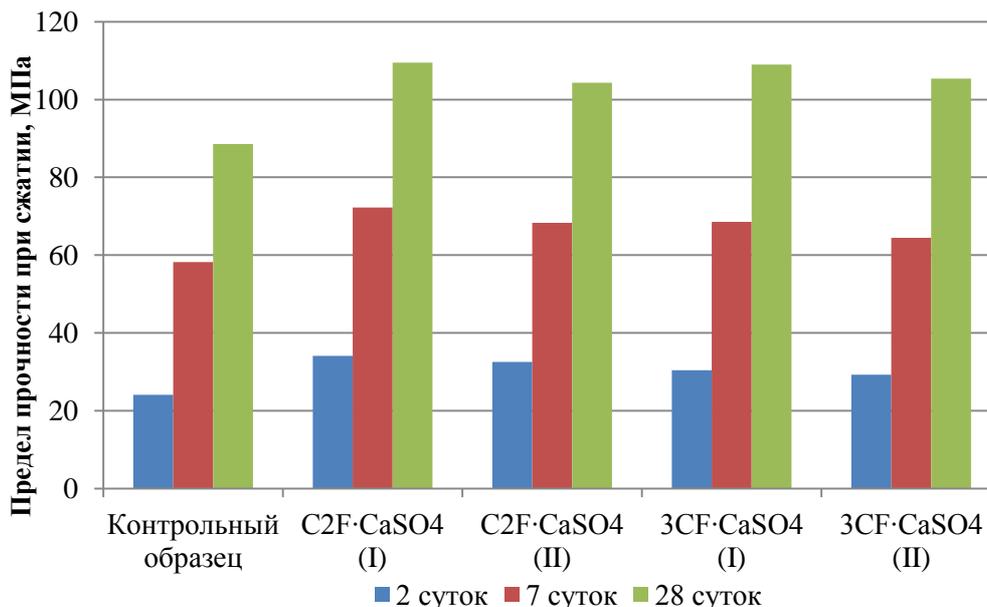


Рис. 7. Изменение гидравлической активности цементного камня

Как показано на рис. 7, гидравлическая активность всех образцов, в состав которых входила расширяющаяся добавка, была выше на всех сроках твердения, чем у контрольного образца. Так, в возрасте 2 суток разница в прочности составляла от 17,5 % до 30 %. В последующих периодах эта разница становилась несколько меньшей и в возрасте 28 суток различалась от 15 % до 19%. Повышенная по сравнению с контрольным образцом гидравлическая активность обусловлена процентным содержанием в составе цементного камня расширяющегося компонента, образующие при взаимодействии с водой гидросульфогерриты кальция (железистый этрингит), которые в процессе формирования цементного камня пронизывают гелеобразный $\text{Fe}(\text{OH})_3$, образующийся наряду с гидросульфогерритами кальция, заполняя, тем самым, пустоты [5].

Выводы

1. Для получения СФК возможно использование ферритного отхода, содержащего значительное количество β -кварца, усложняющего получение качественного готового продукта.

2. Образующийся в процессе обжига силикосульфат кальция, не обладающий вяжущими свойствами, распадается при более низкой температуре, о чем указывалось в более ранних источниках [8, 12].

3. Реакции сульфатирования ферритов кальция и образования сульфатного спуррита начинаются практически при одной температуре около 1050 °С. Вследствие этого, ангидрит может вступать во взаимодействие как с ферритами кальция, образуя при этом СФК, так и с белитом, которого к этому моменту содержится значительное количество, образуя силикосульфат кальция. Количество сульфатного спуррита увеличивается с повышением температуры и достигает своего максимального значения при 1200 °С. Затем при 1250 °С происходит его термический распад с образованием белита и сульфата кальция, который обладает высокой реакционной способностью и быстро вступает в реакцию сульфатирования ферритов кальция.

4. Композиционные вяжущие, в состав которых входили расширяющиеся добавки суль-

фоферритов кальция, продемонстрировали лучшие показатели при измерении линейного расширения и гидравлической активности. Объяснением этому служат процессы происходящие при гидратации и твердении композиционных смесей и образовании цементного камня: появляющиеся пустоты заполняются расширяющейся добавкой гидросульфферритов кальция [9, 10], что приводит к повышению плотности цементного камня и, как следствие, увеличению прочностных показателей для всех композиций во все сроки твердения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Использование горючих отходов при производстве цемента: иллюстрированный аналитический обзор/ Науч. Рук. В.И. Шубин, исполнитель Л.Н. Грикевич, НИИ Цемент. М., НИИ Цемент, 2005. 98 с.
2. Классен В.К., Борисов И.Н., Мануйлов В.Е. Техногенные материалы в производстве цемента. Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. 126 с.
3. Лугинина И. Г., Кузнецова Т. В. Клинкерообразование во вращающихся печах при получении портландского и специальных цементов. М., Белгород: Моск. инж.-строит. ин-т им. В. В. Куйбышева; БГТИСМ им. И. А. Гришманова, 1991. 91 с.
4. Cranswick L.M.D. Hints on Phase Identification Using Powder X-ray Diffraction [Электронный ресурс], 1999. Режим доступа: <http://www.ccp14.ac.uk/poster-talks/phase-id-1999/html/phaseid.htm> (дата обращения: 09.10.2015)
5. Осокин А.П., Кривобородов Ю.Р., Потапова Е.Н. Модифицированный портландцемент. М.: Стройиздат, 1993. 328 с.
6. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. М.: Высшая школа, 1981. 335 с.
7. Классен, В.К. Обжиг цементного клинкера. Красноярск: Стройиздат, 1994. 323 с.
8. Бакеев Д.В. Технология сульфатсодержащего цемента на низкоалюминатном сырье : Автореф. дис. канд. техн. наук ; М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2010. 17 с.
9. Борисов И.Н, Мандрикова О.С. Синтез сульфферритного клинкера для производства безусадочных и расширяющегося цементов // Современные проблемы науки и образования. 2012. №2. С. 269.
10. Кривобородов Ю.Р. Сульфатированные тампонажные цементы: дис. ... д-ра техн. наук. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2001. 358 с.
11. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1973. 504 с.
12. Лугинина И.Г. Избранные труды. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2002. 302 с.

Grebeniuk A.A., Borisov I.N.

RESEARCH OF THE PRODUCTION POSSIBILITY OF EXPANDING ADDITION BASED ON FERRITE WASTE WITH β -QUARTZ HIGH CONTENT.

The sulfoferrite clinker out of the raw mixes consisting of β -quartz significant quality that complicates the receipt of expanding addition quality is realized. The calcium silicate sulfate resolving possibility at lower temperatures, than it was commonly supposed earlier, is indicated. The strength aspects and mixtures line widening with the help of the widening component is analyzed.

Key words: *sulfoferrite clinker, calcium silicate sulfate, ferrous ettringite, resource-saving, expanding addition.*

Гребенюк Александр Александрович, аспирант кафедры технологии цемента и композиционных материалов. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: alexander.grebeniuk@mail.ru

Борисов Иван Николаевич, д-р техн. наук, зав. кафедрой ТЦКМ, профессор кафедры технологии цемента и композиционных материалов.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: xtsm@intbel.ru

*Шайхиев И.Г., д-р техн. наук, доц.,
Степанова С.В., канд. техн. наук, доц.
Казанский национальный исследовательский технологический университет
Свергузова С.В., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

УДАЛЕНИЕ ИОНОВ КОБАЛЬТА ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ИЗ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ *PISUM SATIVUM*

ildars@inbox.ru

*Изучено удаление ионов кобальта концентрацией 1000 мг/дм³ с использованием экстрактов из высушенных и измельченных оболочек стручков гороха (*Pisum sativum*) в дозировках 5–50 см³ на 100 см³ модельного раствора. Исследовано влияние дозирования, а также значений pH экстрактов на эффективность удаления ионов Co(II). Определено, что степень удаления ионов Co(II) с учетом разбавления модельного раствора нейтральными, кислыми и щелочными экстрактами из шелухи оболочек гороха (ЭШГ, ЭШГк и ЭШГщ) составила 76,5 %, 78,9 % и 81,3 %, соответственно. Показано, что удаление ионов кобальта происходит за счет образования нерастворимых в воде комплексов с белками, входящими в состав экстрактов.*

Ключевые слова: ионы кобальта, оболочки стручков гороха, экстракт, очистка

Введение. Одним из токсичных элементов, широко применяемом в промышленном производстве и потреблении, является кобальт и его соединения. Определено, что нетоксические дозы кобальта стимулируют образование красных кровяных клеток и гемоглобина, токсические – угнетают. Растворимые соединения кобальта (20–60 мг) вызывают у человека ретикулоцитоз, большие дозы – ряд токсических явлений. При попадании на кожу соединений кобальта возможны острые дерматиты. Повышенное содержание кобальта в организме может наблюдаться у лиц, работающих в металлургической, стекольной и цементной промышленности. Повышенное количество кобальта в организме может наблюдаться при избыточном приеме витамина В₁₂. Соли кобальта используются при производстве некоторых сортов пива, что в ряде случаев приводит к развитию у потребителей «кобальтовой» кардиопатии. Наиболее высокой токсичностью для человека обладают растворимые соли: хлорид кобальта, карбонат кобальта.

Одним из эффективных методов удаления поллютантов из водных сред, в том числе и вышеуказанных ионов кобальта, является сорбционная очистка. Достоинством способа является возможность удаления загрязнений из водных объектов до практически нулевой остаточной концентрации. Наиболее часто в качестве сорбентов используются активированные угли различных марок. Основным недостатком последних является высокая стоимость, необходимость регенерации отработанного сорбента, что приводит к увеличению стоимости очистки. Данное обстоятельство не совсем приемлемо для хозяйствующих субъектов, особенно в настоящее

кризисное время и негативно сказывается на качестве очистки стоков.

В настоящее время в мировом сообществе стремительно развивается новое инновационное направление в области охраны окружающей среды – использование отходов промышленного и сельскохозяйственного производства, а также природного минерального сырья в качестве реагентов для удаления поллютантов из сточных и природных вод. В частности, для удаления ионов кобальта из водных сред исследовались следующие минеральные образования: каолинит [1], сепиолит [2], гематит [3], бентонит [4, 5], монтмориллонит [6] и другие.

Особый интерес представляют многотоннажные возобновляемые лигноцеллюлозные отходы от переработки сельскохозяйственного сырья и деревопереработки. Анализ мировой литературы показывает, что последние интенсивно исследуются для извлечения из водных сред красителей [7–11] и ионов тяжелых металлов, в основном, ионов Cr(VI), Cd(II), Cu(II), Ni(II), Pb(II), Zn(II) [12–21] и ряда других поллютантов.

В мировой литературе известны работы по удалению ионов кобальта из водных сред с использованием, в частности, отходов от переработки моркови [22], скорлупы миндаля [23], кукурузных кочерыжек [24–26], лимонной цедры [27], льняной костры [28]. Следует отметить, что названные реагенты имеют невысокие сорбционные показатели по ионам Co(II). Данное обстоятельство объясняется тем, что основным процессом извлечение ионов кобальта является хемосорбция, которая протекает лишь на поверхности сорбционных материалов с функцио-

нальными группами, входящими в структуру биополимеров и других химических соединений отходов.

Нами определено, что увеличение удаления ионов тяжелых металлов из водных растворов возможно при использовании в качестве реагентов экстрактов из отходов растительного происхождения или растительной биомассы. Экстракты содержат в своем составе природные биологически активные вещества, извлечение которых из биомассы гораздо дешевле их промышленного синтеза. В частности, при удалении ионов Cu(II), Fe(III) и Cr(VI) листвой и опилками коры дуба обыкновенного, а также с использованием экстрактов, полученных из них же, найдено, что последние гораздо эффективнее удаляют названные ионы из модельных растворов за счет образования нерастворимых в воде комплексов с таннидами [29–34].

Ранее было показано, что экстракты из отходов от переработки бобовых культур, в частности, стручков гороха (*Pisum sativum*) весьма эффективно зарекомендовали себя при удалении ИТМ в концентрациях 100 мг/дм³ [35, 36]. Однако, в некоторых случаях, содержание ИТМ в сточных водах достигает нескольких сотен мг/дм³ и сорбционная очистка затруднена ввиду

быстрой насыщаемости сорбционных материалов сорбатом.

Основная часть. В связи с вышеизложенным, в настоящей работе исследовалось удаление ионов Co(II) из модельных растворов с использованием экстрактов из оболочек стручков гороха. Последние готовились следующим образом: предварительно высушенные и измельченные оболочки стручков гороха с размером частиц от 0,5 до 1 мм в количестве 100 г заливались 1 дм³ дистиллированной воды, нагретой до 90 °С, и настаивалась в течение 3 часов для наиболее полного экстрагирования органических веществ в водную фазу. Для оценки влияния значения pH на эффективность удаления ионов Co²⁺ экстрактами, воду предварительно подкисляли или подщелачивали 0,1 Н растворами HCl или NaOH, соответственно, до достижения pH = 2,5 или pH = 10,5. По истечении названного промежутка времени, экстракты отделялись от сырья и анализировались.

Физико-химические показатели экстрактов из шелухи оболочек стручков гороха, полученные в нейтральной (ЭШГ), кислой (ЭШГк) и щелочной (ЭШГщ) средах, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели экстрактов из шелухи оболочек стручков гороха

Показатели	ЭШГ	ЭШГк	ЭШГщ
pH	5,76	2,5	10,5
ХПК, мг O/дм ³	6048	5184	4992
Плотность, мг/см ³	1003,25	1001,9	1001,2
Светопропускание, %	21	17,8	1,5
Общая щелочность, мг·экв/дм ³	5,2	-	10,8
Общая кислотность, мг·экв/дм ³	1,2	19,0	-
Цвет	светло-коричневый	светло-коричневый	светло-коричневый

Как следует из данных, приведенных в таблице 1, полученные экстракты имеют высокое значение ХПК, обусловленное наличием в них большого количества органических веществ.

Соответственно, модельный раствор с содержанием ионов Co²⁺ 1000 мг/дм³, приготовленный растворением соответствующей навески семиводного сульфата кобальта (4,768 г) в 995 см³ дистиллированной воды, имел следующие показатели: pH – 5,37, плотность – 1000,12 мг/см³, цвет – светло-розовый.

Ход проведения эксперимента заключался в следующем: в шесть плоскодонных колб, содержащих по 100 см³ заранее приготовленного модельного раствора, добавлялся соответствующий экстракт в объеме от 5 до 50 см³. Приливание последнего к модельному раствору при-

водило к образованию дисперсной фазы коричневого цвета, которая обусловлена образованием комплексов аминокислот с ионами кобальта. Образующийся осадок постепенно седиментировал. На рисунке 1 приведена кинетика уплотнения дисперсной фазы, полученной приливанием к 100 см³ модельного раствора 50 см³ того или другого экстракта. Как следует из приведенных графиков седиментации дисперсной фазы, наиболее быстро оседал осадок, полученный в результате добавления к модельному раствору ЭШГ. Кинетика седиментации осадков, полученных при приливании кислого и щелочного экстрактов практически идентична, однако следует отметить, что наименьший объем осадка в мерном сосуде наблюдается в конце экспери-

мента в случае использования щелочного экстракта.

Дисперсная фаза коричневого цвета удалялась фильтрованием, сушилась и взвешивалась, а фильтрат анализировался на изменение физи-

ко-химических показателей. На рисунке 2 приведены графики изменения массы образующегося сухого вещества осадка (МСО) в зависимости от вида экстракта.

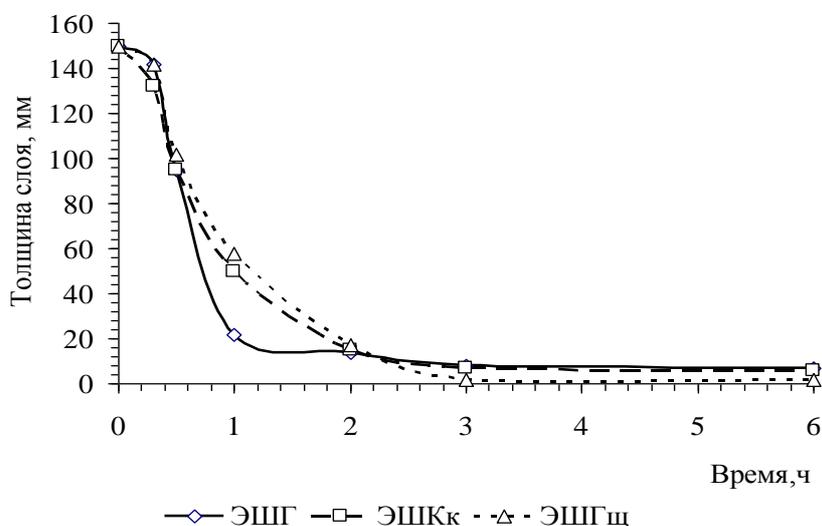


Рис. 1. Зависимость изменения толщины слоя осадка от времени при использовании ЭШГ, ЭШГк, ЭШГщ

Как следует из приведенных на рисунке 2 графиков, наибольшая масса осадка образуется при приливании к модельному раствору щелоч-

ного экстракта; добавление ЭШГ и ЭШГк приводит к практически сопоставим значениям образующихся масс осадков.

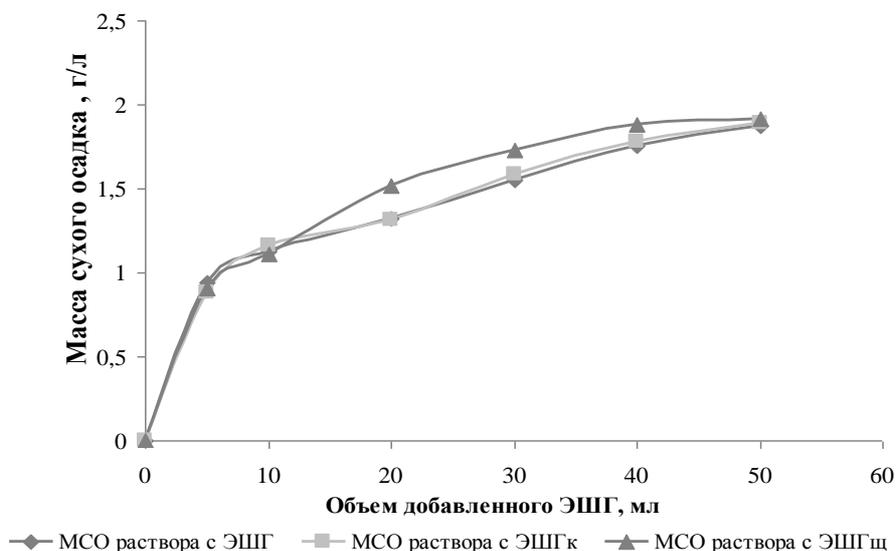


Рис. 2. Зависимость изменения массы сухого остатка от объема добавляемого экстракта

Как говорилось ранее, исходный модельный раствор с содержанием ионов кобальта имеет значение $pH = 5,37$. Приливание к нему экстрактов способствует некоторому изменению названного параметра (рис. 3). Как следует из графиков изменения значений pH смесевых растворов, добавление ЭШГ практически не влияет на исследуемый показатель ввиду близких значений. В тоже время, приливание 5 см³ подкис-

ленного (ЭШГк) или щелочного (ЭШГщ) экстрактов способствует резкому изменению значений pH . Увеличение в последующем дозировок приливаемых экстрактов способствует дальнейшему плавному изменению значений pH в кислую или щелочную области.

Графики зависимости остаточного содержания ионов $Co(II)$ в фильтратах приведены на рис. 4.

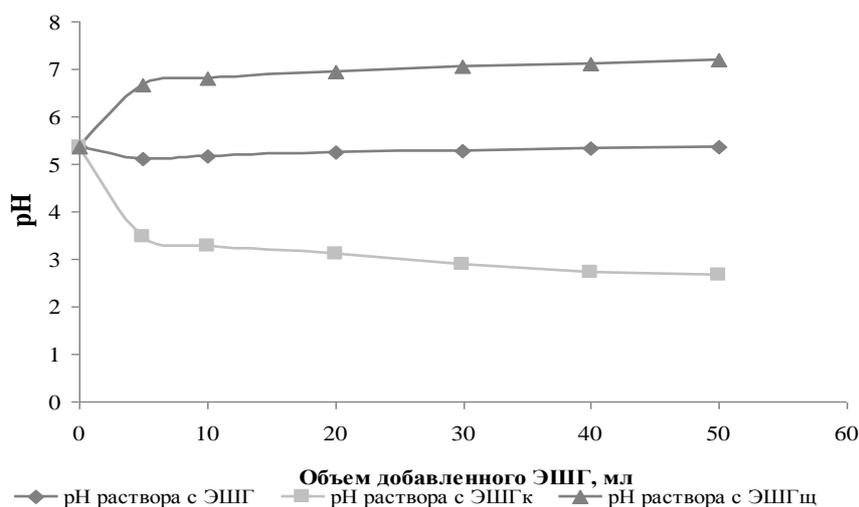


Рис. 3. Зависимость изменения значений pH от объемов добавляемых экстрактов

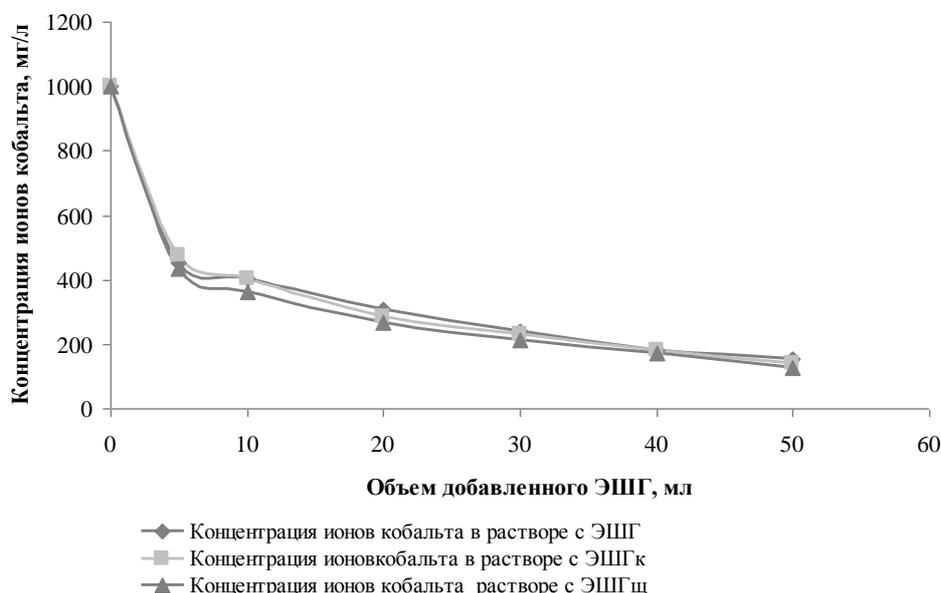


Рис. 4. Зависимость остаточной концентрации ионов Co(II) в фильтратах от объемов добавленных экстрактов

Как следует из приведенных графиков (рис. 4), наибольшее снижение концентрации ионов Co^{2+} наблюдается при добавлении к модельному раствору щелочного экстракта. Наименьшая остаточная концентрация ионов Co(II) наблюдается в случае приливания к модельному стоку 50 см^3 ЭШГщ – $124,5 \text{ мг/дм}^3$, наибольшая – при добавлении ЭШГ ($156,4 \text{ мг/дм}^3$). Данное обстоятельство, по всей видимости, объясняется тем, что в данном интервале pH (рис. 3), наряду с комплексами ионов кобальта с белками, дополнительно образуются еще и малорастворимый в воде гидроксид кобальта, увеличивая степень очистки. Проведенными расчетами определено, что степень удаления ионов Co(II) с учетом разбавления модельного раствора экстрактами (ЭШГ, ЭШГк и

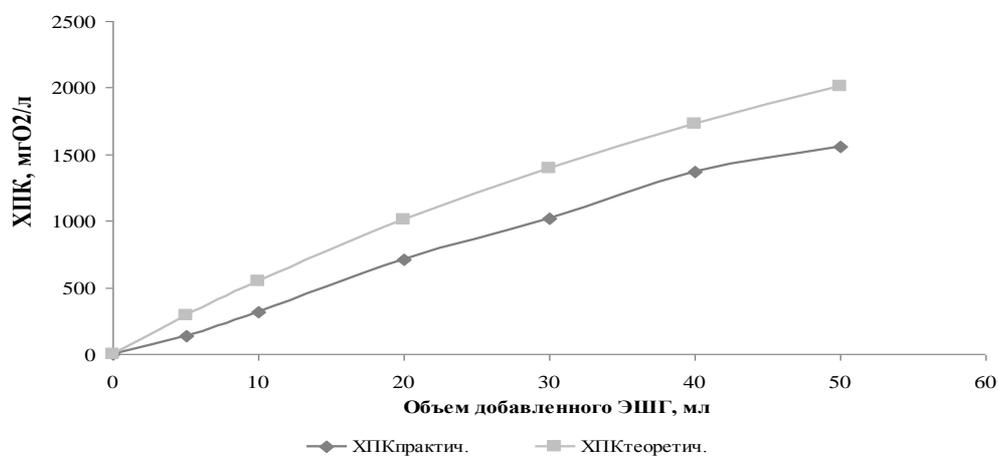
ЭШГщ) составила 76,5 %, 78,9 % и 81,3 %, соответственно.

Проведенными анализами установлено, что во всех случаях значения ХПК фильтратов с увеличением количества добавляемых к модельным растворам экстрактов повышаются (рис. 5), что вполне закономерно, так как последние имеют высокое содержание органических соединений, что подтверждается начальными значениями ХПК.

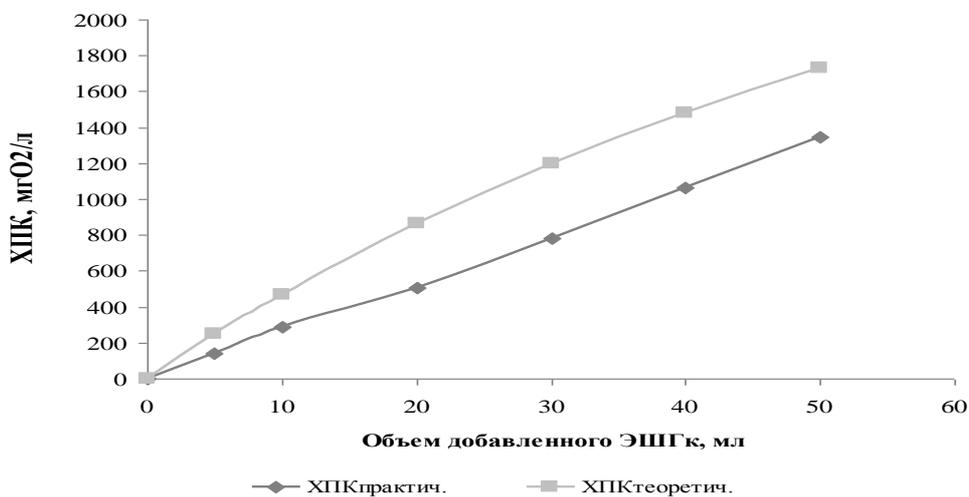
Верхние линии на графиках (рис. 5а-в) показывают изменение значений ХПК, полученные в результате смешения дистиллированной воды с экстрактами (эксперимент сравнения) в результате простого разбавления в указанных ранее пропорциях. Нижние графики демонстрируют зависимость изменения значений ХПК смесевых фильтратов после отделения образо-

вавшегося осадка. Разница между значениями ХПК холостого опыта и смесового фильтрата соответствует тому количеству органических соединений, вступивших в реакцию комплексо-

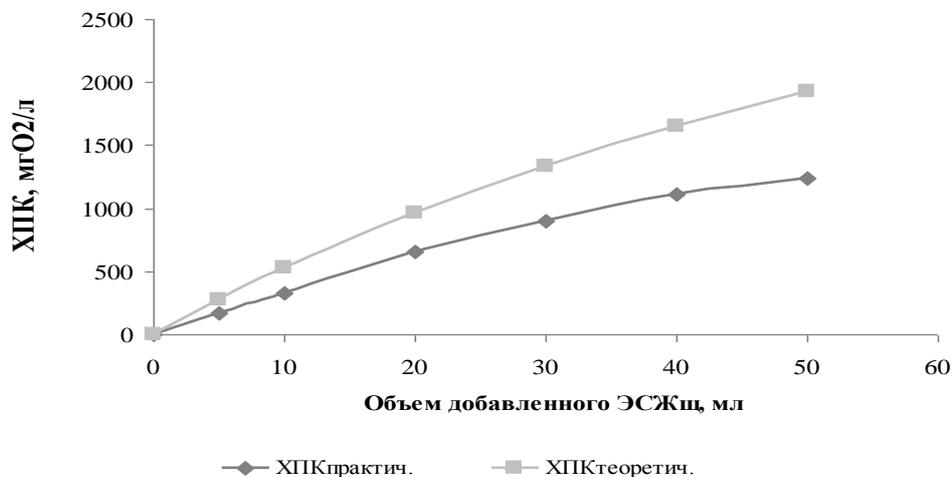
образования с ионами кобальта с образованием выпавших в осадок нерастворимых в воде соединений.



а



б



в

Рис. 5. Изменение значений ХПК в зависимости от объема приливаемого экстракта: а) ЭШГ; б) ЭШГк; в) ЭШГщ.

Сравнивая графики, приведенные на рисунках 5а-в, очевидно, что наибольшая разница при приливании максимального в данных экспериментах количества экстрактов (50 см^3 к 100 см^3 модельного раствора с ионами кобальта) наблюдается при добавлении ЭШГ ($\Delta \text{ХПК} = 454 \text{ мг О}_2/\text{дм}^3$). При добавлении кислого и щелочного экстрактов к модельному раствору, значения разницы между значениями ХПК в указанных соотношениях составили $\Delta \text{ХПК} = 385$ и $421 \text{ мг О}_2/\text{дм}^3$, соответственно.

Выводы. Таким образом, проведенными экспериментами определено, что наибольшая степень удаления ионов кобальта из модельных растворов с концентрацией $1000 \text{ мг}/\text{дм}^3$ наблюдается при добавлении щелочного экстракта из высушенных и измельченных оболочек стручков гороха. Однако, учитывая, что разница в эффективности удаления ионов Co(II) щелочным экстрактом и ЭШГ составляет $4,8 \%$, использование ЭШГ видится проблематичным, т.к. в дальнейшем необходимо нейтрализация смесового фильтрата, что приводит к дополнительным финансовым издержкам. В этой связи, наиболее оптимальным является применение ЭШГ для удаления ионов кобальта из растворов с большой концентрацией. Очевидно, что после использования экстракта, необходима последующая очистка другими методами для достижения требуемых показателей по сбросу стоков в природные водоемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Yavuz O., Altunkaynak Y., Guzel F. Removal of copper, nickel, cobalt and manganese from aqueous solution by kaolinite // *Water Research*. 2003. vol. 37. P. 948–952.
2. Kara M., Yuzer H., Sabah E., Celik M.S. Adsorption of cobalt from aqueous solutions onto sepiolite // *Water Research*. 2003. Vol. 37. P. 224–232.
3. Arthur W.R., Gino C.B-M. Adsorption of Cu, Pb, Zn, Co, Ni and Ag by goethite and hematite: a control on metal mobilization from redbeds into stratiform copper deposits // *Economic Geology*. 1993, vol. 88. P. 1226–1236.
4. Kubilay S., Gürkan R., Savran A., Sahan T. Removal of Cu(II) , Zn(II) and Co(II) ions from aqueous solutions by adsorption onto natural bentonite // *Adsorption*. 2007. vol. 13. P. 41–51.
5. Мосталыгина Л.В., Елизарова С.Н., Мосталыгина А.Г. Реагентный и сорбционный метод с применением бентонитовой глины для очистки сточных вод от ионов хрома // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2014. № 6. С. 172–175.
6. Gutierrez M., Fuentes H.R. A Langmuir isotherm-based prediction of competitive sorption of Sr, Cs and Co in Ca-montmorillonite // *Waste Management*. 1993. vol. 13. P. 327–332.
7. Crini G. Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: A review // *Bioresource Technology*. 2006. vol. 97. № 9. P. 1061–1085.
8. Yagub M.T., Sen T.K., Afroze S., Ang H.M., Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: A review // *Advances in Colloid and Interface Science*. 2014. vol. 209. P. 172–184.
9. Gupta V.K. Application of low-cost adsorbents for dye removal-a review // *Journal of Environment Management*. 2009. vol. 90. № 8. P. 2313–2342.
10. Bharathi K.S., Ramesh S.T. Removal of dyes using agricultural waste as low-cost adsorbents: a review // *Applied Water Science*. 2013, vol. 3. P. 773–790.
11. Mohammed M.A., Shitu A., Ibrahim A. Removal of methylene blue using low cost adsorbent: A review // *Research Journal of Chemical Sciences*. 2014. vol. 4. №1. P. 91–102.
12. Шайхиев И.Г. Использование отходов деревопереработки в качестве реагентов для очистки сточных вод // *Все материалы. Энциклопедический справочник*. 2008. № 12. С. 29–42.
13. Шайхиев И.Г. Использование растительных сельскохозяйственных отходов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. ч. I. // *Все материалы. Энциклопедический справочник*. 2010. № 3. С. 15–25.
14. Шайхиев И.Г. Использование растительных сельскохозяйственных отходов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. ч. II. // *Все материалы. Энциклопедический справочник*. 2010. № 4. С. 30–40.
15. Nguyen T.A.H., Ngo H.H., Guo W.S., Zhang J., Liang S., Yue Q.Y., Li Q., Nguyen T.V. Applicability of agricultural waste and by-products for adsorptive removal of heavy metals from wastewater // *Bioresource Technology*. 2013. vol. 148. P. 574–585.
16. Ahluwalia S.S., Goyal D. Microbial and plant derived biomass for removal of heavy metals from wastewater // *Bioresource Technology*. 2007. vol. 98. P. 2243–2257.
17. Zhao G., Wu X., Tan X., Wang X. Sorption of heavy metal ions from aqueous solutions: A review // *The Open Colloid Science Journal*. 2011. vol. 4. P. 19–31.
18. Mohammed M.A., Shitu A., Tadda M.A., Ngabura M. Utilization of various agricultural waste materials in the treatment of industrial wastewater containing heavy metals: A review // *International Research Journal of Environment Sciences*. 2014. vol. 3. № 3. P. 62–71.
19. Sharma P.K., Ayub S., Tripathi C.N. Agro and horticultural wastes as low cost adsorbents for

removal of heavy metals from wastewater: A review // International Refereed Journal of Engineering and Science. 2013. vol. 2, № 8. P. 18–27.

20. Собгайда Н.А., Ольшанская Л.Н., Макарова Ю.А. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с помощью сорбентов - отходов деревообрабатывающей и сельскохозяйственной отраслей промышленности // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2009. № 9. С. 43–45.

21. Lesmana S.O., Febriana N., Soetaredjo F.E., Sunarso J., Ismadji S. Studies on potential applications of biomass for the separation of heavy metals from water and wastewater // Biochemical Engineering Journal. 2009. vol. 44. P. 19–41.

22. Güzel F., Yakut H., Topal G. Determination of kinetic and equilibrium parameters of the batch adsorption of Mn(II), Co(II), Ni(II) and Cu(II) from aqueous solution by black carrot (*Daucus carota L.*) residues // Journal of Hazardous Materials. 2008. vol. 153. № 3. P. 1275–1287.

23. Ahmadpour A., Tahmasbi M., Bastami T.R., Besharati J.A. Rapid removal of cobalt ion from aqueous solutions by almond green hull // Journal of Hazardous Materials. 2009. vol. 166. P. 925–930.

24. Parab H., Joshi S., Shenoy N., Lali A., Sarma U.S., Sudersanan M. Determination of kinetic and equilibrium parameters of the batch adsorption of Co(II), Cr(III) and Ni(II) onto coir pith // Process Biochemistry. 2006. vol. 41. № 3. P. 609–615.

25. Parab H., Joshi S., Shenoy N., Lali A., Sarma U.S., Sudersanan M. Esterified coir pith as an adsorbent for the removal of Co(II) from aqueous solution // Bioresource Technology. 2008. vol. 99. № 6. P. 2083–2086.

26. Parab H., Joshi S., Sudersanan M., Shenoy N., Lali A., Sarma U.S. Removal and recovery of cobalt from aqueous solutions by adsorption using low cost lignocellulosic biomass-coir pith // Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering. 2010. vol. 45, № 5. P. 603–611.

27. Bhatnagar A., Minocha A.K., Sillanpää M. Adsorptive removal of cobalt from aqueous solution by utilizing lemon peel as biosorbent // Biochemical Engineering Journal. 2010. vol. 48. № 2. P. 181–186.

28. Шайхиев И.Г., Абдуллин И.Ш., Хасаншина Э.М., Шайхиева К.И. Влияние параметров плазменной обработки на сорбционные характеристики льняной костры по отношению к ионам кобальта // Вестник Казанского технологического университета. 2014. т.17. № 9. С. 61–64.

29. Степанова С.В., Багаува А.И., Шайхиев И.Г. Исследование возможности использования отходов деревоперерабатывающей промышленности для очистки модельных вод от ионов тяжелых металлов. 1. Исследование возможности применения коры дуба в качестве реагента для удаления ионов железа (III) из модельных вод // Вестник Казанского технологического университета. 2010. № 10. С. 49–54.

30. Степанова С.В., Багаува А.И., Шайхиев И.Г. Исследование возможности использования отхода деревоперерабатывающей промышленности для очистки модельных сточных вод от ионов тяжелых металлов. 2. Исследование экстрактов из отходов деревопереработки (кора дуба) для удаления ионов Cu(II) // Вестник Казанского технологического университета. 2010. № 11. С. 64–70.

31. Багаува А.И., Степанова С.В., Шайхиев И.Г. Исследование экстрактов из отходов деревопереработки (опилки коры дуба) для удаления ионов хрома (VI) из модельных растворов // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 14. С. 74–79.

32. Юсупова А.И., Шайхиев И.Г. Исследование возможности использования экстрактов из опилок коры и листьев *Quercus robur* в качестве реагентов для удаления ионов железа (III) из модельных вод // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 7. С.189–191.

33. Юсупова А.И., Шайхиев И.Г. Удаление ионов железа (III) экстрактами из коры и листьев дуба и изучение морфологии и кинетики седиментации осадков // Вода: химия и экология. 2014. № 3. С. 76–83.

34. Юсупова А.И., Шайхиев И.Г. Исследование очистки модельных стоков, содержащих ионы Cu(II), опилками и экстрактами из коры QUERCUS ROBUR // Научно - технический вестник Поволжья. 2014. № 5. С. 356–358.

35. Шайхиев И.Г., Шайхиева К.И., Степанова С.В., Хаертдинова А.А., Влияние pH экстрактов из оболочек стручков *Pisum sativum* на удаление ионов меди из модельных растворов // Вестник технологического университета. 2015. т. 19. № 2. С. 98–102.

36. Шайхиев И.Г., Шайхиева К.И., Степанова С.В., Панарин Д.А., Очистка модельных растворов от ионов кобальта водными экстрактами из оболочек стручков *Pisum sativum* с различными значениями pH // Вестник технологического университета. 2015. т. 19. № 4. С. 150–153.

Shaikhiev I.G., Stepanova S.V., Sverguzova S.V.**THE USE OF EXTRACTS FROM WASTES OF PISUM SATIVUM TO REMOVE HIGH CONCENTRATIONS OF COBALT IONS FROM MODEL SOLUTIONS**

Investigated the removal of cobalt ions initial concentration 1000 mg/dm³ by using extracts from the dried and crushed shells pea pods (Pisum sativum) a dosage of 5-50 cm³ per 100 cm³ of model solution. The influence of dosages and pH values of the extracts on the removal efficiency of ions Co(II). The removal efficiency of ions Co(II) subject to dilution model solution neutral, acidic and alkaline extracts of husks of peas (EHP, EHP_{acid} and EHP_{alk}) amounted to 76,5 %, 78,9 % and 81,3 %, respectively. Determined that the removal of cobalt ions occurs due to the formation of insoluble complexes with proteins present in the extracts.

Key words: ions of cobalt, shells pea pods, extract, purification

Шайхиев Ильдар Гильманович доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой инженерной экологии.

Казанский национальный исследовательский технологический университет.

Адрес: Россия, 420015, Казань, ул. К. Маркса, д. 68.

E-mail: ildars@inbox.ru

Степанова Светлана Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной экологии.

Казанский национальный исследовательский технологический университет.

Адрес: Россия, 420015, Казань, ул. К. Маркса, д. 68.

E-mail: ssvkan@yandex.ru

Свергузова Светлана Васильевна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой промышленной экологии.

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

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

E-mail: pe@intbel.ru

Медведев Е.Ф., д-р техн. наук, с.н.с.
Российский федеральный ядерный центр –
Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики
Минько Н.И., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТЕКЛЯННЫХ МИКРОСФЕР ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ СОСТАВОВ

minjko_n_i@mail.ru

Представлены результаты анализа выборки стеклянных микросфер, предназначенных для применения в качестве водородонаполняемых микробаллонов в лазерно-физических экспериментах. Установлена корреляция между экспериментально определённой водородной проницаемостью, силикатным модулем и фактором связности структуры. Доказано, что микросферы отвечали предъявляемым требованиям.

Ключевые слова: *стекло, микросферы, структура, силикатный модуль, фактор связности, водород, коэффициент проницаемости.*

В настоящей работе представлены результаты анализа геометрических размеров и водородной проницаемости микросфер, изготовленных из боросиликатного стекла двумя различными методами, предназначенных для исследований в области лазерной физики.

Требования к геометрии и проницаемости микросфер определяются условиями конкретного физического эксперимента, например, по низкотемпературной консервации термоядерного топлива в виде дейтериево-тритиевого (DT) льда и изучению сверхплотного сжатия плазмы; параметры микроизделий должны соответствовать мощности и длительности лазерного им-

пульса, воздействующего на их поверхность. Требования к геометрическим параметрам микросфер приведены в табл. 1 [1]. Для подготовки лазерной установки к эксперименту требуется определённое время, поэтому контролировался период полуистечения DT-газа – $T_{1/2}$. Наиболее подходящими являются микросферы, для которых $T_{1/2} \geq 30$ сут. Наполовину пустые (обезгаженные) микросферы заполняются газом до исходного давления, после чего они считаются пригодными для физических экспериментов. Микросферы с меньшим временем жизни используются в других экспериментах.

Таблица 1

Параметры микросфер для лазерно-физических экспериментов

Параметр	Величина
Диаметр D	не менее 100 мкм
Сферичность	0,5 %
Толщина стенки h	не менее 0,1 мкм
Разнотолщинность $\Delta h/h$	не более 10 %
Эксцентриситет на участке $(2 \div 3)h$	0,5 %
Разномасовость Δm	3 %
Время полуистечения газа $T_{1/2}$	не менее 30 сут.

Результаты измерения параметров микросфер нейтронным радиоактивным методом зависят от однородности распределения в стекле нейтроно- и рентгенопоглощающих диагностических добавок (европия и свинца). Для этого были разработаны специальные составы и технология синтеза в водном растворе с применением органических и неорганических компонентов (табл. 2) [2–5].

Расчётным путём проницаемость оценивалась по коэффициенту K_H (моль·м/(м²·с·Па), соответствующее уравнение предложено авторами работы [6]:

$$K_H = 8,1 \cdot 10^{-14} \exp \left[- \left(\frac{1}{T} \right) (17330 - 127,8C) \right], \quad (1)$$

где C – содержание стеклообразователей $\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$, мол. %.

В уравнении (1) в явном виде не учтены другие типичные стеклообразователи, промежуточные оксиды, модификаторы (это можно выразить как $(100 - C_{\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5})$, но тогда "исчезают" первые три оксида) и характеристики структура стекла, без чего уравнение не совсем корректно, так как, несомненно, проницаемость стекла зависит от размерности и связности его структурной сетки. Для доказательства

приведем пример из [7]: при определённых концентрациях Na_2O и V_2O_5 уплотняют структуру, а SiO_2 разрыхляет. В натриевоборосиликатных стёклах оба эффекта действуют противоположно, при содержании V_2O_5 около 18 мас. % оксид Na_2O в количестве 12–15 мас. % является донором кислорода, изменяя координационное число бора по кислороду с 3 до 4, тетраэдрические группы $[\text{BO}_4]$ усиливают структуру боросиликатных стёкол. При дальнейшем уве-

личении концентрации Na_2O тетраэдрические группы $[\text{BO}_4]$ перестраиваются в плоские тригональные $[\text{BO}_3]$, что может вызвать фазовое разделение стекла в форме капельной ликвиации, ослабление структуры стекла и усиление его проницаемости. Аналогичные явления происходят, если при постоянном содержании щелочного оксида повышается содержание V_2O_5 сверх 18 мас. %. В бесщелочных стёклах подобные эффекты отсутствуют.

Таблица 2

Стеклообразующие композиции для изготовления микрофер

Компонент	Содержание компонента, мас. %			
	2033978 [2]*	2036856 [3]*	2036171 [4]*	2205802 [5]*
H_3BO_3	7,46–7,82	7,64–7,82	8,21–8,31	5,56–7,44
NaOH	25,43–26,59	26,46–26,72	27,60–27,72	13,60–15,52
KOH	10,01–10,36	10,25–10,48	11,01–11,14	0,06–0,15
Li_2SO_4	нет	нет	0,07–0,70	нет
Li_2CO_3	0,25–0,74	0,22–0,74	нет	нет
Eu_2O_3	0,70–4,00	0,70–4,00	нет	нет
PbO	нет	нет	нет	6,65–6,82
$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	3,90–22,30	3,90–22,30	нет	20,50–22,90
$\text{C}_{22}\text{H}_{11}\text{O}_9(\text{NH}_4)_3$	0,60–3,50	нет	нет	0,10–0,24
$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	1,00–2,90	1,00–3,00	нет	нет
CaCO_3	нет	нет	нет	5,94–6,06
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	нет	нет	нет	1,17–1,45
$\text{Al}(\text{OH})_3$	нет	нет	нет	0,02–0,05
H_2SiO_3	остальное	остальное	остальное	остальное

Примечание* – номера патентов РФ; "нет" – отсутствие вещества в составе

Важным технологическим параметром, определяющим соотношение основных компонентов силикатных стёкол, является силикатный модуль n_{Si} , который рассчитывался по формуле (2) [8]:

$$n_{\text{Si}} = \frac{C_{\text{SiO}_2}}{C_{\text{Na}_2\text{O}}}, \quad (2)$$

где C_{SiO_2} , $C_{\text{Na}_2\text{O}}$ – содержания оксидов кремния и натрия, мол. %.

В качестве структуроопределяющего параметра в настоящей работе использовался фактор связности структуры стекла, предложенный Н. Н. Ермоленко [9]:

$$Y = \frac{\sum I_j Z_j - \sum I_k}{\sum I_j}. \quad (3)$$

*Для обозначения модуля применяется символ M , но также обозначается мольная масса, поэтому здесь и далее для силикатного модуля применялся символ n_{Si}

После преобразования с учётом рекомендаций автора формула (3) применялась в следующем виде:

$$Y = \frac{\sum_j x_j C_j Z_j - \sum_k x_k C_k}{\sum_j x_j C_j}, \quad (4)$$

где Z – валентность; x – число атомов металла в молекуле оксида; j, k – оксиды, содержащие катионы с валентностью $Z > 1$ и $Z = 1$ соответственно; C – содержание оксида, мол. %.

Знак "минус" в числителе формулы означает, что щелочные оксиды разупорядочивают структуру стёкол. Формулу (4) можно применять для прогнозирования размерности структуры: $Y=4$ указывает на образование трёхмерной сетки, $Y=3$ – двухмерной слоистой, $Y=2$ – одномерной цепочечной структуры, при $Y < 2$ нельзя считать возможным образование стекла; в [9] приведены соответствующие структурные мотивы.

Фактор связности Y отражает фундаментальное свойство стёкол – свободный объём, определяющий газопроницаемость. С усилением связности сетка стекла в большей степени

приближается к структуре кварцевого стекла, наиболее газопроницаемого [7], и наоборот – низкая связность свидетельствует о менее проницаемой (более упакованной) структуре, следовательно, $2 \leq Y < 4$. Линейная зависимость между упаковкой и проницаемостью стекла, скорее всего, маловероятна.

Оценим количество водорода, проходящего через наименьшее отверстие в сетке стекла. Мостиковые кислороды могут образовать треугольник (наименьшее отверстие) площадью $S_{O-O} = l_{O-O}^2 \sqrt{3}/2 = (2,64 \cdot 10^{-10})^2 \cdot 0,865 = 6 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$. Межъядерное расстояние l_{H-H} в молекуле H_2 – 74 пм [10], поэтому площадь её сечения $1,7 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$, а количество молекул, одновременно проходящих через ячейку, равно трём. В сетке есть полости более сложной формы, способные пропускать больше газа. То есть проницаемость необходимо прогнозировать уже на этапе разработки состава стекла, моделируя возможную структуру, определяя необходимые компоненты, их молярные объёмы, условия стеклообразования и т. д.

По традиционной твердофазной технологии стеклянные водородонаполняемые микросферы в силу их специфики (табл. 1) изготовить нельзя, необходимы совершенно иные методы. Известные способы получения силикатов со свинцом и лантаноидами, в частности, с европием, ориентированы на классический твердофазный метод, сосаждение в растворах с компонентами основы или диспергирование оксидов в растворе.

В [11] сообщается о двух способах изготовления сфер. Жидкость (суспензия, горячий раствор) из капельницы поступает в трубу с холодным (сжиженным) газом, где капли, замерзая, приобретают сферическую форму.

По другому способу микросферы изготавливаются из стеклокрошки [12] с введённым вспенивателем.

В [13] при термообработке на капли воздействуют ультразвуком.

В [14] описываются способ и печь для изготовления микросфер по методу капель, указывается температурный режим и стеклообразующие составы.

В [15] приводятся новые способы получения силикатных стёкол и составы стёкол [16] фирм "3M Co." (США), "Saint-Gobain Vitrage" (Франция), "Glaverbel" (Бельгия), "Nippon Sheet Glass Co." и "Tokai Kogyo Co." (Япония) для получения микросфер. Вначале золь-гель способом получается раствор. Затем раствор сушится в распылительной сушилке и отбираются порошки заданной дисперсности, из которых формируются микросферы. Далее микросферы

обрабатываются химическими реагентами, отмываются и сушатся. По второму способу предварительно сваренное стекло размалывается и фракционируется на ситах. Порошки нужной дисперсности пропускаются через пламя газозвоздушной горелки, в результате получают микросферы. Физико-химические характеристики микросфер, изготовленных по классической технологии, выше, чем по золь-гель способу; но первый способ сложнее по аппаратурному оформлению и более материалоемок.

В настоящей работе микросферы изготавливались методами капель и фритты [2–5], вначале всегда готовился водный раствор компонентов. По методу фритты раствор исходных компонентов сушился до состояния геля, затем дробился, отбирались фракции частиц требуемой дисперсности. В обоих методах применялась высокотемпературная печь (рис. 1). Основной конструктивный элемент печи – вертикально устанавливаемая теплоизолированная труба из алунда длиной около 5 метров. Внутри размещалась вторая труба из плавленого кварца для изоляции керамики от расплава стекла. Печь состояла из четырёх температурных зон и зоны охлаждения микросфер. В 1 зоне капли рабочего раствора за счёт испарения воды преобразовывались в гелевые шарики. Во 2 зоне (300 °С) гель уплотнялся. В 1–3 зонах (до 500 °С) выделялись пары воды и углекислый газ при сгорании органических компонентов, эти газы формировали полые микросферы. В 3–4 зонах (800–1400 °С) разлагался серноокислый литий – неорганический газообразователь, газообразные оксиды серы препятствовали коллапсу полых микроизделий в высокотемпературной зоне (не выше 1400 °С), где завершалось стеклообразование.

По методу капель в верхней части печи устанавливался генератор для разбиения струи раствора на капли. Для предотвращения слипания 9 из 10 падающих капель отклонялись электростатическим устройством и собирались в специальном резервуаре, откуда раствор вновь возвращался в производственный цикл. Образовавшиеся микросферы оседали вниз и собирались в коллекторе, представлявшем собой цилиндр из металлической фольги с сетчатым дном. В методе фритты генератор капель и электростатик не применялись, а микросферы изготавливались из отобранных фракций молотой фритты.

По методу капель изготавливались однородные по геометрическим размерам изделия. Для уменьшения разброса параметров в методе фритты необходимо фракционирование. В методе капель процентное соотношение полых и не-

кондиционных изделий (шариков, осколков сфер, бесформенных кусочков стекла и других) в среднем составляло 80:20, в методе фритты выход некондиционных изделий мог достигать

40 %. Бракованные изделия осложняли ручной отбор кондиционных микросфер.

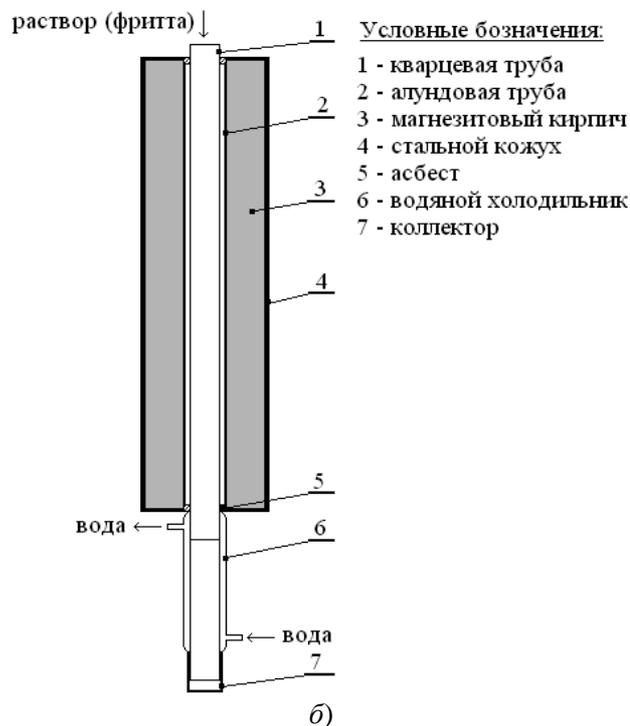


Рис. 1. Технологическая схема изготовления стеклянных микросфер:

а – схема производства; б – печь

Метод капле ограничивался только временем старения растворов (образование осадков и геля), а использование ультразвука требовало специальных мер защиты персонала. Второй метод проще по аппаратному оформлению, допускалось длительное хранение готовой фритты. Несмотря на имеющиеся недостатки оба метода одинаково пригодны для изготовления водородонаполняемых стеклянных микросфер.

Всего было изготовлено 89 партий микросфер из стекла щелочноборосиликатного состава (RBSi)*. Размеры изделий изменялись в следующих пределах, мкм: D_{\min} (20–300), D_{\max} (140–1400), $D_{\text{ср}}$ (136–606), h (0,75–10,5); $\Delta h/h$ (1–10) %. Три партии (3 % от общего количества) не пригодны для физических исследований – $\Delta h/h > 10$ % (2 партии), $\Delta h/h = 1$ % (1 партия); а 86 партий (97 %) кондиционные, $5\% \leq \Delta h/h \leq 10$ %. Из них отобрали и при 200–300 °С заполнили DT-газом 605 микросфер.

Выборку из 605 микросфер разделили на 3 части: $\Delta h/h < 5$, $\Delta h/h = 5$, $5 < \Delta h/h \leq 10$. Проведен ста-

тистический анализ измеренных величин и рассчитаны коэффициенты K_H по формуле (3). Изделия характеризовались удовлетворительной проницаемостью, разнотолщинность 92 % сфер составляла $\Delta h/h \leq 5$ %. В 25-ти случаях истечение DT-газа длилось более 0,5 года. Получен рекордный результат – $T_{1/2} > 2$ лет (822 сут.).

Большинство микросфер со свинцом (75 % от общего количества) и все микросферы с европием оказались пригодными для лазерно-физических исследований. Эмпирически получено следующее выражение:

$$K_H = 0,0549 \cdot 10^{-20} Dh(t_{1/2})^{-1} \quad (5)$$

Результаты сравнительного анализа составов и проницаемости микросфер, полученных в настоящей работе, и аналогов из Калифорнийского университета (UC, США); Ливерморской национальной лаборатории им. Э. О. Лоуренса (LLNL, США); Исследовательского центра по лазерному термоядерному синтезу Китайской Академии технической физики, г. Миньян (RCLF CAEP, КНР); Объединённой фирмы, г. Энн Эрбор (KMS Fusion, США), представлены в табл. 3–5 и проиллюстрированы рис. 1.

Основа составов (табл. 3), мол. %: SiO₂ 68,9±3,9; B₂O₃ 3,67±0,97; Na₂O 20,8±2,8; K₂O 4,9±1,2; Li₂O 0,37±0,12; другие оксиды встречались эпизодически. Целесообразно применять

*В изготовлении микросфер участвовали Б. Н. Илюшечкин, Е. Ф. Медведев, В. Г. Гоголев, В. М. Изгородин. Отбор, измерение геометрических параметров микросфер и давления газа выполнила Н. Н. Мариничева (РФЯЦ-ВНИИЭФ)

CaO и MgO, они повышают устойчивость изделий к атмосферной коррозии.

Установлена корреляция между проницаемостью и содержанием оксидов, однако уравнения регрессии выражались полиномами 5–6 сте-

пеней, что указывало на сложный характер зависимости. С учётом данных табл. 3 и формулы (1) получено уравнение $\lg K_H = f(n_{Si})$, так как $\lg K_H$ в основном зависела от содержания оксидов SiO₂ и Na₂O (рис. 2):

$$\lg K_H = -19,74 + 0,11n_{Si} - 0,13n_{Si}^2 + 0,01n_{Si}^3, \quad \rho = 0,92.$$

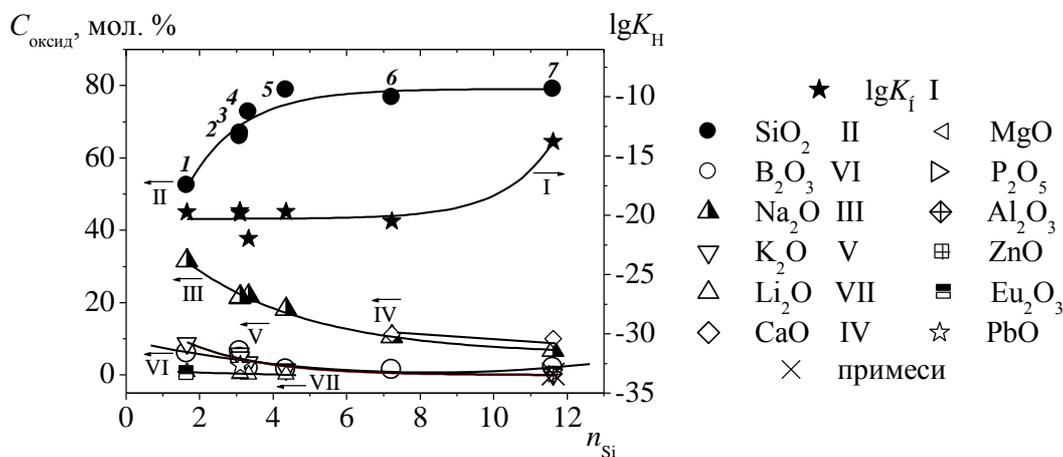


Рис. 2. Изменение содержания оксидов $C_{\text{оксид}}$ в составах стёкол микросфер и коэффициента проницаемости $\lg K_H$ (расчёт по формуле (1)) в зависимости от силикатного модуля n_{Si} (расчёт по формуле (2))

Таблица 3

Составы композиций микросфер и их критерии Kr

Содержание оксида C_i , мол. %													Kr		Источ-ник
SiO ₂	B ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Li ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	ZnO	Eu ₂ O ₃	PbO	пр.	n_{Si}	$\lg K_H$	
79,00	2,00	6,80	0,10	-	10,0	0,5	0,3	0,2	0,8	-	-	0,3	11,62	-13,80	[6]
72,70	1,80	21,80	3,50	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	3,33	-22,00	[14]
78,79	1,49	18,11	1,51	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	4,35	-19,73	[17]
65,95	6,52	21,34	5,91	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	3,09	-19,66	[5]
52,46	6,00	31,60	8,77	0,79	-	-	-	-	-	0,38	-	-	1,66	-19,74	[3]
66,81	4,78	21,54	4,81	0,46	-	-	-	-	-	-	2,6	-	3,10	-19,84	[5]
76,70	1,40	10,60	-	-	11,3	-	-	-	-	-	-	-	7,24	-20,52	[18]

Примечание. "-" – отсутствие компонента в составе; пр. – сумма примесей; коэффициент водородной проницаемости K_H рассчитывался по формуле (1)

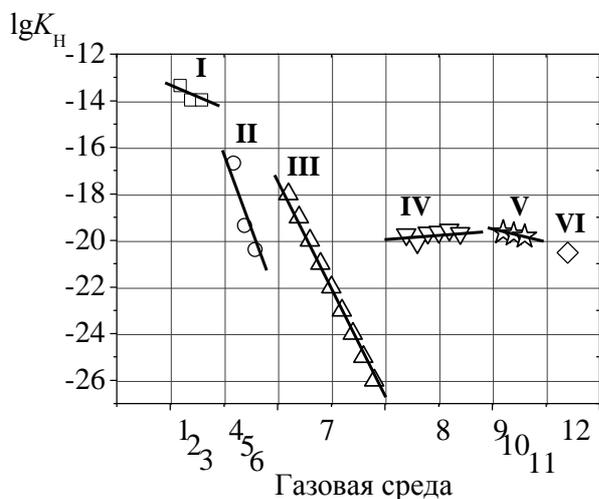


Рис. 3. Проницаемость стёкол для лазерно-физических исследований
 I [6], 1 – H₂, 2 – D₂, 3 – DT;
 II [19] 4 – He, 5 – D₂, 6 – Ne;
 III [13], 7 – H₂; IV [17], 8 – DT;
 V [2–5], 9–11 – DT (стёкла систем
 9 – Na₂O–K₂O–Li₂O–B₂O₃–SiO₂,
 10 – Na₂O–K₂O–Li₂O–Eu₂O₃–B₂O₃–
 –SiO₂, 11 – Na₂O–K₂O–Li₂O–PbO–
 –B₂O₃–SiO₂); VI [18], 12 – DT

Таблица 4

Проницаемость стеклянных сферических микробаллонов при 293–300 К

Источник	Величина $\lg K_H (1)$
UC&LLNL [6]	-13,4; -14; -14
Кварцевое стекло (монолит) [19]	-16,73; -19,4; -20,44
LLNL [13]	-18; -19; -20; -21; -22; -23; -24; -25; -26
RCLF CAEP [17]	-19,74; -20,094, -19,684, -19,634, -19,55; -19,69
Настоящая работа (RBSi,+Eu,+Pb)[2-5]	-19,66; -19,74; -19,84
KMS Fusion [18]	-20,52

В табл. 4 и на рис. 3 приведены результаты измерения проницаемости стеклянных микросфер-аналогов. Проницаемость микросфер UC&LLNL наиболее высокая. Микросферы разного состава, полученные в настоящей работе, мало отличались по проницаемости, т. е. определяющее влияние на свойство оказал щелочноборосиликатный состав основы, а не диагностические добавки – европий и свинец.

В результате корреляционно-регрессионного анализа данных расчёта величины $\lg K_H$ и фактора связности структуры Y получено уравнение (5):

$$\lg K_H = 40,45 - 63,97Y + 22,47Y^2 - 2,61Y^3, \quad \rho = 0,9.$$

Аппроксимация полиномом третьей степени указывала на большую зависимость $\lg K_H$ от фактора связности структуры Y . По коэффициенту проницаемости микросферы савнивать трудно: нельзя исключить вероятные погрешности методики измерения и (или) влияние на свойство механических дефектов поверхности изделий (микротрещин, открытых пор и т. п.), то есть в эксперименте получается интегральная проницаемость – свойство стекла как вещества и изделия из вещества. Проницаемость стёкол

объективнее оценивать как функцию $K_H = f(Y)$, это позволяет понять причину большей или меньшей проницаемости в зависимости от состава и структуры: с ростом в стекле количества SiO_2 и с уменьшением количества модификаторов размерность сетки повысится, поэтому коэффициент проницаемости выше и наоборот. Близость средних значений $(K_{H, \text{э}} / K_{H, \text{р}})_{\text{ср.}}$ и $K_{\text{ср.}}$ (1,6 и 1,2 соответственно, табл. 5) подтверждает целесообразность применения фактора Y для расчёта коэффициента K_H . Для изготовления водородонаполняемых микросфер высококремнезёмные стёкла менее предпочтительны. Ожидается, что проницаемость стёкол, обогащённых модификаторами, будет ниже, что не противоречит известным фактам. При $Y < 2$ стекло не образует, поэтому при разработке составов микросфер необходимо учитывать ограничительное условие $2 \leq Y < 4$. По результатам анализа величин $K_{H, \text{э}} / K_{H, \text{р}}$ следует вывод: расчётные значения коэффициента проницаемости заведомо ниже, поэтому формулу (1) можно применять не для строгих количественных расчётов, а для понимания тенденции изменения водородной проницаемости стёкол в зависимости от их составов.

Таблица 5

Результаты сравнения микросфер-аналогов по коэффициенту проницаемости

$K_{H, \text{э}}$	Y	$K_{H, \text{р}}$	$K_{H, \text{э}} / K_{H, \text{р}}$	K	Источник
$2,29 \cdot 10^{-20}$	2,93	$1,86 \cdot 10^{-20}$	1,23	1,37	[2–5]
$1,86 \cdot 10^{-20}$	3,48	$8,91 \cdot 10^{-21}$	2,09	1,15	[17]
$3,02 \cdot 10^{-21}$	3,54	$6,46 \cdot 10^{-21}$	0,45	1,13	[18]
$8,82 \cdot 10^{-21}$	3,64	$2,75 \cdot 10^{-21}$	3,02	1,10	[6]
$1 \cdot 10^{-22}$	3,89	$1 \cdot 10^{-22}$	1,00	1,03	[13]

Примечание. Индексами "э, р" обозначены коэффициенты проницаемости, расчёт по формуле (5) и с учётом формулы (3) соответственно; $(K_{H, \text{э}} / K_{H, \text{р}})_{\text{ср.}} = 1,6$, $K_{\text{ср.}} = 1,2$; ср. – среднее; K – коэффициент сравнения проницаемости кварцевого ($Y=4$) и любого другого стекла ($Y<4$), $K=4Y^{-1}$ [20]

Итак, в результате анализа геометрических параметров и водородной проницаемости микросфер, изготовленных в настоящей работе, установлена корреляция проницаемости с силикатным модулем и фактором связности структуры. Проницаемость определяют основные структурообразующие оксиды кремния и

натрия, и это свойство не зависит от диагностических добавок. Микросферы, изготовленные из синтетических составов, имели следующие параметры: диаметр $D=228 \pm 3$ мкм (требовалось не менее 100); толщина стенки $h=2,81 \pm 0,07$ мкм (требовалось не менее 0,1); разнотолщинность $\Delta h/h=4,69 \pm 0,04$ % (требовалось не более 10);

среднее время полуистечения газа составило $T_{1/2}=51,6$ сут. (требовалось не менее 30). Микросферы отвечали требованиям лазерно-физических исследований, сравнимы с зарубежными аналогами и превосходили некоторые из них по коэффициенту проницаемости $K_H=(2,2\pm 0,2)\cdot 10^{-20}$ моль·м/(м²·с·Па) (проницаемость микросфер Калифорнийского университета $K_H=1,58\cdot 10^{-14}$ моль·м/(м²·с·Па)).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меркульев Ю. А. Лазерные термоядерные мишени. Разработка физических основ технологии изготовления и создание аппаратного комплекса для их производства / Автореф. дис. ... док. физ.-мат. наук. М.: ФИАН им. П. Н. Лебедева РАН. 1996. 58 с.
2. Пат. 2033978 Российская Федерация, МКИ⁶ С 03 В 8/02. Раствор для изготовления полых стеклянных микросфер / Е. Ф. Медведев, Б. Н. Илюшечкин // 1995, Бюл. № 12. 4 с.
3. Пат. 2036856 Российская Федерация, МКИ⁶ С 03 В 8/02. Раствор для изготовления полых стеклянных микросфер / Е. Ф. Медведев, Б. Н. Илюшечкин // 1995, Бюл. № 16. 5 с.
4. Пат. 2036171 Россия, МКИ⁶ С 03 В 8/02. Раствор для изготовления полых стеклянных микросфер / Е. Ф. Медведев, Б. Н. Илюшечкин // 1995, Бюл. № 15. 4 с.
5. Пат. 2205802 Россия, МПК⁷ С 03 В 8/02. Раствор для изготовления стеклянных микросфер / Е. Ф. Медведев // 2003, Бюл. № 16. – 6 с.
6. Tsugawa P.T., Moem J., Roberts P. E., Souers P. G. Permeation of helium and hydrogen from glass microsphere laser targets // J. Applied Physics. 1976. Vol.47. № 5. P. 1987-1993
7. Эйтель В. Физическая химия силикатов / Пер. с англ. А. А. Леонтьевой, И. А. Островского, Я. М. Коца, Н. И. Овсянниковой и Г. П. Орловой; Под ред. Н. Н. Курцевой, А. А. Майера и К. М. Феодотьева. М.: ИИЛ, 1962. 1056 с.
8. Корнеев В. И., Данилов В. В. Производство и применение растворимого стекла: Жидкое стекло. Л.: Стройиздат, 1991. 176 с.
9. Ермоленко Н. Н. Химическое строение и некоторые свойства оксидных стекол // Стеклообразное состояние: Тр. VIII Всесоюз. совещ., Ленинград, 28–31 октября 1986 г. / Отв. ред.: Е. А. Порай-Кошиц. Л.: Наука, 1988. 432 с. 10. Либау Ф. Структурная химия силикатов / Пер. с англ. П. М. Чукурова; Под ред. Д. Ю. Пушаровского. М.: Мир, 1988. 412 с.
11. Гамалий Е. Г., Громов А. И., Исаков А. И., Кружинина Л. А., Леонов Ю. С., Матвеева Ф. И., Меркульев Ю. А., Никитенко А. И., Рычкова Е. Г., Склизков Г. В. Лазерные термоядерные мишени / Сб.: Труды ФИАН. Лазерные термоядерные мишени и сверхпрочные баллоны. М.: Наука. 1994. Т. 94. С. 29–60
12. Izawa Y., Norimatsu T., Yamanaka C. Target fabrication activities in Japan // J. Vacuum Science Technology. A 3 (3). 1985. May/June. P. 1252–1257
13. Campbell J. H., Grens J. Z., POCO J. F. Preparation and properties of hollow glass microspheres for use in laser fusion experiments // UCRL–53516. LLNL: US Government Printing office, 1984/10–587–002/24013. 59 p.
14. Pat. 4257799 USA, Int. Cl.³ С 03 В 3/04. Method for producing small hollow spheres / A. Rosencwaig, J. C. Koo, J. L. Dressler // Official Gazette. 1981. March. № 24. 12 p.
15. Лавров Р. В., Минько Н. И. Новое в технологии силикатного стекла // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 2 (33). Ч. 1. С. 45–47.
16. Будов В. В. Полые стеклянные микросферы. Применение, свойства, технология // Стекло и керамика. 1994. №7–8. С.7–11
17. Qiu Long-hui, Tang Yong-jian, Wei Yun, Fu Yi-bei, Zheng Yong-ming, Shi Tao, Yao Shujiu. Fabrication of Thin Wall Hollow Glass Microspheres Used in Laser Fusion Experiments on Shen Guang II // Science in China. Series A (Mathematics, Physics, Astronomy). 2002. Vol. 45. № 3. P. 371–377
18. Nolen R. L., Downs Jr. R. L., Miller N. S., Ebner M. A., Doletzky N. E., Solomon D. E. Fabrication of Glass Shells. Report of KMS Fusion, Inc. Ann Arbor. 1977. TuE1–1 – 1–4
19. Николаев Н. И. Диффузия в мембранах. М.: Химия, 1980. 232 с.
20. Медведев Е. Ф. Водородная проницаемость силикатных и боросиликатных стекол: основы феноменологии, золь-гель синтез и анализ компонентов // 362 с.

Medvedev E.F., Min'ko N.I

PRODUCTION OF GLASS MICROSPHERES FROM SYNTHETIC COMPOUNDS

The results of analysis of glass microspheres access were represented. Microspheres were used as hydrogen inflated microballoons in laser physics experiments. The correlation between experimentally determined hydrogen permeation, silicate modulus and structure connectivity factor was determined. It was proved, that microspheres met the presented requirements.

Key words: glass, microspheres, structure, silicate modulus, connectivity factor, coefficient of permeation.

Медведев Евгений Фёдорович, доктор технических наук, старший научный сотрудник
Российский Федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики.

Адрес: 607188, г. Саров Нижегородской обл., пр. Мира, 37

Минько Нина Ивановна, доктор технических наук, профессор.
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

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

E-mail: minjko_n_i@mail.ru

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Брянцева Т.А., канд. экон. наук, ст. преп.,
Шевченко М.В., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

shevmv@mail.ru

Внутренний контроль инновационной деятельности представляет собой совокупность мероприятий, направленных на осуществление контроля за деятельностью по созданию и внедрению инноваций, в целях повышения ее эффективности, а также обеспечение соответствия принимаемых управленческих решений стратегии инновационного развития предприятия. Организация системы внутреннего контроля инновационной деятельности должна осуществляться с учетом специфики данного вида деятельности, требований законодательства и организационных документов хозяйствующего субъекта.

Ключевые слова: инновационная деятельность, внутренний контроль, управление, положение о внутреннем контроле, методы внутреннего контроля.

Современные условия осуществления хозяйственной деятельности требуют активного внедрения инновационных методов во все сферы функционирования организации. Это позволяет добиться повышения качества выпускаемой продукции, снижения ее себестоимости и, тем самым способствовать росту конкурентоспособности [5].

Сущность инновационной деятельности характеризуется теми функциями, которые выполняют инновации в хозяйственном процессе. К их числу можно отнести воспроизводственную, инвестиционную и стимулирующую.

Воспроизводственная функция инноваций означает, что прибыль, полученная организацией от осуществления инновационной деятельности, может быть направлена на финансирование расширенного воспроизводства.

Содержание инвестиционной функции инноваций заключается в том, что часть прибыли, полученной в результате внедрения инноваций, используется для финансирования новых проектов.

Получение предпринимателем прибыли за счет осуществления инноваций служит для него стимулом к новым инновациям; побуждает постоянно изучать спрос, совершенствовать организацию маркетинговой деятельности, применять современные методы финансовой политики. Все вышеперечисленное составляет содержание стимулирующей функции инноваций [3, 10].

Одним из важнейших направлений управления инновациями в организации является по-

строение эффективной системы внутреннего контроля инновационной деятельности. С момента вступления в силу Федерального закона от 06.12.2011 N 402-ФЗ «О бухгалтерском учете» организация внутреннего контроля является прямой обязанностью экономического субъекта [1]. Посредством организации системы внутреннего контроля обеспечивается обратная связь с управляемым объектом, формируется информационная база для принятия оперативных управленческих решений.

Под системой внутреннего контроля инновационной деятельности нами понимается совокупность мероприятий, направленных на осуществление контроля за деятельностью по созданию и внедрению новшеств (инноваций), в целях повышения ее эффективности при соблюдении требований законодательства РФ, а также обеспечение соответствия принимаемых управленческих решений стратегии инновационного развития предприятия.

Целью создания системы внутреннего контроля инновационной деятельности является внедрение и эффективное развитие инноваций в рамках реализации направлений деятельности хозяйствующего субъекта.

Исходя из указанной цели системы внутреннего контроля инновационной деятельности можно определить основные его задачи:

- обеспечение достоверности финансовой и управленческой информации, раскрывающей аспекты инновационной деятельности предприятия;
- соблюдения требований законодательных

и нормативных актов, регламентирующих инновационную деятельность;

- обеспечение сохранности имущества хозяйствующего субъекта;
- максимизация экономичности и эффективности использования ресурсов;
- предупреждение, выявление и минимизация степени риска инновационных проектов;
- выявление и оценка факторов, влияющих на эффективность инновационной деятельности организации;
- создание предпосылок для достижения положительного экономического эффекта при реализации инноваций;
- осуществление оперативного и последующего контроля внедряемых инновационных проектов;
- разработка специфических методов осуществления внутреннего контроля инновационной деятельности;
- мониторинг уровня квалификации сотрудников, осуществляющих инновационную деятельность, организация повышения квалификации в случае необходимости.

При осуществлении внутреннего контроля инновационной деятельности необходимо придерживаться следующих принципов:

- обеспечение независимости службы внутреннего контроля инновационной деятельности;
- соблюдение требований действующего законодательства, в том числе локальных нормативных актов;
- четкость, оперативность и своевременность реализации задач системы внутреннего контроля инновационной деятельности;
- экономичность контроля, заключающаяся в превышении экономического эффекта, полученного от функционирования службы внутреннего контроля над затратами на ее создание и поддержание деятельности;
- мотивация персонала организации к более качественному и эффективному выполнению своих должностных обязанностей.

Реализация функций системы внутреннего контроля в организации в зависимости от специфики ее деятельности, отраслевой принадлежности, организационной структуры и масштабов деятельности может осуществляться силами специальной службы внутреннего контроля, созданной в организации, либо возлагаться на сотрудников, работающих в других структурных ее подразделениях: работников планово-экономического, финансового отделов, бухгалтерии, службы стратегического планирования и т.д.

Средствами (инструментами) осуществления внутреннего контроля инновационной дея-

тельности являются:

- локальные нормативные акты, определяющие порядок создания системы внутреннего контроля и методику реализации контрольных процедур;
- должностные инструкции лиц, осуществляющих внутренний контроль инновационной деятельности;
- информация, содержащаяся в плановой и отчетной документации по инновационной деятельности;
- автоматизированные информационные системы бухгалтерского учета, анализа, делопроизводства, а также справочные информационные системы.

Как уже было сказано, система внутреннего контроля должна быть организована при строгом соблюдении норм законодательства. В настоящее время основными нормативными документами, регламентирующими порядок бухгалтерского учета, налогообложения, отражения в отчетности инноваций и организации системы внутреннего контроля над ними являются [5]:

- «О бухгалтерском учете» Федеральный закон № 402-ФЗ от 6 декабря 2011 г. (устанавливает порядок и правила ведения бухгалтерского учета и составления отчетности в Российской Федерации и необходимость организации системы внутреннего контроля);
- Налоговый кодекс Российской Федерации части 1, 2 (регулирует вопросы налогообложения и стимулирования инноваций);
- Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.12.2011 года № 2227-р (анализирует состояние и проблемы инновационной деятельности в России и определяет основные аспекты ее развития);
- Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р (рассматривает социальные, экономические и правовые и иные аспекты развития инновационной деятельности в России);
- «О формировании в бухгалтерском учете и раскрытии в бухгалтерской отчетности организации информации об инновациях и модернизации производства». Информация Минфина России № ПЗ-8/2011 (определяет особенности отражения в пояснениях к бухгалтерскому балансу и отчету о финансовых результатах существенной информации о затратах, связанных с выполнением НИОКР, модернизацией и реконструкцией объектов основных средств, совершенствованием технологии и организации произ-

водства, а также об источниках средств на инновации) [5];

- «Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за численностью, условиями и оплатой труда работников, деятельностью в сфере образования». Приказ Росстата от 29.08.2013 № 349 (утверждает форму федерального статистического наблюдения «Сведения об инновационной деятельности организации» (N 4-инновация));

- Положения по бухгалтерскому учету (раскрывают сущность инноваций и различные аспекты их учета, контроля и финансирования): ПБУ 17/02, ПБУ 14/2007, ПБУ 1/2008, ПБУ 9/99, ПБУ 10/99, ПБУ 13/2000, ПБУ 15/2008, ПБУ 23/2011;

- Положение по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности в Российской Федерации, утвержденное Приказом Минфина России от 29.07.1998 № 34н (определяют порядок списания затрат на освоение новых видов продукции).

Вышеуказанные документы относятся к первым трем уровням нормативного регулирования деятельности хозяйствующего субъекта: законодательному, нормативному и методическому. Порядок построения системы внутреннего контроля деятельности (в том числе инновационной) конкретной организации определяется ее внутренними документами (организационный уровень нормативного регулирования). В целях эффективного функционирования системы внутреннего контроля инновационной деятельности в соответствии с поставленными перед ней задачами на предприятии целесообразно сформировать Положение об организации системы внутреннего контроля инновационной деятельности. Можно предложить включить в структуру Положения следующие разделы:

1. Общие положения. В данном разделе целесообразно дать толкование основным терминам и понятиям (инновации, инновационная деятельность, внутренний контроль, эффективность системы внутреннего контроля и проч.); раскрыть основную цель; определить задачи; предмет (инновационная деятельности предприятия в целом, а также отдельные этапы ее осуществления) и объекты (затраты на инновации, результаты инновационной деятельности хозяйствующего субъекта в целом и отдельных его подразделений, плановая и отчетная документация) внутреннего контроля.

2. Виды контроля. Внутренний контроль инновационной деятельности может быть классифицирован по различным признакам. Так, в зависимости от объектов контроля внутренний

контроль инновационной деятельности может подразделяться на налоговый и финансовый.

Налоговый контроль направлен на оценку правильности исчисления налоговых платежей, своевременности и полноты расчетов с бюджетом, оптимизацию налоговой нагрузки, а также прочие вопросы контроля исполнения налогового законодательства.

Финансовый контроль предполагает проверку движения финансовых ресурсов организации. Существует ряд средств, которые могут быть использованы для финансового контроля.

В зависимости от предполагаемого конечного результата внутренний контроль инновационной деятельности может выступать как превентивный, выявляющий и директивный.

Превентивный контроль направлен на предотвращение нежелательных событий в процессе осуществления инноваций.

Выявляющий контроль осуществляется с целью выявления и корректировки последствий уже произошедших нежелательных событий.

Директивный контроль направлен на стимулирование работников к достижению поставленных целей.

Как вид управленческой деятельности внутренний контроль инновационной деятельности может быть оперативным и стратегическим, при этом контролю подвергаются соответственно текущие процессы или результативность инновационной деятельности.

По времени проведения различают предварительный, текущий и последующий контроль инновационной деятельности.

Предварительный контроль направлен на проведение экспертизы будущих результатов инновационной деятельности, предупреждение нарушений. Он актуален на начальном этапе осуществления инноваций.

Текущий контроль необходим в процессе реализации инновационной деятельности.

Целью последующего контроля является проверка учетных первичных документов, регистров и отчетности в результате осуществления инновационной деятельности.

В зависимости от регулярности проведения контроля различают плановый контроль инновационной деятельности и внеплановый.

3. Методы проведения контроля. Метод системы внутреннего контроля инновационной деятельности представляет собой совокупность приемов и способов, посредством которых осуществляется сбор и анализ информации о деятельности по созданию и внедрению новшеств (инноваций), в целях принятия на ее основе управленческих решений обеспечивающих реализацию стратегии инновационного развития

организации.

Методологическую базу внутреннего контроля составляют совокупность следующих методов:

- методы бухгалтерского учета (оценка, калькуляция, инвентаризация, документация, балансовый метод, отчетность);

- методы статистики и экономического анализа (сравнительный анализ плановых и фактических показателей инновационной деятельности организации и их сравнение со среднеотраслевыми показателями; анализ рядов динамики показателей инновационной деятельности; факторный анализ; метод средних величин, метод экспертных оценок и проч.);

- проведение устных и письменных опросов;

- методы элементарной математики;

- проверка соответствия параметров учетной политики специфике деятельности и отражения хозяйственных операций в регистрах синтетического учета;

4. Последовательность осуществления внутреннего контроля инновационной деятельности. Контроль инновационной деятельности целесообразно осуществлять в четыре этапа:

- подготовительный этап;

- выполнение проверочных мероприятий;

- подведение итогов проверки и оформление ее результатов;

- осуществление контроля за устранением выявленных нарушений.

На первом этапе определяется объем контрольных мероприятий, конкретизируются цели и задачи проверки, назначаются исполнители и ответственные лица, утверждаются сроки, план и программа проверки, разрабатываются формы рабочих документов.

Следующий этап является наиболее трудоемким. Он предполагает сбор информации об инновационных процессах организации, проверке технической, финансовой, налоговой документации, проведение инвентаризации с целью обеспечения сохранности имущества.

Основным источником информации при реализации второго этапа проверки являются данные бухгалтерского учета. В связи с этим, особое внимание при осуществлении контрольных мероприятий необходимо уделить проверке правильности ведения бухгалтерского учета инновационной деятельности, в том числе на соответствие требованиям законодательства. В этой связи особое внимание должно быть уделено проверке правильности отражения затрат на инновации на счетах бухгалтерского учета – «Нематериальные активы», «Вложения во внеобо-

ротные активы», «Расходы будущих периодов», счетах учета затрат на производство и др.

В случае использования в учете организации счета 30 «Затраты на инновационную деятельность» рекомендуется уделить особое внимание проверке полноты и обоснованности отражения затрат на инновации на указанном счете. Выбор учетных технологий во многом определяется организационной структурой предприятия, а так же особенностями организации, степенью автоматизации и объемами инновационной деятельности.

Также проверке подлежат операции, связанные с продажей результатов инновационной деятельности, информация о которых отображается на счетах учета финансовых результатов.

Третий этап предполагает составление акта по итогам проверки с указанием выявленных нарушений и рекомендациями по их устранению. Действенным инструментом реализации контрольных процедур на данном этапе является надлежащим образом оформленное обязательное документирование результатов работы.

Заключительный этап включает в себя действия, связанные с осуществлением плана мероприятий по устранению выявленных нарушений, выработку рекомендаций по повышению эффективности деятельности, анализ полученных отклонений.

5. Права, обязанности и ответственность сотрудников службы внутреннего контроля инновационной деятельности. Права, обязанности и ответственность сотрудников службы внутреннего контроля конкретной организации регламентируются должностными инструкциями. При проведении проверочных мероприятий сотрудник службы внутреннего контроля имеет право:

- самостоятельно определять формы и методы проведения внутреннего контроля;

- исследовать в полном объеме документацию, содержащую информацию об объекте проверки;

- проверять фактическое наличие и состояние имущества, путем проведения инвентаризации;

- получать у должностных лиц пояснения по возникшим в ходе проверки вопросам;

- в случае необходимости привлекать сторонних консультантов;

- осуществлять иные права, необходимые для надлежащего исполнения служебных обязанностей.

К обязанностям сотрудника службы внутреннего контроля относятся:

- осуществление проверки инновационной деятельности хозяйствующего субъекта и его

подразделений;

- соблюдение конфиденциальности полученной информации;

- осуществление контроля за исполнением мероприятий по устранению выявленных нарушений и др.;

- документальное оформление всех фактов, являющихся доказательствами нарушений, выявленных при осуществлении контроля инновационной деятельности;

- своевременно доводить до сведения руководства полученную информацию о выявленных недостатках в осуществлении инновационной деятельности;

- быть компетентным в своей области, постоянно повышать свой профессиональный уровень.

Сотрудники службы внутреннего контроля несут ответственность в случаях предоставления недостоверной информации по результатам проверки, разглашения конфиденциальной информации, а также ненадлежащего исполнения своих обязанностей.

Предлагаемое к разработке Положение об организации системы внутреннего контроля инновационной деятельности позволит в значительной степени повысить эффективность ее функционирования. Кроме того, можно предложить следующие мероприятия, направленные на обеспечение эффективной работы службы:

- создать и разграничить права доступа к информационным системам, в которых организован учет инновационной деятельности;

- актуализировать учетную политику организации;

- уточнить права по формированию учетных документов, в том числе права доступа к записям в регистры учета;

- мероприятия, направленные на снижение конфликта интересов проверяемых и сотрудников службы внутреннего контроля;

- разработать систему взысканий и поощрений должностных лиц за нарушения и достижения, выявленные по результатам проверки;

- внедрение автоматизированных систем контроля и анализа хозяйственной деятельности организации, в частности, инновационной;

- разработать систему внутренней рабочей и отчетной документации, используемой службой внутреннего контроля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 06.12.2011 г. № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете» // СПС «Консультант Плюс».

2. Арская Е.В., Шейко И.В., Лукьянчиков С.Г. Аудит эффективности как форма государ-

ственного контроля // Белгородский экономический вестник. 2015. № 2 (78). С. 118–122.

3. Бухонова С.М., Шаповалова Т.А. О роли инноваций в современном обществе // Экономика. Общество. Человек: межвузовский сборник научных трудов – Выпуск 11. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова. 2007. С 38–41.

4. Глаголев С.Н., Слабинская И.А., Ковалева Т.Н. Оценка состояния инвестиционной деятельности в Белгородской области // Белгородский экономический вестник. 2011. №3(63). С. 3–13.

5. Жучкова Е.В. Внутренний аудит организации: задачи, методы и организационная структура службы в современных условиях хозяйствования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 2. С. 81–85.

6. Бухонова С.М., Дорошенко Ю.А., Слабинская И.А., Шаповалова Т.А. Методика оценки и способы повышения эффективности использования инновационного потенциала организации: монография // Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 133с.

7. Рожнова О.В. Оценка эффективности СВК российских организаций в условиях кризисных экономических явлений и вступления России в ВТО // Аудиторские ведомости. 2015. № 10. С. 26–42.

8. Современные методы учета, анализа и аудита: монография / под общ. ред. проф. И.А. Слабинской. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. С.80-89.

9. Сысоев Н.И., Моложавенко И.С. Организация проведения проверочных процедур как инструмент системы внутреннего контроля // Все для бухгалтера. 2015. № 4. С. 37-41.

10. Ткаченко Ю.А. Организация системы внутреннего контроля // Белгородский экономический вестник. 2015. № 1 (77). С. 124–131.

11. Чижова Е.Н., Шевченко М.В. Структура систем управления предприятием: комплексный подход // Белгородский экономический вестник. 2010. № 1 (57). С. 10–16.

12. Чхутиашвили Л.В. Роль внутреннего контроля организации в эффективном ведении финансово-хозяйственной деятельности // Международный бухгалтерский учет. 2015. № 26. С. 23-33.

13. Шаповалова Т.А. Оценка инновационного потенциала организации и пути повышения эффективности его использования: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук: 08.00.05 / Белгород, 2010. 24 с.

14. Slabinskaya I.A., Tkachenko Y.A., Bend-erskaya O.B., Slabinskiy D.V. Internal controls or-

ganization: a methodology approach // World Applied Sciences Journal. 2014. Т. 30. № 10. С. 1205–1207.

15. Шевченко М.В. Внутренний контроль бухгалтерского сектора экономического субъек-

та // Актуальные проблемы экономического развития. Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. Белгород, 2014. С. 194–197.

Bryantseva T.A., Shevchenko M.V.

THE ORGANIZATION OF THE INTERNAL CONTROL SYSTEM OF INNOVATIVE ACTIVITY

The internal control of innovation activities is a set of activities designed to monitor the activity on creation and innovation, in order to improve its effectiveness, and ensuring compliance of management decisions in the strategy of innovative development of the enterprise. The organization of the internal control system of innovative activity should be carried out taking into account specificity of the activity, legal requirements and the organizational documents of such entity.

Key words: *innovation activity, internal control, governance of internal control, methods of internal control.*

Брянцева Татьяна Алексеевна, кандидат экономических наук, старший преподаватель, кафедры бухгалтерского учета и аудита

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: tatyana.shapoval@mail.ru

Шевченко Мария Владимировна, старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и аудита.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: shevmv@mail.ru

*Моисеев В.В., д-р ист. наук, доц., проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

АНТИКРИЗИСНАЯ ПОЛИТИКА РОССИИ

din_prof@mail.ru

В условиях западных санкций, резкого падения цен на нефть и другие энергоносители, Россия оказалась в кризисной экономической ситуации. Нынешний кризис характеризуется спадом промышленного производства, падением объемов валового внутреннего продукта (ВВП), девальвацией национальной валюты, ростом инфляции, падением реальных доходов населения. В этих условиях остро стал вопрос о корректировке экономической политики, выработке и реализации антикризисных мер. Политическое руководство Российской Федерации неоднократно заявляло, что кризисные явления в экономике являются следствием низких цен на нефть, воздействием западных санкций, однако зависимость экономики от внешних негативных факторов можно было минимизировать при условии диверсификации, структурных изменений, сделав ставку не на сырьевую, а обрабатывающую промышленность. Примером для подражания мог бы стать опыт Германии, Китая, Великобритании, США, Японии и других, развитых в экономическом отношении стран, в которых нет такого падения ВВП и тотальной зависимости от конъюнктуры цен на энергоносители.

Ключевые слова: западные санкции, экономика, антикризисная политика.

Введение. Президент Российской Федерации В.В. Путин, выступая в Кремле с ежегодным посланием 3 декабря 2015 г. отмечал: «В прошлом году мы столкнулись с серьёзными 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?» [7] В этой статье автор делает попытку не только объяснить причины очередного кризиса, постигшего экономику и финансы России, но и предложить научно обоснованные рекомендации выхода из кризисной ситуации и улучшения дел в экономике самой большой (по территории) страны мира.

Кризис 2014-2016 гг. в России отличается от предыдущего кризиса 2008-2009 гг. Основное отличие состоит в том, что главной причиной предыдущего кризиса был глобальный финансово-экономический кризис, начавшийся в США и затронувший значительную часть как экономически развитых, так и подавляющую часть развивающихся государств мира, в том числе и Россию [6]. Новый экономический кризис в нашей стране проистекает в то время, когда ни США, ни Япония, ни Германия и ряд других развитых государств мира в кризисе не находятся. Кризисные явления испытывают в основном государства с сырьевой, отсталой экономикой: Россия, Венесуэла, Аргентина, Намибия и т.п. Этим странам присущи минерально-сырьевая специализация экономики, слабое развитие обрабатывающей промышленности, подчиненное

место в системе мирового хозяйства. Действительно, если проанализировать показатели ВВП мира за 2015 г., то станет очевидным, что страны-экспортеры сырья значительно ухудшили свои экономические показатели, у них заметно снизился ВВП в номинальном выражении, в то время как развитые экономики, напротив, смогли нарастить совокупные объемы произведенных и потребленных товаров и услуг в прошлом году. Чтобы нагляднее было видно место Российской Федерации в мировом рейтинге экономик по итогам 2015 г., достаточно взглянуть на следующую таблицу.

Таблица 1

Валовой внутренний продукт стран мира в номинальном значении (в млрд долларов США)

Страна	2015 г.	Место
США	18124,7	1
Китай	11211,9	2
Япония	4210,4	3
Германия	3413,5	4
Великобритания	2853,4	5
Франция	2469,5	6
Индия	2308,0	7
Бразилия	1903,9	8
Италия	1842,8	9
Канада	1615,5	10
Южная Корея	1435,1	11
Австралия	1252,3	12
Мексика	1232,0	13
Испания	1230,2	14
Россия	1176,0	15

Из таблицы следует, что объем ВВП Российской Федерации в 2015 г. меньше, чем ВВП Испании и даже Мексики, где нет таких богатых природных ресурсов, как в нашей державе, но есть правильное ведение дел в экономике [2, с. 122–123]. Сравнивая территорию России и территорию Испании, опередившую в экономическом отношении нашу державу, становится что называется «за державу обидно». Богатая страна (около трети всех природных ресурсов мира, почти 400 млрд долларов международных резервов), талантливые люди, а экономика всё падает и падает... Основная причина такого положения дел кроется прежде всего в том, что члены российского правительства во главе с премьером вместо реальной работы по диверсификации экономики, изменению ее структуры с акцентом на обрабатывающие отрасли промышленности уповают на изменение мировой конъюнктуры на сырье, поставщиком которого для развитых стран Россия является в настоящее время. При более грамотном подходе российского правительства экономика великой державы давно смогла бы слезть с нефтяной иглы, перестать быть сырьевым придатком Европы, Китая и других развитых стран. И если бы модернизацию экономики начали 10–15 лет назад, России не страшны были бы сегодня ни падение цен на нефть, ни западные санкции, а жизненный уровень россиян был бы намного выше.

Основная часть. Из-за отсталой экономики Российская Федерация сегодня импортирует машины и оборудование, автомобили и трактора, металлорежущие станки и кузнечнопрессовое оборудование, компьютеры и телефоны, телевизоры и видеомагнитофоны, медицинские приборы и медикаменты, мясо и молочные продукты, напитки алкогольные и безалкогольные, одежду и обувь, мебель и много другое. Вследствие этого происходит сильнейшая экономическая зависимость России от других стран, в частности от Евросоюза и США. За последнее десятилетие импортозависимость России в долларовом эквиваленте возросла почти в 10 раз: если в 2000 г. наша страна ввозила из-за рубежа товаров всего на 45 млрд долларов, то к 2013 г. – на сумму 341 млрд долларов [3]. По данным Минпромторга России, доля импорта в станкостроении сегодня превышает 90 %. Не лучше положение в других ведущих отраслях российской экономики. Так, в тяжелом машиностроении доля импорта составляет 60–80 %, в легкой промышленности – 70–90 %, в радиоэлектронной промышленности – 80–90 %, фармацевтике и медицинской промышленности – 70–80 % [4, с.7].

В условиях экономических санкций, затрудняющих доступ к западным товарам и технологиям, резкого снижения валютной выручки стало сложнее закупать за границей недостающую технику, оборудование, запасные части к ввезенным ранее машинам и агрегатам, поэтому так остро стал вопрос об импортозамещении, создании отечественного современного технологического оборудования для производства собственных товаров. Некомпетентная по большому счету экономическая политика, приведшая к тотальной зависимости от цен на нефть и другое сырье, отсталости отечественного промышленного производства, агропромышленного комплекса и других отраслей экономики – вот главная причина экономического кризиса 2014–2016 гг. Если бы реальный сектор российской экономики состоял большей частью из промышленного производства, оснащенного современным технологическим оборудованием, который выпускал бы конкурентоспособную продукцию с высокой долей добавленной стоимости, за которой стояли бы в очереди покупатели со всего мира (как за российскими зенитно-ракетными комплексами С-300 или С-400), то никакого бы кризиса от падения цен на нефть в России не было бы и в помине. В самом деле, экономика США, Китая, Германии, Японии не оказалась подвержена кризису в 2014–2016 гг. потому, что львиную долю в их ВВП и соответственно в доходной части государственных бюджетов составляет производство и экспорт высокотехнологичной продукции, основанной на инновациях, а не сырья, как в России.

В связи с этим нельзя не отметить, что политическое руководство России в осуществлении экономической политики могло с успехом использовать опыт Китая по развитию собственной промышленности. У китайского руководства есть чему поучиться: по объему валового внутреннего продукта КНР занимает второе место в мире (с 2014 г., когда у России уже начался очередной экономический кризис), а по паритету покупательной способности (ППС) Китай в том же году вышел на первое место в мире.

Экономика КНР, насчитывающая свыше 360 отраслей, более 370 тыс. промышленных предприятий, занимая первое место в мире по количеству фабрик и заводов. Китай развивает автомобильную, авиационную, космическую, химическую, фармацевтическую, электронную и др. промышленность. Китай является крупнейшим в мире производителем многих видов промышленной продукции – стали, чугуна, стальных труб, телевизоров, радиоприемников, мобильных телефонов, стиральных и швейных

машин, велосипедов и мотоциклов, часов и фотоаппаратов, хлопчатобумажных и шелковых тканей, обуви, одежды. Кроме того, Китай производит более 18 млн автомобилей в год, это больше, чем США и Япония вместе взятые. Поэтому Китай по праву называется первой мировой индустриальной державой по объемам промышленного производства, «фабрикой мира», лидируя по выпуску товаров народного потребления и темпам роста ВВП.

Китайское политическое руководство, делая ставку на современные инновационные технологии, развивает собственную систему образования, широко практикуя обучение своих студентов за рубежом (особенно в США и Японии). В соответствии с десятилетним планом модернизации производственных мощностей, утвержденным Госсоветом КНР, в стране создается благоприятный инвестиционный климат, позволяющий развивать био- и нанотехнологии, телекоммуникационную индустрию, другие прогрессивные сектора экономики. Шагая в ногу со временем, государство создает многочисленные индустриально-технологические парки, национальные «Силиконовые долины». В самой густо населенной стране мира насчитывается свыше 500 млн пользователей Интернета, более 1 миллиарда пользователей мобильной телефонной связи [5]. А ведь 15 лет назад ВВП Китая значительно уступал России, а спустя полтора десятка лет обогнал нашу страну почти в 10 раз! Ошеломляющий рывок в развитии экономики - чем не пример для подражания?

«Иметь экономику, которая не гарантирует нам ни стабильности, ни суверенитета, ни достойного благосостояния, для России непозволительно, – заявил В.В. Путин, идя на очередной президентский срок. – Нам нужна новая экономика, с конкурентоспособной промышленностью и инфраструктурой, с развитой сферой услуг, с эффективным сельским хозяйством. Экономика, работающая на современной технологической базе» [8]. Другими словами, Россия имеет несовременную, отсталую экономику.

Нынешний кризис показал, что политическое руководство нашей страны, действуя в период высоких цен на нефть и газ при политической стабильности и высоком рейтинге президента, не смогло по-настоящему организовать модернизацию реального сектора экономики, направить усилия органов власти и бизнеса на строительство высокотехнологичных предприятий, выпускающих инновационную, конкурентоспособную продукцию, реализовать многочисленные программы импортозамещения.

Среди задач, реализация которых будет способствовать переводу отечественной эконо-

мики с сырьевого на инновационный путь развития, первоочередной является создание благоприятного экономического климата в нашей стране. Значение инвестиционного климата для социально-экономического развития страны, выхода ее из кризиса трудно переоценить. Достаточно сказать, что при благоприятном инвестиционном климате развивается и промышленность, и сельское хозяйство, и транспорт, и другие отрасли экономики, поэтому инвестиционной политикой должны заниматься законодательная и исполнительная власть не только на федеральном, но и на региональном уровне. Именно на региональных органах управления лежит ответственность за формирование благоприятного инвестиционного климата на вверенной территории для привлечения отечественных и зарубежных инвестиций. «И если мы хотим не говорить и рассуждать о модернизации, а к ней приступить, – справедливо отмечал экс-президент Д.А. Медведев, – то центральное звено успешной модернизации – это **кардинальное улучшение инвестиционного климата** (выделено авт.). Модернизация практически требует сотен миллиардов долларов прямых инвестиций. И чтобы эти миллиарды долларов пришли, нужен не такой инвестиционный климат, который у нас есть» [9]. О том, что в России создан не совсем благоприятный климат для ведения бизнеса, неоспоримо свидетельствует тот факт, что за последнее десятилетие из страны было выведено свыше 700 млрд долларов или более 4-х годовых государственных бюджетов. При более благоприятных условиях для предпринимательства эти деньги могли быть с успехом инвестированы в новые инновационные предприятия в таких важных отраслях российской экономики, как станкостроение (более 1,5 млн станков морально и физически устарели), авиастроение (свыше 90 % самолетов у авиаперевозчиков в РФ – импортные), судостроение, медицинскую и фармацевтическую промышленность и т.д. Практически везде нужно реформировать, переснащать, наращивать, заниматься импортозамещением, тем более в условиях западных санкций. «Совершенно очевидно, что нам необходимо запустить наш собственный, внутренний инвестиционный мотор, поддержать именно производственный бизнес, – заявил В.В. Путин на съезде «Деловой России», – создать такие условия, чтобы вкладываться в отечественную экономику и промышленность было выгодно». А пока, выходит, не выгодно?

Со всей очевидностью недостатки в этой важнейшей сфере продемонстрировало так называемое «дело ЮКОСа». После того, как была разрушена одна из самых преуспевающих

нефтяных компаний с годовым доходом в десятки миллиардов долларов, а ее владельцы на много лет были лишены свободы, подавляющее большинство крупных российских предпринимателей стали регистрировать свои компании за рубежом, в офшорах – на Кипре, Багамах, Мальдивах, в Швейцарии. По утверждению С. 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» (основной владелец НЛМК В. Лисин) принадлежит компании «Fletcher Group Holdings Limited», зарегистрированной на Кипре. Другой известный российский бизнесмен О. Дерипаска также держит свои активы вдалеке от России: его компания «Российский алюминий» зарегистрирована на британском острове Джерси. Поэтому не случайно в Послании президента В.В. Путина от 4 декабря 2014 г. предлагалось провести полную амнистию капиталов, которые возвратятся в Россию, под отечественную юрисдикцию. Однако отечественные бизнесмены, наученные горьким опытом общения с властью, доверяют не столько красивым словам, сколько конкретным делам, поэтому подавляющее большинство предпринимателей по-прежнему держат свои капиталы за границей, где они недосыгаемы для всякого рода рейдеров и коррупционеров. Глава государства в очередном своем послании Федеральному Собранию в декабре 2015 г. по этому поводу высказался следующим образом: «83 процента предпринимателей, на которых были заведены уголовные дела, полностью или частично потеряли бизнес. То есть их попрессовали, обобрали и отпустили. И это, конечно, не то, что нам нужно с точки зрения делового климата» [7].

Для преодоления негативных тенденций в экономике, наглядно проявившихся с введением западных санкций, России предстоит создать новые механизмы наращивания инвестиций, модернизации технологий, повышения уровня человеческого капитала и качества институтов, вплотную заняться не на словах, а на деле импортозамещением. Импортозамещение, несомненно, позволит в значительной степени минимизировать негативный эффект от антироссийских санкций, ее результатом должно стать повышение конкурентоспособности отечественной продукции на мировом рынке [10, с.205]. Решение этой проблемы позволит не только сократить импорт, сохранив в стране значительный объем валютных средств, но и удешевить товары, поддержать отечественного производи-

теля, создать новые рабочие места, то есть будет способствовать выходу из кризиса.

Антикризисная политика Российской Федерации содержится в целом ряде руководящих документов, в том числе в антикризисных планах. Так, в период кризиса 2008-2009 гг. был разработан и реализован правительственный антикризисный план, который содержал экстренные меры по спасению обвалившегося фондового рынка, поддержанию курса национальной валюты, банковской системы, промышленных предприятий, олигархов, а также безработных россиян и других категорий населения. Олигархам, заложившим в западных кредитных учреждениях акции своих прибыльных предприятий под валютные кредиты, государством было выделено 11 млрд долларов США, системообразующим банкам на предотвращение кризиса ликвидности выделили из госбюджета и резервных фондов 1,126 трлн руб., в том числе Газпромбанку – 103,9 млрд, ВТБ – 268,5 млрд, Сбербанку 754,2 млрд рублей. А всего банковской системе в период предыдущего кризиса, по заявлению Д.А. Медведева, было выделено более 5 трлн рублей на поддержание ликвидности и кредитование реального сектора экономики [10, с.201, 213, 218–219]. Как показала практика, отечественные банки в кризис не спешили расставаться с огромными суммами. Вместо кредитования предприятий они скупали доллары, спекулируя на курсовой разнице и используя девальвацию рубля для извлечения прибыли. А чтобы к ним не было претензий со стороны правительства, выделившего триллионы рублей, банки устанавливали так называемые «заградительные проценты», делая получение кредитов невыгодным для бизнеса. Точно такую же политику российские банки применили и в период нового кризиса 2014-2016 гг., когда правительство выделило им для кредитования реального сектора 1,5 трлн рублей. Эти деньги банки в основном направили на покупку иностранной валюты, способствуя обвалу рубля на 250% за два года. Многие банки на полученные деньги от государства скупали доллары в среднем по 40 рублей, а на пике продали их по 80 рублей, а Сбербанк так даже по 90 рублей за 1 доллар США. Нетрудно подсчитать банковскую прибыль на простом примере: на каждый миллиард долларов приходилось по 40-50 миллиардов рублей прибыли. Разумеется, коммерческие банки в 2014-2016 гг. снова выставили «заградительные проценты», и получение кредитов опять становилось невыгодным для предприятий. Выходит, что опыт ничему не научил наше правительство, и оно снова наступило на те же грабли. А ведь для кредитования реального сектора эко-

номики можно было найти и более надежные пути, например, через государственные банки и казначейства.

Возможно, этими и другими рекомендациями ученых и экономистов правительство во главе с Д.А. Медведевым воспользуется при разработке и утверждении очередного антикризисного плана. Как сообщала российская печать, антикризисные меры, включая финансовую поддержку автопрома, агропромышленного комплекса и других секторов отечественной экономики, членами правительства разрабатывались в начале 2016 г. На момент написания статьи новый вариант антикризисного плана еще не был утвержден по причине отсутствия у правительства необходимых финансовых ресурсов. Комментируя это обстоятельство, министр финансов РФ А. Силуанов заявил в феврале 2016 г.: «...из 250 млрд руб. средств на его исполнение у правительства есть лишь 120 млрд руб. антикризисного фонда». В качестве выхода из создавшегося положения глава минфина предложил правительству России недостающие 130 млрд рублей для реализации антикризисного плана попросить у президента В.В. Путина.

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.

Антикризисная политика Российского государства направлена, главным образом на латание дыр в экономике в текущий момент. Действия правительства в кризисный период не отличаются системностью и больше напоминают работу пожарных, заливающих очаги возгорания водой или пеной в зависимости от обстоятельств. Разумеется, все эти действия по выводу страны из очередного кризиса необходимы.

В чем отличие умного правительства от мудрого? Умное ищет и находит выход из самого сложной кризисной ситуации, а мудрое руко-

водит экономикой так, чтобы в кризисное состояние она не попадала. Хочется надеяться, что российское правительство будет становиться мудрее от кризиса к кризису и в конце концов достигнет такого же высокого профессионального уровня руководства экономикой, как правительства Японии, Китая, Германии, США и целого ряда других развитых государств, чья экономика в 2014-2016 гг. не испытывает кризиса, как Российская Федерация сегодня.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глаголев, С.Н., Моисеев В.В. Инвестиционный климат как фактор импортозамещения. // Вестник Белгородского государственного технологического университета. 2016. № 2. С. 200-205.
2. Галкина Е.В., Моисеев В.В. Актуальные проблемы государственного регулирования экономики в условиях кризиса // Материалы V Международной научной конференции на тему: «Конфликты в современном мире: международное, государственное и человеческое измерение», Саратов, 8 апреля 2016 г. Саратов: СНИГУ, 2016. 420 с.
3. Причины кризиса 2014 г. в России. – URL: <http://voprosik.net/prichiny-krizisa-2014-v-rossii/> (дата обращения: 26.02.2016).
4. Глаголев, С.Н., Моисеев В.В. Импортозамещение в экономике России. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 276 с.
5. Экономика КНР – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%> (дата обращения: 26.02.2016).
6. Моисеев В.В. Россия в глобальном кризисе. Монография. – Орел: Изд-во ОРАГС, 2009. – 360 с.
7. 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).
8. Путин В. О наших экономических задачах // Ведомости. 2012. 30 января.
9. Инициативы Дмитрия Медведева по модернизации и инвестклимату // Российская газета. 2011. 31 марта.
10. Глаголев, С.Н., Моисеев В.В. Проблемы импортозамещения в России // Вестник Белгородского государственного технологического университета. 2016. № 1. С.204-208.
11. У правительства РФ не хватает денег на антикризисный план – URL: <http://gigamir.net/money/economics/pub2439513> (дата обращения: 25.02.2016); Силуанов: мы попросим у Путина 130 млрд рублей из резервного фонда – URL: <http://www.trud.ru/article/27-02->

2016/1334717_siluanov_my_poprosim_u_putina_1 обращения: 27.02.2016).
30_mlrd_rublej_iz_rezervnogo_fonda.html (дата

Moiseev V.V.

ANTI-CRISIS POLICY OF RUSSIA

In terms of Western sanctions, the sharp drop in oil prices and other energy resources, Russia has found itself in a crisis of the economic situation. The current crisis characterized by a decline in industrial production, a fall in gross domestic product (GDP), the devaluation of the national currency, rising inflation, falling real incomes. Under these conditions, the issue became the adjustment of economic policy, development and implementation of anti-crisis measures. Political Russian leadership has repeatedly stated that the economic crisis is the result of low oil prices, the impact of Western sanctions, but the economy's dependence on external negative factors can be minimized subject to diversification, structural changes, betting not on raw materials, and manufacturing industries. An example to follow could be the experience of Germany, China, UK, USA and other economically developed countries where there is no drop in GDP and total dependence on energy price environment.

Key words: *Western sanctions, the economy, the anti-crisis policy.*

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

*Чижова Е.Н. д-р экон. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

ЭКОНОМЕТРИКА И ВКЛАД В. К. ДМИТРИЕВА В ЕЕ РАЗВИТИЕ

chizhova_elena@mail.ru

Рассматриваются основные положения теорий издержек производства, конкуренции и ценности, которые были математически обработаны и представлены русским экономистом-математиком В. К. Дмитриевым, тем самым обосновывается его вклад в становление эконометрики как науки.

Ключевые слова: *эконометрика, теория издержек, теория ценности, теория предельной полезности, теория конкуренции, цена, модель «затраты-выпуск».*

Математика давно и прочно вошла в экономику, тем самым завершив ее представление как науки. По мнению крупнейшего специалиста в области науки управления Ст. Бира, основы знаний становятся наукой, если: 1) явления поддаются количественному измерению; 2) фактами признаются только те результаты, которые получены много раз, многими наблюдателями при одинаковых методах измерения; 3) гипотезы выдвигаются для уже существующих факторов и проверяются всеми доступными для воображения способами; 4) гипотеза, не рухнувшая под грузом фактов в течение многолетней проверки, приобретает статус Закона; 5) чтобы объяснить законы, создаются теории, которые в свою очередь подвергаются проверке [2]. Таким образом, наука обычно начинается с попыток проведения количественного анализа.

Сформировавшись, наука обретает классические формы, не отвергаемые последователями, а лишь развиваемые. «Наука, по выражению А. А. Богданова, – это всегда *организованная система, охватывающая некоторую сумму коллективного опыта*» [3].

Как известно, у истоков классической политической экономии стоял У. Петти, которого нобелевский лауреат по экономике 1974 г. Ф. А. фон Хайек называет основателем эконометрики и лицом, значимым для науки в широком понимании: «ведь был же основатель эконометрики сэра Уильяма Петти прежде всего старшим коллегой сэра Исаака Ньютона по Королевской академии наук!» [16]. Относительно основания эконометрики, как периода времени, так и персоналий, мнения расходятся. Например, академик Н. П. Федоренко считает, что внедрение математики в экономику началось не в 17-м, а в 19-ом веке и «основоположником математической экономии» он называет А. Курно [15]. Хотя полагает, что рассуждения У. Петти «включали ряд математических приемов (уравнения, прямые и обратные зависимости и т.п.) [15]. К. Маркс указывал на экономическую таблицу физиократа Ф. Кенэ (18 век), отмечая, что она была «в высшей степени гениальной идеей, бесспорно

самой гениальной из всех, какие только выдвинула до сего времени политическая экономия» [6]. Следует отметить, что данная таблица используется до сих пор при моделировании макроэкономических процессов. Ее ценность, по словам В. С. Немчинова, заключается в том, что «это первая в истории политической экономии макро-экономическая сетка натуральных (товарных) и денежных потоков материальных ценностей. Заложенные в ней идеи – это зародыш будущих экономических моделей» [7].

Как видно, временная точка отсчета рождения эконометрики расходитя на века, но это не суть важно, поскольку уже Аристотель, Платон, Ксенофонт выдвигали кардинальные экономические идеи, в том числе и количественного порядка, а уже упоминаемая классическая политическая экономия содержит достаточно длинный ряд экономистов, которые пытались моделировать посредством алгебраических формул экономические взаимосвязи. И если уж подходить строго с научной точки зрения, то как наука (термин «эконометрика» ввел в 1910 г. польский ученый П. Чомпа) эконометрика сложилась в 30-е гг. 20-го века. Она изучает конкретные количественные закономерности и взаимосвязи хозяйственных явлений и процессов на основе математического и статистического описания организации самых разнородных экономических систем.

Большинство нобелевских премий по экономике дано ученым, работавшим на стыке экономики и математики. Много разделов математики формировалось благодаря экономическому запросу количественной оценки для принятия решений. Однако позиции относительно применения математики отличаются, и порой эти позиции становятся ограничениями для развития как экономики, так и математики. Так, уже упоминавшийся Ф. А. фон Хайек свое отношение к измерению экономических явлений высказал следующим образом: «Если в физических науках считается общепризнанным – и, вероятно, с достаточными основаниями, – что любой важный фактор, определяющий наблюдаемые

явления, сам по себе подвергается прямому наблюдению и измерению, то при изучении таких сложных отношений, как рынок, зависящий от действия множества индивидов, ситуация иная: все обстоятельства, определяющие результат процесса, ... вряд ли могут быть в полной мере познаны и измерены. И хотя в физических науках исследователь в принципе способен измерить то, что уже при первом подходе (*prima facie*) с позиций теории он считает важным, в социальных науках часто признается важным скорее то, что поддается измерению потом. Поэтому иногда выдвигается требование формулировать наши теории таким образом, чтобы они могли выражаться лишь в измеримых величинах» [12]. Но социальные науки исследуют «структуры сущностной сложности, например, такие структуры, характерные особенности которых могут быть представлены только на моделях, построенных на относительно большом числе переменных» [16]. И далее: «Вряд ли можно достичь понятной картины общих взаимозависимостей между различными событиями на рынке без алгебраических приемов. И все же следует избегать иллюзии относительно наших возможностей так использовать указанные приемы, чтобы прогнозировать количественное выражение данных величин; это приводит и к тщетным поискам количественных или цифровых констант» [16].

Вся проблема заключается в том, что пользователям математических моделей, и особенно чиновникам, хочется применять математические модели как некие рецепты, способные обеспечить решение экономических и социальных проблем. И это желание подкреплено убеждениями представителей этого научного направления: «Эконометрики полагают, что, опираясь на знание параметров, структуры данной совокупности экономических процессов, эндогенные и экзогенные факторы, можно построить формулу, которая не только будет представлять течение хозяйственной жизни, но и позволит, сверх того, вычислить, в какое время будут иметь место те или иные хозяйственные процессы. Подобно биометрии и антропометрии эконометрика претендует на то, чтобы измерять величину, частоту, интенсивность или корреляцию возникающих в хозяйственной жизни явлений, опираясь на разного рода коэффициенты, определяемые либо эмпирически, либо дедуктивно, и путем экстраполяции предсказать ход экономических событий, структуру рынка, спроса и предложения, определить данную хозяйственную ситуацию конъюнктурного цикла и т.д.» [15].

В создании эконометрики большую роль сыграли русские экономисты-математики – В.

Ф. Арнольд, В. А. Базаров, А. Д. Билимович, В. С. Войтинский, В.К. Дмитриев, Ю. Г. Жуковский, В. Ф. Залесский, Н. Д. Кондратьев, Р. М. Орженецкий, Е. Е. Слуцкий. Н. А. Столяров, С. Г. Струмилин, Г. А. Фельдман, А. Н. С. Четвериков, А. И. Чупров и другие. Российская экономико-математическая школа была лучшей в мире. Все экономисты-математики заслуживают того, чтобы их теории и представляющие их экономико-математические модели были подробно рассмотрены, потому что часто их научные результаты носили оригинальный, а порой и пионерный характер, и потому, что современная наука использовала их наработки. Но размеры статьи не позволяют этого сделать.

Особенность российского менталитета, проявляющаяся в категорических отказах, запретах, устранении того и тех, кто не идет в фарватере общепринятого, наложенная на идеологические штампы коммунистического режима, не только помешала поступательному развитию математической экономики в нашей стране в определенные периоды, но и привела к забвению ряда выдающихся имен, составляющих гордость не только отечественной, но и мировой науки. К числу таких «сознательно забытых» имен следует отнести русского экономиста-математика В. К. Дмитриева.

Владимир Карпович Дмитриев (1868 – 1913) – одна из наиболее ярких фигур в русской математической школе и ученый, преданный забвению на многие десятилетия в советский период. Причины тому видны уже из того, что внес В. К. Дмитриев в науку и что не вписывалось в официальную экономическую доктрину.

Коротко основные научные достижения В. К. Дмитриева можно свести к следующему:

- 1) обосновал «органический синтез» теории ценности и теории предельной полезности;
- 2) создал оригинальный вариант теории конкуренции;
- 3) заложил основы модели «затраты – выпуск».

Рассматривая теорию ценности, он дал ее развернутый анализ – от структуры издержек производства до соотношения спроса и предложения при формировании уровня общественно-необходимых затрат труда, определяющих величину стоимости. Первоначально В. К. Дмитриев представил математическую интерпретацию теории стоимости в ее классическом варианте в работе «Теория ценности Рикардо», которая вышла в 1898 г. Позднее, в 1904 г., эта книга была переиздана вместе с двумя очерками: «Теория конкуренции А. Курно» и «Эволюция теории предельной полезности». И уже в этом варианте книги В. К. Дмитриев освободил клас-

сическую теорию издержек производства от ее внутренней противоречивости, от «тавтологии цен» и показал, что цена любого товара не может определяться исключительно издержками его производства, а требует еще знания условий потребительского спроса, что демонстрирует форма «кривой спроса». Он доказывал, что теория издержек сама по себе не является конечным регулятором ценности и в этом смысле является самостоятельной. Но она требует обращения к теории предельной полезности, которая ей отнюдь не противоречит, а лишь дополняет.

В. К. Дмитриевым было сформулировано положение о том, что ценность в качестве экономической категории является результирующей как объективных (производственных), так и субъективных (психологических) моментов [4]. Сегодняшний маркетинг при реализации функции ценообразования использует это положение как основное.

Одновременно В. К. Дмитриев попытался «первым в мировой литературе дать способ определения полных затрат труда на производство продукции, предвосхитив современные методы исчисления полных затрат, исходя из матрицы прямых затрат межотраслевого баланса» [15].

Совокупные затраты рассмотрены В. К. Дмитриевым во всей полноте и выражены в математической форме в следующих аспектах и формулах:

1. Разложение цены на составные элементы «ценности» (заработную плату, прибыль и ренту):

$$X_A = N_A a x_a + Y_A,$$

где X_A – цена продукта A ; N_A – сумма рабочих дней, затрачиваемых работником как в данном текущем производстве, так и при производстве «технических капиталов» (средств производства), затраченных в данном процессе труда; a – количество продукта, потребляемого работником в день (например, количество хлеба); x_a – цена продукта; Y_A – сумма прибыли (включая ренту), получаемой производителем как в данном, текущем производстве, так и при производстве «технических капиталов», израсходованных в данном процессе труда.

2. Определение полных затрат труда на единицу продукции с учетом межотраслевых связей:

$$X_i = \sum a_{ij} X_j + t_i,$$

где X_i – количество продукта i -го вида, выраженного в затратах труда (полная трудоемкость); a_{ij} – технологические коэффициенты затрат; X_j – количество продукта j -го вида,

также сведенного к затратам труда; t_i – текущие затраты труда.

В первой формуле цена разлагается на сумму заработной платы и сумму прибыли и, таким образом, воспроизводится так называемая «догма Смита» с игнорированием постоянного капитала в выражении цены продукта.

Анализ первой формулы (формулы издержек производства) «позволил В. К. Дмитриеву решить кардинальную экономическую проблему – доказать, что теория издержек производства в интерпретации Д. Рикардо может быть освобождена от «заколдованного круга» – определение одних величин цен через другие цены (что обычно приписывается теории «издержек производства»)» [15]. Первая формула цены дала возможность В. К. Дмитриеву к n уравнениям с $n + 2$ неизвестными (заработной платы и прибыли) добавить еще одно уравнение, выражающее зависимость продукта от технических условий производства, и таким образом избавиться от одного ценового параметра.

Вторая формула дает представление о прибыли как функции капитала и времени путем замены суммы прибыли единой нормой прибыли. Тем самым В. К. Дмитриев находит еще одно уравнение, уже для прибыли, позволяющее также использовать технические условия производства, чтобы избавиться еще от одного ценового параметра. В результате получается система, в которой число уравнений и число неизвестных совпадают, поэтому система становится разрешимой. Получается, что при выражении цены через издержки производства становится возможным найти все элементы издержек производства. «Это – важное теоретическое достижение» [15].

Русские эксперты-математики (в частности Н. Н. Шапошников) еще в самом начале 20-го века отмечали, что В. К. Дмитриев, используя математический способ изображения совместно действующих факторов с помощью аппарата дифференциального исчисления, освободил теорию издержек производства от «заколдованного» круга, поскольку в ней раньше одни ценностные величины определялись через другие.

Вторая формула, по сути, представляет линейную систему «затраты – выпуск» с технологическими коэффициентами, редуцированными к затратам труда. Кроме того, анализ второй формулы «позволил органически включить в выражение полных затрат труда условия потребления и тем самым показать, что общественно необходимые затраты труда определяются наилучшими условиями производства (не только при формировании земельной ренты, но и при формировании цены на все виды продук-

ции) [11]. А это расходится с теорией К. Маркса, у которого только цены на сельскохозяйственную продукцию определяются условиями производства на худших земельных участках, в других отраслях – в соответствии со средними условиями.

Модель «затраты – выпуск» есть продукт В. К. Дмитриева, в развернутом виде оформленная В. Леонтьевым. По выражению В. С. Немчинова, В. К. Дмитриев оказал большое влияние на формирование межотраслевого метода, в частности метода «затраты – выпуск» американского экономиста В. В. Леонтьева, который повторяет идеи В. К. Дмитриева [7].

Модель «затраты – выпуск» легла в основу первого в мире баланса народного хозяйства, который был составлен ЦСУ СССР за 1923/24 хозяйственный год. Академик Н. П. Федоров отмечал, что «шахматный баланс в СССР стал разрабатываться значительно раньше, чем в США, причем один из комментаторов шахматного баланса 1923-1924 гг. В. В. Леонтьев стал позднее виднейшим американским экономистом, использовавшим не только идеи указанного баланса, но и методы его построения с помощью системы линейных уравнений, выдвинутых еще в 1889 г. В. К. Дмитриевым и развитых в 1922 г. известным советским экономистом Лубны-Герццгом» [15].

В. К. Дмитриев исследовал ценообразование в условиях свободной конкуренции и в условиях господства монополий, представив математический способ изображения на рынках совместно действующих факторов. Изучая данные модели рынка, он разделил все товары на три группы:

- 1) товары монопольные;
- 2) товары, увеличение производства которых связано с возрастанием издержек производства единицы продукции;
- 3) товары, бесконечно воспроизводимые с одинаковыми издержками путем приложения труда и капитала.

Цены первых двух групп товаров не могут быть определены безотносительно к кривой спроса или, другими словами, независимо от условий потребления. Цены товаров третьей группы определяются издержками производства, но при условии, что конкуренция понижает цены.

Оригинальность теории конкуренции В. К. Дмитриева по сравнению с его предшественниками в том, что он пришел к выводу о сравнительной экономической неэффективности совершенной конкуренции по отношению к монополии. Это является одним из объяснений того, почему конкуренция неизбежно приводит к мо-

нополии, ведь каждая система стремится настроиться на наиболее эффективный режим своего функционирования. В. К. Дмитриев доказывал, что конкуренция не ведет к понижению цены до уровня издержек производства, а наоборот, ведет к их повышению до уровня цены.

Практический современный маркетинговый аспект с выходом на логистическую проблему эффективности имеет и разделение В. К. Дмитриевым производительности на «потенциальную производительность» и «действительную производительность», что доказывает необходимость наличия в общественном производстве «запасов», обеспечивающих бесперебойное его движение («потенциальное предложение»).

Исследуя функциональную зависимость между спросом и предложением, а она, как известно, фокусируется в цене, В. К. Дмитриев доказывал, что при выявлении факторов, определяющих конкретную величину рыночной цены, условия производства и условия потребления должны рассматриваться в органическом единстве. По мнению В. К. Дмитриева, «теория предельной полезности, начиная с работ Ф. Гализни (1750), показала необходимость учета как настоятельности общественной потребности в продукте, так и меры насыщения ею. Это и служит преодолению противоречия между меновой и потребительской ценностью, ибо меновая ценность («цена») определяется размерами сбыта, а последний зависит от эффективности производства» [15]. Итак, согласно В. К. Дмитриеву, цена продукта зависит от спроса на него, который равен сбыту или «действительному предложению».

Подводя итоги, следует отметить, что Л. Борткевичем в свое время было осуществлено сравнение методологии К. Маркса и В. К. Дмитриева. Общее Л. Борткевич он видел в том, что «как К. Маркс, так и В. К. Дмитриев брали за основу анализа массовые экономические факты, которые не замыкаются исключительно в рамки психологии. Кроме того, В. К. Дмитриев, как и К. Маркс, исходил из трудовой теории стоимости, хотя и в другом ее варианте. Вместе с тем между методом К. Маркса и методом В. К. Дмитриева имеются существенные различия: 1) у В. К. Дмитриева нет «дихотомии» в исследовании стоимости и цен, ибо не абстрактная стоимость, а цена составляет непосредственный интерес В. К. Дмитриева; 2) В. К. Дмитриев не следует установленному К. Марксом делению капитала на постоянный и переменный, так что прибыль у него оказывается следствием всего капитала и, наконец, 3) различие между методом К. Маркса и методом В. К. Дмитриева есть раз-

личие между арифметикой и алгеброй: К. Маркс пользовался арифметическим, В. К. Дмитриев – алгебраическим способом выражения» [15].

Оценили вклад В. К. Дмитриева и современные зарубежные экономисты. А. Ноув и А. Зауберман в статье «Воскрешенный русский экономист 1900 года» [17] отметили развитие В. К. Дмитриевым теории стоимости и математические приемы исследования и особенно систему дифференциальных уравнений, позволяющую учесть многие одновременно действующие факторы.

Однако очень длительное время имя В. К. Дмитриева было предано забвению в нашей стране. Вероятно, это связано с тем, что ряд теоретических положений В. К. Дмитриева, как уже было сказано, расходился с положениями К. Маркса, это касается игнорирования Дмитриевым деления капитала на постоянный и переменный (что лежит в основе марксовской теории прибавочной стоимости), исследования соотношения спроса и предложения, формирования цены, которая есть у Дмитриева функция всего капитала и времени. Была и другая причина, она связана с принципиальным неприятием ряда теорий: ценности, экономических конъюнктур, «длинных волн», хозрасчетной системы планирования и ряда других, которые развивали именно экономисты-математики, и которые в своем развитии в нашей стране в течение ряда исторических периодов подверглись торможению, а порой и прямо запрещались.

Идеи и модели В. К. Дмитриева позволяли рассчитывать и планировать, соотносить издержки производства и полезности товаров, приводить в соответствие наличные производительные силы общества структуре общественных потребностей. Но «четкая организация планирования русских» требовала не планы-прогнозы, а планы-директивы, не планы-варианты оптимального развития, а планы-законы. Поэтому выкладки В. К. Дмитриева были не нужны. Однако время расставило все по своим местам. И в настоящее время теории В. К. Дмитриева известны, изучаются и развиваются.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беркович Д. М. Формирование науки управления производством. М.: Наука, 1973. 149 с.
2. Бир Ст. Наука управления: пер. с англ. /Предисл. С.В. Емельянова. Изд. 3-е. М.: Издательство ЛКИ, 2010. 112 с.
3. Богданов А. А. К тектологическому преобразованию наук (предисловие к публикации В. С. Клебанера и А. П. Огурцова) // Вопросы философии. 2003. № 1. С. 111-134.
4. Дмитриев В. К. Экономические очерки. М.: ГУ ВШЭ, 2001. 580 с.
5. Задорожнюк И. Е. Нужны ли экономической науке философские знания? (к Нобелевской лекции Ф. Хайека 1974) // Вопросы философии. 2003. № 1. С. 164-167.
6. Маркс К. Капитал. Т.4. Теории прибавочной стоимости. Ч. 1 // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд-е 2. Т. 26. Ч. 1. 476 с.
7. Немчинов В. С. Экономико-математические методы и модели. М., 1962.
8. Новожилов В. В. У истоков подлинной экономической науки. М.: Наука, 1995. 234 с.
9. Орлов А. В. Классификация и моделирование отраслей промышленности по показателям электроемкости // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 6. С. 150-154.
10. Сомина И. В. Методы и модели оптимизации параметров инновационных процессов в российской экономике: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 141 с.
11. Стратегический менеджмент: теория, методология, практика: монография / С.Н. Глаголев, Ю.А. Дорошенко, П.П. Табурчак и др.; под общ. ред. Ю.А. Дорошенко. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 167 с.
12. Стратегические императивы и детерминанты экономики современной России: монография / под ред. проф. Ю.А. Дорошенко. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 239 с.
13. Стратегия инвестиционно-инновационного развития России в условиях глобальных экономических вызовов: монография /под ред. проф. Ю.А. Дорошенко. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 209 с.
14. Тумин В. М., Сомина И. В. Сравнительная оценка уровня инновационного развития российских регионов с использованием динамической модели (на примере регионов ЦФО) // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 6. С. 168-171.
15. Федоренко Н. П. Вопросы экономической теории. М.: Наука, 1994. 224 с.
16. Хайек фон Ф. А. Претензии знания: Нобелевская лекция 1974 г. //Вопросы философии. 2003. № 1. С. 111-134.
17. Nove A., Zauberman A. A resurrected Russian economist of 1900 // Soviet studies (Oxford). 1961. N1.

Chizhova E.N.

ECONOMETRICS AND V. K. DMITRIYEV'S CONTRIBUTION OF TO ITS DEVELOPMENT

The basic provisions of theories of costs of production, competition and the value are considered, which have been mathematically processed and presented by the Russian economist-mathematician V. K. Dmitriyev, and his contribution to formation of econometrics as sciences thereby is proved.

Key words: *econometrics, theory of expenses, theory of value, theory of extreme usefulness, theory of the competition, price, model «expenses-release».*

Чижова Елена Николаевна, доктор экономических наук, профессор.

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

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

E-mail: chizhova_elena@mail.ru

Рудычев А.А., д-р экон. наук, проф.,
Кажанова Е.Ю., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ЭВОЛЮЦИЯ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ*

lenin280284grad@yandex.ru

В статье рассматриваются некоторые вопросы, связанные с изменением роли человека в экономике в процессе трансформации социально-экономических отношений от традиционной экономической системы до современного постиндустриального общества. Отмечается важность понимания сущности категорий, отражающих место и роль работника в процессе производства в отдельные периоды развития экономики для более глубокого и полного осмысления широко распространенной в научном обороте концепции человеческого капитала. Прослеживается зависимость применяемых концепций управления персоналом от фактического положения работников в организации. Акцентируется внимание на особенностях управления человеческим потенциалом в российских организациях. Высказывается мнение, что проблемы перехода отечественного менеджмента от управления персоналом к управлению человеческими ресурсами во многом вызваны игнорированием работодателями существенных изменений в мотивационном поведении персонала. В статье освещается также роль человеческих ресурсов в современной системе экономических отношений, характеризующих рынок труда, их влияние на современное производство и значение в создании инновационной экономики. Делается вывод о необходимости дальнейшего совершенствования управления человеческими ресурсами в соответствии с новыми требованиями, предъявляемыми современным этапом развития общества.

Ключевые слова: рабочая сила, персонал, человеческий капитал, человеческие ресурсы, человеческий потенциал, инновационная экономика, инвестиции в человеческий капитал, управление человеческими ресурсами.

Введение. Переход общества в информационную стадию своего развития, масштабные процессы глобализации, реальное стирание границ экономической деятельности заставляет ученых, практиков и политиков пересматривать десятилетиями складывавшиеся подходы к решению основной проблемы экономики - эффективному использованию ограниченных ресурсов. То же относится и к поискам концепции управления, наиболее адекватной изменяющимся условиям внутренней и внешней среды, ориентированной на инновационное развитие [1].

Отправной точкой таких поисков является, на наш взгляд, определение новых приоритетов среди объектов управления, а также направления изменений роли и функций его субъектов. Так, на рубеже XX – XXI веков практика стран с эффективной экономикой подтвердила справедливость утверждения Дж. Парка о роли человеческого капитала, как основного фактора экономического роста [2]. В результате обострился интерес научной общественности к проблемам формирования и использования человеческого капитала. Уже определились основные концепции теории человеческого капитала, его структура, основные характеристики и показатели [3]. Однако вопросы управления человеческим капиталом по-прежнему остаются недостаточно изученными, а потому актуальными.

Остановимся на некоторых аспектах данной проблемы, исследуя эволюцию понятий, отра-

жающих место и роль человека - носителя рабочей силы, а также факторов, влияющих на выбор приоритетных объектов управления человеческими ресурсами на разных этапах социально-экономического развития и в разных типах экономических систем.

Основная часть. Объект исследования в экономической науке, так или иначе, связан с ограниченными экономическими ресурсами. В данном случае речь идет о таком ресурсе, как человеческая способность к трудовой деятельности, в научном аппарате определяемая базовой категорией «рабочая сила». Однако широкое распространение получили и другие понятия, отражающие место и роль человека в экономике: трудовые ресурсы, персонал, кадры, человеческий капитал. Последнее – наиболее популярная характеристика совокупной способности носителя рабочей силы, соответствующая ее статусу в условиях развитой рыночной экономики. И если основоположники концепции человеческого капитала изначально рассматривали его как совокупность образования и квалификации (например, Дж. Минцер) [4], то более поздние исследователи обязательной составляющей человеческого капитала считали капитал интеллектуальный [5]. Такая позиция характерна для тех, кто считает, что современной экономике для демонстрации роли в ней человека наиболее подходит категория «человеческие ресурсы». Проследив эволюцию ряда понятий, отражаю-

щих изменение содержания важнейшей базовой экономической категории, сопоставив их с изменениями рынка труда и менеджмента персонала, можно прийти к достаточно интересным выводам. В качестве факторов, определяющих механизм функционирования рабочей силы, выделим те из них, которые, по нашему мнению, являются наиболее значимыми для эффективного управления человеческим потенциалом в целом:

- потребности;
- ситуация на рынке труда;
- требования к работнику;
- содержание объекта управления;
- методы управления;
- организационная культура.

Взаимосвязь указанных факторов, влияющих на выбор принципов, методов и механизмов управления человеческим потенциалом, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Факторы, влияющие на управление человеческим потенциалом

Потребности	Требования к работнику	Ситуация на рынке труда	Восприятие объекта управления	Методы управления	Организационная культура
физиологические	физическая выносливость	предложение > спроса	рабочая сила	административные	бюрократическая
безопасность	квалификация	спрос > предложения	кадры	административные, экономические	демократическая
социальные	профессиональное образование	предложение > спроса	персонал – человеческий капитал	экономические, социально-психологические	демократическая, предпринимательская
признание	коммуникабельность, способность к обучению	предложение > спроса	человеческий капитал, человеческие ресурсы	экономические, социально-психологические	демократическая, партисипативная
самореализация	творчество, развитие	спрос > предложения	человеческие ресурсы	социально-психологические	демократическая, партисипативная

Данная классификация позволяет увидеть, как с изменением потребностей трансформируются требования к рабочей силе, а, следовательно, и категории, ее определяющие, и методы воздействия, способные привести к повышению эффективности ее использования.

Так, потребности низшего уровня ограничивают объект воздействия на работника лишь его физической силой и какими-либо квалификационными характеристиками, что присуще менеджменту в начальной стадии его развития. Иные составляющие потенциала человеческих ресурсов интереса не представляли. Ярким примером подобного управления служит система Ф. Тейлора, основанная на применении административно-бюрократического ресурса, эффективная до тех пор, пока не вступает в противоречия с растущими потребностями.

Что касается категории «человеческий капитал», то она отражает такое состояние способности к труду, которое должно приносить ее владельцу удовлетворение уже более высоких, социальных потребностей. Она необходима для

понимания роли человека в экономической деятельности, целью которой являются не только и не столько расширенное воспроизводство рабочей силы (по К.Марксу), но и достижение определенного статуса, признание обществом и одобрение. Потребности такого рода, в свою очередь, с развитием общества становятся богаче, разнообразнее, шире, для их реализации требуется все больше средств, поэтому владелец рабочей силы формирует ее как капитал, способный в процессе использования самовозрастать, что отвечает не только его потребностям, но и интересам работодателя. В итоге выигрывают все субъекты экономики: домохозяйства (рост доходов), бизнес (рост прибыли), государство (рост благосостояния, экономический рост).

Однако, капитал по своему содержанию – это только способность, т.е. потенциал. Чтобы он «работал», им необходимо управлять. Наиболее эффективным здесь будет, на наш взгляд, применение экономических методов, основанных, прежде всего, на использовании матери-

альных стимулов. И это справедливо, ведь капитал должен приносить материальную выгоду - прибыль. Подобный результат обуславливает и направление инвестиций в человеческий капитал [6]. В его структуре объектами инвестиций являются: здоровье, образование, профессиональное мастерство. Что соответствует требованиям к рабочей силе, предъявляемым рыночной экономикой.

Изменяющийся характер рабочей силы ставит под сомнение традиционную систему стимулов и поощрений, порождая дополнительные проблемы управления персоналом. Если в недалеком прошлом мотивы и стимулы людей определялись их материальными потребностями, то в наше время положение стремительно меняется под воздействием трех основных факторов:

- рост благосостояния обусловил стремление к совершенствованию собственной личности;

- развитие новых производственных форм, требующих большего количества информации, вызывает потребность в постоянном повышении образовательного уровня и накоплении новых знаний;

- обладание информацией и способность продуцировать новые знания становятся важным источником социального признания.

В связи с этим, такому уровню развития человека, когда мотивом его экономического поведения является удовлетворение потребностей высшего уровня, наиболее адекватна категория «человеческие ресурсы». На первый план выйдут такие составляющие человеческого потенциала, как творчество и способность к развитию, приносящие его владельцу не столько выгоду, сколько удовлетворенность от самореализации и самодостаточности. Обратимся к табл. 2, в которой объекты инвестирования в человека сопряжены с типами экономических систем.

Таблица 2

Инвестирование в человека в разных экономических системах

	Традиционная экономическая система	Рыночная экономическая система	Административно-командная экономическая система	Смешанная экономическая система
Объект воздействия	физические возможности человека (выносливость)	человеческий капитал	социальный капитал	человеческие ресурсы (созидательный потенциал)
Цель	выживание	нажива, потребление, благосостояние	лояльность, развитие, производительность	развитие
Направление инвестиций	здоровье	здоровье, образование, профессия	здоровье, образование, профессия, социальная активность	здоровье, образование, профессия, социальная активность, знания, творчество
Ожидаемый результат	уметь	уметь, использовать	уметь, использовать, научить	уметь, использовать, научить, создать новое

Таблица не претендует на всесторонний и полный охват всех аспектов данной проблемы, таблица достаточно формальна, но определенные зависимости выявить позволяет. Из материалов таблицы следует, что в каждой из систем объектом вложений в работника была лишь отдельная составляющая человеческого капитала: от физической силы в традиционной экономике до различных комбинаций его элементов в современных моделях смешанной экономики. Как видим, подобный подход выявляет некоторую ограниченность категории «человеческий капитал» в плане ее применения для анализа современных тенденций экономической деятельности. Так, в частности:

- современная экономика не ограничивает требования к рабочей силе необходимостью только уметь и применять полученные навыки;

- наличие образования еще не гарантирует наличие умений и способностей их применять;

- переход к инновационной модели развития требует наличия на рынке труда уже не владельцев капитала с набором (пусть даже и богатым) знаний, умений и навыков, а личностей, обладающих креативным мышлением, способных к оптимальному выбору из альтернативных вариантов действий, не боящихся разумного риска. Владелец человеческого капитала будет стараться свести риски неполучения от него дохода к минимуму (капитал должен приносить доход). Отсюда – работа не по специальности, с примитивной мотивацией («лишь бы платили»), не в полную силу.

Какой же вывод? Полагаем, что инновационной экономике для определения места и роли в ней человека более всего отвечает категория «человеческие ресурсы». Не случайно, в совре-

менной научной литературе по экономической теории и менеджменту она встречается все чаще и чаще. Есть основания полагать, что мы имеем дело с переходом количества в виде накопленного человеческого капитала в качество – превращение его в главный ресурс для принципиально новой модели развития – инновационной.

И дело не только в названии. Капитал, образно говоря, это - настоящее, запас, которым в случае необходимости можно воспользоваться, а за ненадобностью от него отказаться. Ресурс – это будущее, он ориентирован на развитие, качественное совершенствование, преобразование. Носитель человеческих ресурсов в организации – это не «временщик», это ее неотъемлемая часть. Он способен в разных качествах участвовать в реализации любых проектов, быть их инициатором, учиться новому и обучать других. Изменения внешней и внутренней среды, новые риски только обогащают его деятельность и повышают мотивацию.

Если обратиться к современной российской практике, то на нашем рынке труда, и в наших организациях пока преобладают носители человеческого капитала. Исследования показывают, что более 60 % занятых используют свой трудовой и личностный потенциал менее чем на 10 %, основной мотив их деятельности – заработок [7].

Такое положение, безусловно, оказывает влияние и на выбор модели управления персоналом. В большинстве своем, она основана на авторитарном стиле управления (особенно в небольших организациях, где процветают высокая текучесть кадров, зарплата «в конвертах», неоправданно высокая трудоемкость, экономия на условиях труда). Многолетний опыт доказал его низкую эффективность по отношению к образованному и квалифицированному персоналу. Что же касается инновационной ориентации организаций, то там он и вовсе неприемлем.

В связи с этим можно сформулировать две проблемы, стоящие сегодня перед российским менеджментом: - определить адекватные качеству уже накопленного человеческого капитала методы управления им, повышающие отдачу от его использования (как минимум); - осуществить переход от управления человеческим капиталом персонала к управлению человеческими ресурсами (как максимум). В России подобная модель работы с персоналом на практике почти не встречается. В то же время, в нашей стране имеются основные предпосылки и условия для стратегической переориентации менеджмента персонала: система образования, современная наука, техническая культура, производственный потенциал. Пока имеются. Руководители отечественных предприятий в случае

положительного развития социально-экономических реформ смогут опереться на этот потенциал и реально перейти к новому алгоритму управления.

Крупные исследования практики управления персоналом в России встречаются редко. Так, несколько лет назад Стокгольмская школа экономики провела исследование влияния HR-методов на результаты деятельности фирм в четырех странах: России, США, Китае и Финляндии. Полученные результаты показали, что для воздействия на мотивацию сотрудников в России наиболее действенны такие методы, как:

- обучение и развитие навыков;
- оценка результатов деятельности и способностей [8].

Наш менеджмент уже начинает отходить от переоценки мотивирующего значения денег, но еще не осознал значимость такого метода управления, как наделение правами собственности, активного участия в принятии решений. В то время, как именно эта процедура наиболее соответствует статусу работника в форме человеческого ресурса [9]. Сотрудники-совладельцы представляют в этом случае интересы и труда, и капитала. Если они участвовали в выборе целей и способствовали их достижению, то они вправе разделить и материальные выгоды от их результатов. В действительности же мы видим, что вся прибыль от усилий трудовых ресурсов попадает, как правило, в руки топ - менеджеров или владельцев бизнеса. Это серьезно демотивирует сотрудников. Их потенциал не проявляется в полной мере, они безразличны к долгосрочным планам компании, ее стратегии, инвестиционной политике, с предубеждением относятся к тем или иным финансовым маневрам руководства.

Обучение сотрудников и развитие их навыков – неотъемлемая часть любой современной системы управления. Однако эффект обучения может проявляться только тогда, когда после прохождения обучения сотрудники смогут реализовать полученные навыки. Для этого необходимы обогащение труда, изменение структуры работ [10]. К сожалению, современная структура самой российской экономики пока не способствует созданию подобных условий.

Анализируя сегодняшнее состояние рынка труда, содержание образовательных процессов в высшей школе, качество человеческого капитала, эффективность занятости трудоспособного населения, получаем довольно неутешительные выводы. Среди них следует отметить:

- рост масштабов скрытой безработицы, проявляющийся в низкой эффективности использования трудового потенциала общества;

- разбалансированность динамики развития национального рынка труда и его территориальных подсистем (регионального и локальных рынков труда);

- специфический характер вторичной занятости, сопровождающейся низкой ценой труда и ориентированной на теневой сектор экономики;

- углубляющееся несоответствие структуры и качества подготовки специалистов структуре рабочих мест и требованиям, предъявляемым к качеству человеческого капитала.

Подобная ситуация не только не отвечает, она противоречит тем установкам, которые определились в процессе формирования такого этапа развития человеческого общества, как «постмодерн», основой которого является экономика знаний. Поэтому уже сегодня фирмы инвестируют в подготовку и переподготовку своих сотрудников с целью повышения производительности их труда, улучшения позиций на рынке (повышения конкурентоспособности) и максимизации прибыли [11]. Наемные работники инвестируют в собственное будущее, оплачивая образование, проходя специальную подготовку или переподготовку, с целью повышения собственной привлекательности в глазах потенциального работодателя и, следовательно, более высокой оплаты своего труда. В человеческий капитал инвестирует и государство, тратя значительную часть национального дохода на развитие системы образования, социальные гарантии студентам, предоставляя кредиты и субсидии на получение образования.

Новая экономика предполагает, что позиции государства в завтрашнем мире будут определять интеллектуальный человеческий потенциал, качество образования, профессиональная компетентность работников, их способность генерировать новые идеи и высокотехнологичная научно-техническая база.

Инновационная экономика может формироваться и развиваться только на основе мобилизации и всестороннего полного использования потенциала человеческих ресурсов [12]. Человеческий капитал, расширенный до человеческих ресурсов, должен стать важнейшим объектом управления и источником конкурентного преимущества не только на микро-, но и на макро- уровнях функционирования экономики. Без осознания и реализации этого требования на практике курс на инновационное развитие рискует стать очередной декларацией [13].

Благополучие и устойчивое развитие любой нации зависит от человеческого потенциала, поэтому необходима продуманная и последовательная политика в области развития челове-

ских ресурсов и сбалансированных инвестиций в человеческий капитал, как на уровне отдельной фирмы, так и в целом на уровне государства.

Выводы. В процессе развития социально-экономических отношений происходит изменение позиции человека в экономической деятельности, что находит выражение в эволюции категорий, отражающих место и роль в ней носителя человеческого потенциала.

В свою очередь, переосмысление положения работника в организации приводило к изменению объектов, на которые направлены управленческие усилия, а также приоритетов кадровой политики [14]. Простейшая, базовая характеристика человеческого потенциала (физическая сила) последовательно уступала место таким его составляющим, как квалификация, образование, коммуникабельность, и, наконец, способность к творчеству и развитию.

В соответствии с законами диалектики в настоящее время возникают противоречия, с одной стороны, между растущими потребностями людей и новыми требованиями экономики и, с другой стороны, - с действующей системой управления рабочей силой, основанной на ее использовании в качестве человеческого капитала.

Российский менеджмент в практике управления в большинстве своем ориентируется на концепцию человеческого капитала, и целью управления рассматривает получение материальных выгод. Тогда как экономика, основанная на знаниях, предполагает в качестве цели управления человеческим потенциалом всестороннее развитие и генерирование нового знания [15].

Для повышения конкурентоспособности отдельных фирм и российской экономики в целом, необходимо рассматривать в качестве приоритетного объекта управления человеческие ресурсы.

**Статья подготовлена в рамках задания №1623 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в базовой части государственного задания Минобрнауки России.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорошенко Ю.А., Лебедев О.В. Живые вложения. Человеческий капитал как приоритетный объект инвестиций // Креативная экономика. 2007. №5. С. 11–18.
2. Park, J. Dispersion of Human Capital and Economic Growth // Journal of Macroeconomics. 2006. Vol. 28. Issue 3.P. 520–539.
3. Schultz, T. Investment in Human Capital. N.Y.: London, 1971. 327 p.

4. Mincer J. The Production of Human Capital and the Lifecycle of Earnings: Variations on a Theme // Working Paper of the NBER. 1994. № 4838. P.11.
5. Stewart, T.A. Intellectual capital: the new wealth of organizations. N.Y.: Doubleday. Currency, 1997. 32 p.
6. Давыденко Т.А. Человеческие ресурсы как объект управления в «новой» экономике // Социально-гуманитарные знания. 2013. № 8. С. 56–63.
7. Непроизводительная производительность [Электронный ресурс]. URL: http://4pera.ru/news/analytics/neproizvoditelnaya_proizvoditelnost/ (дата обращения: 29.03.2016).
8. Человеческий капитал: человеческий потенциал и человеческие ресурсы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vashakomanda.ru/article18> (дата обращения 09.04.2016).
9. Кажанова Е.Ю. Актуальные проблемы повышения эффективности управления человеческим капиталом в инновационной экономике // Социально-гуманитарные знания. 2014. № 8. С. 274–287.
10. Невская Л.В. Организационные предпосылки формирования инновационных человеческих ресурсов // Креативная экономика. 2012. № 4 (64). С. 101–106.
11. Hayek F.A. The of Knowledge in Society // American Economic review. 1945. Vol. 35. № 4. Pp. 519–520.
12. Дорошенко Ю.А., Калашников А.Н. Инвестирование в человеческий капитал как фактор инновационного развития // Белгородский экономический вестник. 2011. № 3 (63). С. 13–16.
13. Чиждова Е.Н. Взаимосвязь социального капитала, сферы услуг и качества жизни населения // Вестник белгородского университета потребительской кооперации. 2014. № 1(49). С. 131–142.
14. Капелюшников Р.И. Сколько стоит человеческий капитал России? Ч.II // Вопросы экономики. 2013. № 2. С. 24–46.
15. Дорошенко Ю.А., Курбатова С.В. Активные и пассивные ресурсы. Сущность ресурсосбережения в новых экономических условиях // Российское предпринимательство. 2010. № 3–2. С. 22–27.

Rudychev A.A, Kazhanova E.Y.

EVOLUTION OF THE OBJECTS OF HUMAN RESOURCES

This article discusses some of the issues related to changes in the human role in the economy in the process of transformation of social and economic relations of the traditional economic system to a modern post-industrial society. It is noted, an important understanding of the nature of categories, reflecting the place and role of the worker in the production process in some periods of economic development for a deeper and more complete understanding of the widespread in the scientific revolution of the concept of human capital. Traced dependence employed personnel management concepts from the actual situation of workers in the organization. The attention is focused on the human potential management features in Russian organizations. It has been suggested that the problem of the transition of the domestic management of personnel management to human resources management is largely due to ignorance of the employers of significant changes in the motivational behavior of the staff. The article also highlights the role of human resources in the modern system of economic relations-tions that characterize the labor market and their impact on modern production and the value in the creation of an innovative economy. The conclusion about the need to further improve the management of human resources in accordance with the new requirements of the current stage of development of society.

Key words: labor, personnel, human capital, human resources, human potential, innovative economy, investment in human capital, human resources management.

Кажанова Елена Юрьевна, старший преподаватель кафедры теории и методологии науки.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: lenin280284grad@yandex.ru

Рудычев Анатолий Андреевич, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и организации производства.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

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

E-mail: eop@intbel.ru

Головчанская Е.Э., канд. эконом. наук, доц.
Белорусский Государственный Университет

ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ В СОВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ФОРМАХ ИНТЕГРАЦИИ ГОСУДАРСТВА, ОБРАЗОВАНИЯ И БИЗНЕСА*

golovchanskaja2011@ya.ru

Рассматривается многообразие форм и структур, объединяющих в себе основные институты (государство, образование, бизнес, наука) в системе инновационной деятельности национальной экономики. Выделяются такие организационные формы и объединения субъектов инновационной деятельности как: технологические платформы, кластеры, образовательные кластеры, государственно-частное партнерство, «треугольник знаний», «тройная спираль». Характеризуются их основные черты и особенности. Делается акцент на трансформации традиционного университета в предпринимательский.

Ключевые слова: инновационная деятельность, образование, наука, технологические платформы, кластеры, государственно-частное партнерство, треугольник знаний.

Введение. Современные тенденции в мировом экономическом пространстве обнаруживают смещение вектора его развития в направлении инновационной деятельности. Формируется экономика нового типа, т.е., экономика, где определяющим ресурсом выступают новейшие знания. А необходимость воспроизводства новейших знаний в условиях институциональных разрывов между разработкой нововведений и их коммерциализацией, провоцирует создание инновационных структур организации инновационной деятельности [1, С.3]. Мы имеем ввиду организационный механизм многостороннего взаимодействия между субъектами реального сектора экономики, научными и образовательными организациями и органами государственного управления, который воплощается в различных инновационных объединениях «университеты-предприятия» и «государство-университеты» и предпринимательских структурах инновационного типа. Развиваются новые интегрированные формы организации системы образования и бизнеса [2, С.10]. Инновационная среда в экономике знаний оказывает влияние на специфику и роль традиционных университетов. Традиционный университет меняет свою институциональную форму, становясь предпринимательским университетом [3, С.8].

Методология. Основу проведения данного исследования составили фундаментальные и прикладные работы зарубежных и отечественных ученых, изучающих трансформацию организационных структур и моделей в инновационной среде экономики знаний. В качестве методов исследования были использованы: анализ (компаративный, институциональный), индукция и дедукция, методы группировки и классификации, научного наблюдения, теоретического обобщения.

Основная часть. В современной инновационной среде национальных экономик наблюдается развитие многообразия форм и структур, объединяющих в себе основные институты: государство, образование, бизнес, науку. По мнению Харина А.А. принципиально новой интегрированной структурой может стать приоритетная технологическая платформа, включающая вузы, научно-исследовательские учреждения и предприятия - инновационная интегрированная структура. Исследователь определяет такую структуру как «совокупность хозяйствующих субъектов, связанных друг с другом сетевой системой финансово-хозяйственных отношений, направленной на повышение эффективности инновационной деятельности участников посредством оптимизации ресурсного обеспечения» [2, С.11]. Роль государства заключается в поддержке развития взаимодействия предприятий и научно-образовательных организаций, путем формирования условий для расширения практики вовлечения высших учебных заведений в деятельность, осуществляемую организациями реального сектора экономики в сфере научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (НИ-ОКТР), а также для развития потенциала высших учебных заведений как исследовательских (конструкторских, инжиниринговых) организаций. В качестве механизма интеграционного взаимодействия исследователь предлагает создание научно-исследовательского центра, который будет являться посреднической структурой между патентом и публикацией.

Мясникович М.В. также видит повышение эффективности инновационной деятельности Беларуси в создании технологических платформ. Это объединение науки, бизнеса и образования в тех направлениях, которые представ-

ляют государственный интерес не только в Беларуси, но и в других странах. Технологическая платформа, как инновационная интегрированная структура представляет определенный интерес в таких направлениях как: информационные и космические технологии, энергетика, транспорт, лазеры, биотехнологии, фармацевтика и тонкая химия [4].

Следует обратить внимание, также на еще одну форму интеграции науки, бизнеса и образования в Беларуси – форму кластеров, которые условно можно разделить на: образовательные и смешанные («научно-образовательные» и «производственно-образовательные») [5]. Кластер выступает здесь в роли интеграционного механизма, обеспечивающего интенсивное развитие и социальное партнерство образующих его организаций. Так же как и все интегрированные структуры кластеры создаются для увеличения ресурсной базы и упрощения доступа к новым технологиям, для увеличения внешнего и внутреннего потребительских рынков, для объединения научно-исследовательской базы и обеспечения открытости к использованию научных знаний [6]. В зависимости от формы кластера ядром кластера могут быть организации и предприятия, выпускающие конечную продукцию, или образовательные учреждения. По мнению Борздовой Т.В. особенностью кластеризации в Республике Беларусь и ее стимулирующим инструментом могут стать свободные экономические зоны, являющиеся частью территории хозяйственного комплекса региона [7]. В Беларуси усиливается внимание к созданию инновационно-промышленных кластеров. Концепция формирования и развития инновационно-промышленных кластеров в Беларуси, утвержденная 16 января 2014 года, предполагает две формы сотрудничества: простая форма – заключение между участниками кластера договора простого товарищества, и продвинутая форма – создание участниками кластера отдельного юридического лица, либо возложение функций на действующее, которое будет являться организацией кластерного развития [8].

Образовательные кластеры, предполагают сотрудничество между вузами, другими образовательными учреждениями. Ядро такого кластера – университет. По мнению российских исследователей, сотрудничество в рамках образовательного кластера предполагает научно-исследовательскую деятельность субъектов образовательной системы как по вертикали, так и по горизонтали. Преимущества создания кластера – обмен технологиями, знаниями, рост квалификации среди трудовых ресурсов, преиму-

щества агломераций и социальная инфраструктура [9, С.77].

Нельзя не остановиться на такой форме интеграции образования, государства и бизнеса как государственно-частное партнерство. Государственно-частное партнерство характеризуется как объединение усилий государства и вузов для создания благоприятного инвестиционного климата, в целях формирования спроса на инновации. Такое объединение предполагает построение механизма управления на основе равномерного распределения рисков, при котором научные исследования и разработки осуществляются на основе интеллектуального капитала вуза, инвестиционного капитала государства и государственной собственности. При этом необходимо активное использование инструментов государственного заказа и государственных закупок в качестве инструментария оказания государственной поддержки [9, С.83].

В качестве интегрированной формы организации системы образования и бизнеса следует отметить концепцию тройной спирали Г. Ицковица и Л. Лейдесдорфа «университет-предприятие-государство», которая **появилась как пересечение двух так называемых двойных спиралей: «университеты-предприятия» и «государство-университеты»** [10]. Концепция основана на трансформации, смещении и расширении приоритетов в деятельности участников объединения, и на возможности осуществления эффективных взаимных обменов функциями и результатами деятельности, а также, в рамках тройной спирали, их устойчивого воспроизводства [11]. Так, по мнению Ицковица Г., традиционная регулирующая и направляющая роль государства несколько расширяется, поскольку, создавая фонды для финансирования инновационного бизнеса, государство выполняет роль бизнеса [12]. Бизнес-структуры, осуществляя образовательные услуги и совершенствуя учебные программы, выполняют функции системы образования. Университеты, создавая инновационные компании, например, бизнес-инкубаторы, технопарки, центры предпринимательства и т.д., в целях коммерциализации знаний и увеличения внебюджетных доходов, а также осуществляя платные образовательные услуги, начинают выполнять роль бизнеса, роль предпринимательства. В модели тройной спирали достигается баланс интересов и формируется сотрудничество, которое развивается в наиболее эффективном направлении. Инковиц Г. рассматривает тройную спираль не только как сотрудничество трех институциональных форм, но и как взаимодействие трех пространств: знаний, согласия и инноваций.

Грудзинский А.О. и Бедный А.Б. в своих исследованиях трансформации современных университетов акцентируют внимание на концепции рыночно-ориентированного инновационного университета, основанного на треугольнике знаний (образование-наука-инновации). Авторы замечают, что современные тенденции в сфере инновационной деятельности ведущих стран мирового сообщества, в том числе и Болонский процесс в системе образования, обуславливают необходимость внесения изменений в систему отношений университетов с предприятиями. Эти изменения диктуются новой нетрадиционной для вузовской деятельности функцией – трансфера знаний. Инновационная деятельность таких университетов предполагает «передачу знаний, включая технологии, опыт и навыки, от университета к внешним заказчикам – предприятиям, общественным и государственным структурам, приводя к инновациям в экономике и общественной сфере» [13].

Выводы: Современное инновационное пространство характеризуется многообразием форм и структур, объединяющих в себе такие институты экономики как: государство, образование, бизнес, наука. Следует выделить такие организационные формы и объединения субъектов инновационной деятельности как: технологические платформы, кластеры, образовательные кластеры, государственно-частное партнерство, «треугольник знаний», «тройная спираль». Причины такой интеграции – трансформация, смещение и расширение приоритетов функционирования субъектов инновационной деятельности. Цель такого объединения – повышение эффективности инновационной деятельности его участников и страны в целом. Главенствующая роль во всех интеграционных структурах принадлежит университету, как ведущему звену в системе генерации и коммерциализации новейших знаний. Университеты, создавая инновационные компании, например, бизнес-инкубаторы, технопарки, центры предпринимательства и т.д., в целях коммерциализации знаний и увеличения внебюджетных доходов, а также осуществляя платные образовательные услуги (образовательное антрепренерство), начинают выполнять роль бизнеса, роль предпринимательства и трансформируются в предпринимательские университеты. В Беларуси наметился процесс изменения классической парадигмы образования. Поэтапно формируется и реализуется модель высшего образования, основанная на интеграции учреждений образования в крупные учебно-научно-производственные кластеры, в результате чего вузы постепенно начинают приобретать предпринимательскую специфику деятельности.

**Работа выполнена в рамках гранта «БРФФИ – РГНФ-2015г. № Г15Р-004 от 04.05.15*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галимулина Ф.Ф. Управление развитием технологических платформ в инновационных секторах Российской экономики. Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук, Казань, 2014. 162 с.
2. Харин А.А. Методология формирования инновационных интегрированных структур образования, науки и бизнеса: диссертация на соискание степ. доктора экон. наук: по специальности 08.00.05 ГОУВПО «Государственный университет управления». Москва, 2012. 304 с.
3. Корженевская О.Н. Специфика развития вузовского предпринимательства в условиях формирования экономики знаний. Автореферат диссертации на соискание степени канд. эк. наук, Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, 2014. 26 с.
4. Мясникович М.В. Интеграция в ЕЭП, ЕврАзЭС и СНГ: вектор перспективы // Белорусский экономический журнал. 2013. – №2. С.4–17
5. Марков А. В. Производственно-образовательные кластеры в Беларуси. Актуальные проблемы бизнес-образования: материалы XIV Междунар. науч.-практич. конф., 16–17 апр. 2015 г., Минск / Бел. гос. ун-т, Ин-т бизнеса и менеджмента технологий. Минск, 2015. С.162–167
6. Приложение 2 к стратегии привлечения прямых иностранных инвестиций в Республику Беларусь на период до 2015 года [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: www.government.by/upload/docs/fileaaec28e03042f52d.PDF (дата обращения: 28.12.2015)
7. Борздова Т.В. Инновационные кластеры в Республике Беларусь: возможности формирования. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://www.edu.by/main/departments/realestate/staff/borzdova/publications/2-22.pdf> (дата обращения: 07.02.2016)
8. Концепции формирования и развития инновационно-промышленных кластеров в Республике Беларусь, утвержденная постановлением Совета Министров РБ № 27 от 16.01.2014. [Электронный ресурс]. URL: www.ekonomist.by/news/show/11467 (дата обращения: 12.03.2016)
9. Джинждолия, А.Ф. Развитие предпринимательства в образовательной сфере в рамках государственно-частного и социального парт-

нерства в условиях экономики знаний: монография/ А.Ф. Джинджолия, И.А. Морозова, Л.С. Шаховская, М.Н. Мысин; под общ. ред. Л.С. Шаховской; ВолгГТУ. Волгоград, 2015. 160 с.

10. Ицковиц Г. ДНК инновационного развития// Экспертный сайт высшей школы экономики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.opes.ru/1335337.html> (дата обращения: 02.12.2015)

11. Тройная спираль профессора Генри Ицковица. [Электронный ресурс]. URL: <http://izvestia.ru/news/370024> (дата обращения: 17.11.2015)

12. Инковиц Г. Модель тройной спирали//Инновационная Россия №4, 2011.

13. Грудзинский А.О., Бедный А.Б. Трансфер знаний – функция инновационного университета// Высшее образование в России. 2009. №9. С.66–71

Golovchanskaya E.E.

ENTREPRENEURIAL UNIVERSITY IN MODERN ORGANIZATIONAL FORMS OF INTEGRATION OF STATES, EDUCATION AND BUSINESS

The article deals with variety of forms and structures, which unite major institutions (state, education, business, science) in the system of innovation activity of national economy. The author singles out such organizational forms and associations of innovation activity entities as: technological platforms, clusters, state-private partnerships, «triangle of knowledge», «triple spiral». Their major characteristics and peculiarities are enlisted in the article as well. Transformation of a traditional university into an entrepreneurial one is being highlighted.

Key words: *innovation activity, education, science, technological platforms, clusters, state-private partnership, triangle of knowledge.*

Головчанская Елена Эдуардовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры инновационного менеджмента, экономического факультета. Белорусский государственный университет.

Адрес: Беларусь, 220050, г. Минск, ул. К. Маркса, 31.

E-mail: golovchanskaja2011@ya.ru

*Щетинина Е.Д., д-р экон. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Кучерявенко С.А., канд. экон. наук, доц.,
Климова Т. Б., канд. экон. наук, доц.,
Коннова А.В., студент
Белгородский государственный национальный исследовательский университет*

СИСТЕМА ФАКТОРОВ И ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ КАК МЕРЫ ХАОТИЧНОСТИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ*

schetinina@inbox.ru

Турбулентность экономических процессов является одной из самых неизученных проблем, из-за которой происходят регулярные или хаотические переходы от беспорядка к порядку и обратно. В статье рассматривается классификация факторов и причин возникновения турбулентности как меры хаотичности и неопределенности развития экономики. Основными причинами возникновения турбулентности названы: перемещение финансового капитала по миру; глобальный социально-экологический кризис; ускорение глобализации экономики. В условиях повышенной турбулентности внешней среды возникает объективная необходимость выработки новых стратегий управления, учитывающих фактор неопределенности.

***Ключевые слова:** экономическая турбулентность, институциональная конкуренция, устойчивое развитие, рецессия.*

Введение. В условиях экономической турбулентности нарушается традиционная логика и привычная последовательность многих экономических процессов [2]. Турбулентность экономических процессов является одной из самых неизученных проблем, из-за которой происходят регулярные или хаотические переходы от беспорядка к порядку и обратно [1,3]. Данные обстоятельства обуславливают необходимость исследования содержания, факторов и причин, а также основных проявлений экономической турбулентности. Целью данной работы является изучение содержания, факторов и причин, а также основных проявлений экономической турбулентности.

Значительный вклад в исследовании экономической турбулентности внесли работы таких ученых, как В. Бурлачков, Г. Журавлева, Н. Манохина, О. Доброчеев, Е. Евдоченко и др., рассматривающие турбулентность на макро- и микроуровнях.

Под турбулентностью понимается особо сложная траектория движения, как национальной экономики, так и отдельной фирмы в «вихревом потоке» разнообразных перемен, в котором им приходится постоянно выживать и обеспечивать поступательное движение вперед. Турбулентность предполагает высшую точку степени нестабильности глобальной экономической системы.

Основная часть. Рассмотрим основные причины возникновения турбулентности. Турбулентность вызывают как экономические причины, так и причины неэкономического харак-

тера. Одной из причин экономического характера является *мгновенное перемещение финансового капитала по миру*, что в свою очередь изменяет поток рабочей силы, производственных материалов, энергоресурсов.

Весомой причиной возникновения турбулентности в экономике является *глобальный социально-экологический кризис*. Его проявление характеризуется увеличением объемов использования ресурсоемких технологий, загрязняющих окружающую среду и заключается в трансформации закона роста общей численности населения Земли. Несмотря на уменьшение темпов роста численности населения Земли, демографические изменения крайне неравномерно распределены по различным регионам.

Немаловажная роль в возникновении турбулентности принадлежит и происходящим *глобальным климатическим изменениям*, являющимися результатом взаимодействия природных факторов и деятельности человека.

По мнению Журавлёвой Г.П., Манохиной Н.В. [2] одной из главных причин экономической турбулентности является *ускорение глобализации экономики, что приводит к огромному и постоянно увеличивающемуся разрыву в технико-технологическом развитии стран, их национальных хозяйств*. Развитые страны уже перешли от пятого технологического уклада, основой которого являются ИК-технологии, к шестому технологическому укладу, основанному на нано-, био-, инфотехнологиях. Техногенная среда разных уровней ведет к значительной дифференциации в социально-экономическом

развитии стран. Это, в свою очередь, способствует неоднородности экономического пространства[2].

В результате этих процессов на смену более или менее равномерному (маятниковому) движению экономики от подъема к спаду и обратно приходит другое экономическое развитие. Его можно охарактеризовать как вихревое, пульсирующее, хаотичное. В условиях экономической турбулентности отмечается нарушение привычной последовательности большинства экономических процессов. Ведь, исходя из законов циклического развития, после мирового финансового кризиса, должен наступить экономический подъем. В современных условиях многие страны вступили в полосу рецессии, фактически они возвратились в предшествующую фазу развития. Это является наглядным проявлением экономической турбулентности.

В условиях повышенной турбулентности возникает объективная необходимость выработки новых стратегий управления, учитывающих факторы влияющие на возникновение турбулентности. С целью выявления и классификации факторов, влияющих на возникновение турбулентности авторами проведена попытка их систематизации (рис. 1). Среди них предложено выделять эндогенные (внутренние), экзогенные (внешние) и смешанные.

В группу эндогенных факторов входят производственные и внепроизводственные факторы. Производственные факторы включают:

1) Ресурсные. Ликвидация последствий которых способствует созданию налаженных связей с поставщиками сырья и ресурсов, что является залогом успешной работы предприятия, особенно в условиях экономической нестабильности. Кроме того, юридически правильно составленные контракты и договоры позволяют избежать резких турбулентных «скачков» в производстве.

2) Трудовые. Большую роль в условиях экономической турбулентности играет создание эффективной системы стратегического менеджмента трудовыми ресурсами. Именно управление персоналом позволяет предприятию повысить эффективность управления, заложить основы стабильного развития бизнеса, а также разработать меры противодействия экономической турбулентности. От квалификации персонала, от мотивационных стимулов напрямую зависит устойчивость предприятия в условиях нестабильности и его дальнейшее динамичное развитие.

3) Технические. Производственный процесс характеризуется эффективностью использованием оборудования и технологий, квалификацией

персонала. От того, насколько современно оборудование и технологи, зависит качество выпускаемой продукции и, как следствие, конкурентоспособность предприятия. Технические факторы являются одними из важнейших внутренних факторов, влияющих на турбулентность экономики.

4) Инновационные. Использование результатов научных исследований и разработок оказывают значительное воздействие на развитие предприятия, позволяют предприятию идти в ногу со временем, совершенствуя технологии, повышая его конкурентоспособность в условиях экономической турбулентности.

Немаловажная роль в условиях турбулентности экономики принадлежит производственным факторам. К ним можно отнести:

1) Организационные. Очень важно, чтобы на предприятии была разработана система по рациональному использованию трудовых ресурсов, финансов, оборудования, предметов труда, производственных площади предприятия. В условиях турбулентности особенно важно выпускать продукцию, которая пользуется спросом населения, отвечает.

2) Структурные. Структурная устойчивость любой организации (учреждения) предполагает, что организационная структура и ее управление должны соответствовать целям и задачам деятельности и конкретному ассортименту продуктов и услуг, выполняемых функций, реализация которых позволит обеспечить достижение своей стратегии в условиях турбулентности экономики.

3) Финансовые. В условиях экономической турбулентности одним из важных факторов, влияющих на экономическое благополучие предприятия, является недопущение возникновения финансовых барьеров. Для этого, в первую очередь, необходима четкая финансовая стратегия и эффективно действующий механизм финансового менеджмента. Важным условием является наличие собственных и заемных средств, а также высокой стоимости капитала. Кроме того, немаловажным показателем является доля краткосрочных источников привлеченного капитала. В зависимости от того, как происходит планирование финансов, зависит привлечение инвестиций, пополнение оборотных средств, использование полученной прибыли и, как результат, развитие предприятия.

В целях снижения действия внутренних факторов возникновения турбулентности экономики, все перечисленные составляющие рассматриваются как объекты постоянного мониторинга. Действия по преодолению внутренней группы факторов возникновения турбулентно-

сти во многом влияют на способность предприятия преодолевать кризисы, побеждать в конкурентной борьбе, сохранять устойчивое развитие в условиях экономической нестабильности. Следовательно, предложенная классификация факторов турбулентности внутренней среды,

оказывающих значительное влияние на развитие предприятия, позволяет оценить его состояние, выявить причины его неустойчивого развития и определить на их основе верный курс стратегического управления.

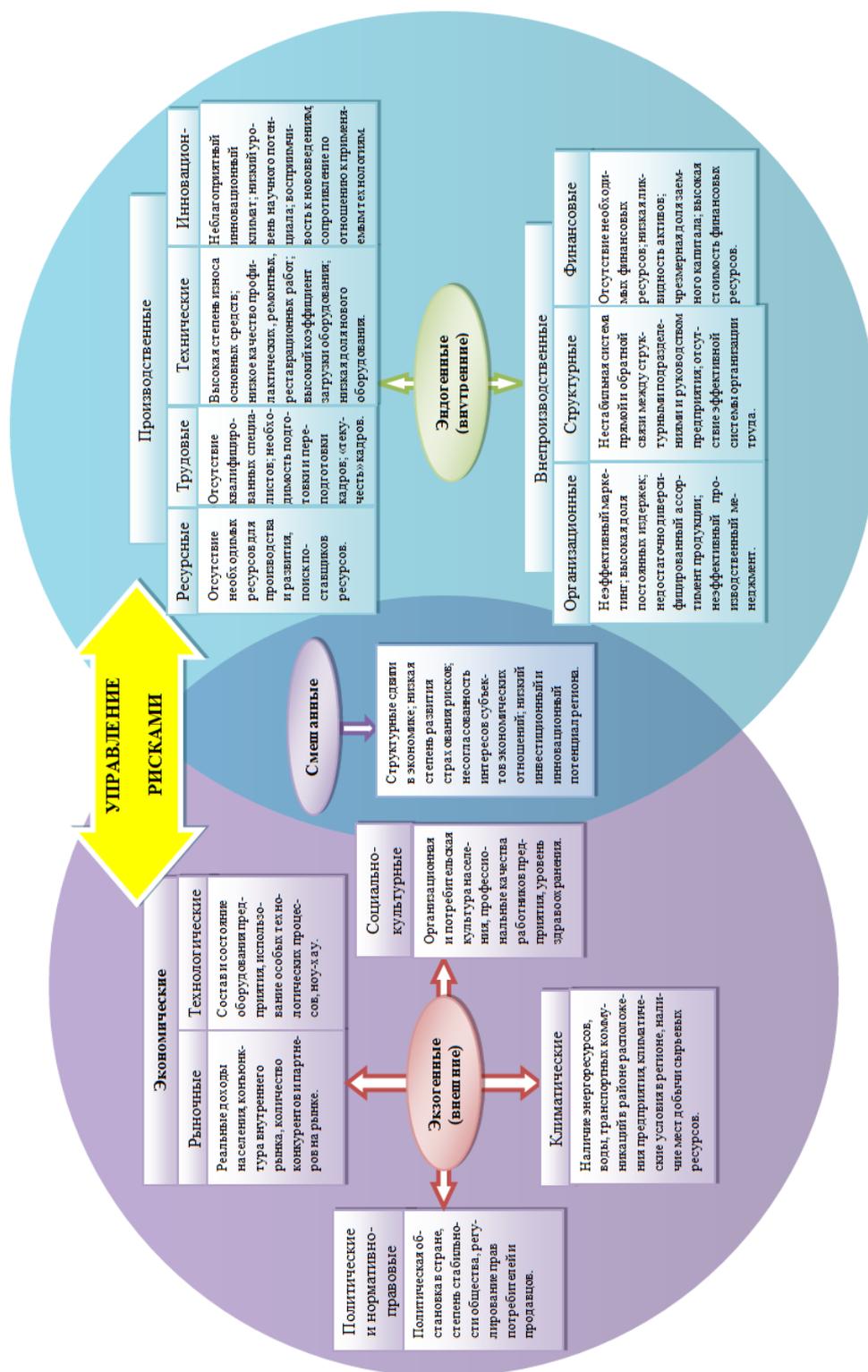


Рис. 1. Классификация факторов экономической турбулентности

В группу экзогенных факторов входят экономические, политические и нормативно-правовые, климатические и социально-культурные факторы. Экономические факторы включают в себя:

1) Рыночные, которые главным образом, воздействуют на развитие предприятия через конъюнктуру внутреннего рынка, характеризующуюся уровнем спроса и предложения, ценами, объемами продаж, движением процентных ставок, валютного курса, заработной платы, динамикой производства и потребления. Так же в этот блок факторов входят реальные доходы населения, что отражает их покупательскую способность и как следствие интерес к продукции компании.

2) Технологические. От состояния и состава оборудования предприятия зависят объем выпуска и качество продукции, что может положительно или отрицательно воздействовать на конкурентные преимущества организации. Использование особых технологических процессов в ходе производства позволяет организации сократить издержки производства, а использование ноу-хау заметно сокращает производственный цикл и способствует производству продукции с более высокими технико-экономическими показателями.

3) Политические и нормативно-правовые факторы играют важную роль, определяя политическую обстановку и степень стабильности общества. При неустойчивой политической ситуации в стране покупатель будет ограничивать свои потребности и приобретать только товары первой необходимости, а потенциальные инвесторы будут минимизировать поток инвестиций в компании.

4) Климатические факторы оказывают непосредственное влияние на развитии предприятия. Удобное расположение организации и благоприятные климатические условия положительно сказываются на объемах выпуска продукции, степени интенсификации производства, видах применяемых технологических процессов. Наличие энергоресурсов в месте расположения организации позволяет снизить издержки производства, а налаженная транспортная коммуникация - транспортные издержки.

5) Социально-культурные факторы включают в себя систему мер по охране здоровья на предприятии, корпоративную культуру работников, профессиональные качества сотрудников, организационную и потребительскую культуру населения. От правильной организации системы мер по здравоохранению зависят не только физическое состояние рабочего персонала, но и уровень производственной активности, что

сказывается в целом уровне мотивации сотрудников. От профессиональных качеств работников зависит степень интенсификации производства. То есть чем больше в организации высококвалифицированных специалистов, тем более наукоемким и технологичным будет производство, и как следствие меньшее количество трудовых ресурсов будет задействовано.

Немаловажную роль играют смешанные факторы турбулентности, к которым, прежде всего, относится низкий уровень экономического потенциала региона. Кроме того, в условиях турбулентности экономики могут возникать разногласия между участниками экономических процессов. Как следствие возникающих негативных процессов, возможны серьезные структурные сдвиги в экономике.

Турбулентность в экономике и наступающий в ее процессе хаос влекут за собой два основных последствия:

1) определяются слабые стороны, нуждающиеся в защите;

2) проявляются новые возможности, которыми надо суметь воспользоваться.

К большому сожалению, подавляющее большинство компаний во всем мире или плохо подготовлены, или вообще не готовы к тому, чтобы добиваться успеха в условиях продолжительной и непредсказуемой турбулентности. Ведь турбулентность зачастую невозможно спрогнозировать. В таком случае в плохо подготовленных компаниях, неспособных быстро пересмотреть свои направления деятельности, обязательно возникнет хаос, а все уязвимые места окажутся незащищенными. Как следствие, в таких компаниях наступает банкротство.

Новые возможности возникают в случае, если бизнес способен предпринимать четкие и своевременные действия, мобилизовать свою организационную структуру, чтобы успешно противостоять турбулентности и хаосу [5]. Такой подход позволит принять на вооружение наиболее современные методы обнаружения турбулентности, а также выработать внутри организаций модели поведения на случай ее неожиданного возникновения (рис.2). Только так можно достичь успеха в сложившихся экономических условиях [4].

Принципиально новыми сегодня становятся правила игры в глобальном экономическом пространстве, которые касаются всех без исключения хозяйствующих субъектов. Они основаны на превосходстве отдельных стран над другими, социально-экономической зависимости друг от друга, таким образом старые правила игры тормозят решение глобальных экономических проблем. Мир из однополярного превращается в

многополярный, нарастают экономические противоречия между новыми центрами и внутри их (центры: США, ЕС, страны Азиатско-Тихоокеанского региона).

В новом столетии начали формироваться новые правила игры, приспособленные к усло-

виям экономической турбулентности. В нынешних условиях основной тон задают турбулентность, хаос, риск и неопределенность. Все это и образует «новую реальность», в условиях которой особенно сложно приходится предприятиям малого и среднего бизнеса.



Рис. 2. От турбулентности к успешному развитию

В условиях экономической турбулентности появился новый вид мегаконкуренции – институциональная конкуренция, как система соперничества между странами за систему правил, моделей национального развития, за лидирующие позиции в их установлении и расширении зоны действия. Становится очевидным, что в условиях мегаконкуренции одни страны добиваются больших результатов и устанавливают свои правила игры, могут диктовать условия другим странам, а другие страны, в свою очередь, демонстрируют лучшие результаты при разработанных ими для своего национального хозяйства институтах. Поэтому в условиях экономической турбулентности весьма сложно выработать общие правила игры, на которые бы ориентировались все страны или большинство из них.

При возникновении экономической турбулентности национальные государства сталкиваются с тем, что в среду их обитания интенсивно проникают мощные транснациональные корпорации, международные организации в лице Международного валютного фонда, Всемирного банка, Всемирной торговой организации, межгосударственных объединений и межгосударственных структур (Европейский комитет, Европейский банк), которые во многом определяют конкретные действия государства в различных сферах и секторах макроэкономики [2]. Происходит обесценение человеческого и социального капитала, потому что сдерживание турбулентности требует все больше ресурсов (для замораживания вооруженных конфликтов, борьбы с терроризмом, обеспечения гуманитарной помощью беженцев и вынужденных переселенцев и т.д.). Поэтому не только фирмы, но и отдельные государства (например, Греция) становятся банкротами.

Исследование экономической природы позволяет установить, что эпоху турбулентности даже тем компаниям, которые успешно преодолели экономические спады в прошлом, потребуются скорректировать стратегии своего поведения, чтобы устоять под натиском рисков и неопределенности. Вызовы экономической турбулентности очевидны, но, к сожалению, не так просты ответы на них [3].

По данной проблеме ученые высказывают различные мнения. По мнению Джона А. Каслионе, эксперта по глобальным стратегиям управления, обладающего опытом реализации глобальных бизнес-стратегий в 88 странах мира на шести континентах, основателя, президента и генерального директора компании GCS BusinessCapital LLC, оказывающей консультационные услуги в области международных слияний и поглощений крупных и средних компаний, «для существования в «новой реальности» консервативные стратегии уклонения от рисков больше не годятся. Нужен осторожный, сигнализирующий об опасности подход, способный защитить государство и бизнес-сообщество от разрушительного воздействия турбулентности – и в той же мере обеспечить достижение их интересов» [4].

Джоном А. Каслионе разработан подход «Хаотикс», разновидностью которого является система Хаотикс-управления (TheChaoticsManagementSystem), включающая в себя стратегическое управление с учетом фактора неопределенности (ChaoticsStrategicManagement) и рыночного поведения (MarketBehaviors) [4].

Хаотикс-подход может рассматриваться в качестве меры профилактики риска и неопределенности, поскольку не позволит таким чувствам, как самоуверенность и жадность, взять верх над благоразумием в деловых отношениях

и в момент подготовки организации к работе в условиях турбулентности, и в разгар хаоса, который может возникнуть в будущем. Помимо повседневных задач, связанных с чрезвычайно конкурентными условиями ведения дел, а также сложностей, обусловленных бизнес-циклом, руководителям необходимо следить за потоком разнонаправленных рыночных сигналов, чтобы должным образом организовать бизнес-планирование [4].

Выводы. Таким образом, необходимо отметить, что в целях обеспечения устойчивого развития бизнеса в условиях турбулентности целесообразно проводить целый ряд мероприятий:

- разработать систему заблаговременного предупреждения;
- построить и выбрать ключевые сценарии и стратегии;
- внедрить систему стратегического поведения, в основе которой лежит система управления, учитывающая фактор неустойчивости;
- произвести выравнивание или кардинальное изменение структуры организации;
- произвести сокращение периодов стратегического планирования и исполнения сценариев.

Использование данного подхода позволит выявлять предпосылки возникновения турбулентности; осуществлять управление рисками в условиях неопределенности; достичь конечной цели – обеспечения устойчивого развития бизнеса.

**Статья выполнена в рамках Гранта Президента МК-4882.2016.6 «Моделирование системы риск-менеджмента малого и среднего бизнеса в условиях повышенной турбулентности внешней среды»*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дюжкова О. М. Государственная экономическая политика России в условиях модернизации: диссертация на праве рук. канд. экон. наук: 08.00.01/ Дюжкова Ольга Михайловна. Самара, 2015. С. 42.
2. Журавлёва Г.П. Новые правила игры в условиях экономической турбулентности // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2013. №3. С. 23-28.
3. Кормановская И.Р. Устойчивость развития региональных социально-экономических систем в условиях турбулентности/ Проблемы современной экономики. 2015. №4(56). С. 189–192.
4. Джон А. Каслионе .Турбулентность – новый цикл развития мировой экономики [Элек-

тронный ресурс]. URL: <https://docviewer.yandex.ru>. (дата обращения: 16.03.2016)

5. Хлыстова О. В. Концептуальные основы стратегического управления предпринимательскими структурами в условиях турбулентности // Российское предпринимательство. 2011. № 3 Вып. 1(179). С. 34-38.

6. Носова С.С., Абдулов Р.Э., Медведева Ю.М. Турбулентность в системе корпоративных структур как фактор снижения их конкурентоспособности // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2015. Т.5. № 4 (26). С. 166–169.

7. Малышева Д.Б. Ближневосточная турбулентность // Мировая экономика и международные отношения. 2015. № 10 . С. 113–118.

8. Дагаев А.А. Посткризисная турбулентность в условиях финансовой интеграции. // В сборнике: Модернизация и инновационное развитие экономических систем коллективная монография. Под редакцией В.М. Матюшка. Москва, 2014. С. 193–210.

9. Киюцевская А., Трунин П. Турбулентность на мировых финансовых рынках: причины и риски // Экономическое развитие России. 2015. Т. 22. № 10 . С. 28–32.

10. Беляев М.К. Мировая экономическая турбулентность: проблема или шанс? // Банковское дело. 2014. № 12 . С. 56–59.

11. Амиров В.Б. Австралия: устойчивость экономики и политическая турбулентность В сборнике: год планеты: экономика, политика, безопасность. ИМЭМО РАН. Москва, 2011. С. 260-269.

12. Бурлачков В. Турбулентность экономических процессов: теоретические аспекты. // Вопросы экономики. 2009. № 11. С. 90–97.

13. Куликова Н.Н. Концептуальные положения стратегического анализа в условиях турбулентности экономического развития // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития», 2011. С. 62–64.

14. Макарова Н. Н., Шохнех А. В. Турбулентный подход к системе обеспечения экономической безопасности экономических субъектов // Аудит и финансовый анализ. 2012. №6. С. 397–400.

15. Яницкий О. Н. «Турбулентные времена» как проблема общества риска // Общественные науки и современность. 2011. № 6. С. 155–164.

Shchetinina E. D., Kucheryavenko S.A., Klimova T.B., Konnova A.V.

SYSTEM FACTORS AND CAUSES OF TURBULENCE AS A MEASURE OF RANDOMNESS AND UNCERTAINTY OF DEVELOPMENT OF ECONOMY

Turbulence of economic processes is one of the most unexplored issues, for which there are regular or chaotic transitions from a disorder to an order and back. The article deals with the classification of the factors and causes of turbulence as a measure of randomness and uncertainty of economic development. The main causes of turbulence are called: movement of the financial capital on the world; global social-and-ecological crisis; acceleration of globalization of economy. In the conditions of the increased turbulence of external environment there is an objective need of elaboration of the new strategy of management considering an uncertainty factor.

Key words: *economic turbulence, institutional competition, sustainable development, the recession.*

Щетинина Екатерина Даниловна, доктор экономических наук, проф., зав. кафедрой маркетинга
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: schetinina@inbox.ru

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент
Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 308012, Белгород, ул. Победы д. 85
E-mail: kucheryavenko_s@bsu.edu.ru

Климова Татьяна Брониславовна, кандидат экономических наук, доцент
Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 308012, Белгород, ул. Победы д. 85

Коннова Анна Владимировна, студент
Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 308012, Белгород, ул. Победы д. 85

*Шилькова В.В., канд. экон. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

ОЦЕНКА ИНСТИТУЦИАЛИЗАЦИИ НЕКОММЕРЧЕСКОГО СЕКТОРА В ЦЕЛЕВОМ ФОРМАТЕ СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА

verashilkova@mail.ru

В статье проанализированы современные процессы институционализации в некоммерческом секторе отечественной экономики и дана их оценка в целевом формате социального капитала. Уточнена содержательная трактовка социального капитала и определена среда его максимальной концентрации. В контексте развития межсекторного партнерства и дифференцированного подхода в оказании государственной поддержки некоммерческим организациям, обоснован тезис о необходимости введения дополнительных критериев в последующих институциональных преобразованиях в некоммерческом секторе. Сформулированы предложения и определены основные направления этих преобразований.

Ключевые слова: *социальный капитал, некоммерческие организации, социально-ориентированные некоммерческие организации, межсекторное социальное партнерство.*

В определении перспектив развития российской экономики в современном научном обществе все отчетливее можно проследить отказ от неолиберальных доктрин и признание за государством роли ведущего актора инновационных преобразований, которому вменяется инициирование, регулирование и соучастие в инновационных процессах во всех сферах общественной жизнедеятельности [1, 2, 3]. Это выдвигает в число актуальных теоретико – практических задач поиск технологий повышения эффективности государственного управления. В контексте данной проблематики в последние годы большую популярность приобрела идея развития технологий межсекторного партнерства, которая основывается на выделении трех основных секторов экономики – государственного, коммерческого и некоммерческого, и концентрируется преимущественно вокруг государственно – частного партнерства [4, 5]. При этом, на наш взгляд, явно остается незамеченным и недооцененным потенциал другого межсекторного партнерства – государственно – некоммерческого. Между тем, некоммерческие организации обладают целым рядом специфических конкурентных преимуществ перед коммерческими [6], а их партнерство с государством может стать не только достойным дополнением, но и, в отдельных сферах и видах деятельности, достойной альтернативой государственно - частному партнерству.

Одну из основных причин такого невнимания к некоммерческому сектору экономики мы усматриваем в несовершенстве критериев, выбранных для институционального оформления некоммерческого сектора. Существующее сегодня игнорирование формы собственности и характера оказываемых услуг (рыночного / нерыночного) в процессах институционального оформления организаций в некоммерческом

секторе России, делает по сути невозможным определение эффективных участников для государственно - некоммерческого партнерства со стороны некоммерческого сектора.

Субъектами государственно - некоммерческого партнерства со стороны некоммерческого сектора, по нашему мнению, должна быть не всякая (не каждая) некоммерческая структура, а исключительно негосударственные (неправительственные) некоммерческие организации (ННКО), оказывающие нерыночные услуги. В трактовке нерыночных услуг, мы придерживаемся методологии отраслевого статистического Классификатора институциональных единиц по секторам экономики (КИЕС), в котором отмечено, что нерыночные товары, услуги – это реализуемые бесплатно или по ценам, не имеющим экономического значения и не оказывающим значительного влияния на спрос [7]. Другими словами, нерыночными товарами и услугами можно считать те, которые оказываются безвозмездно или реализуются за частичную оплату, не возмещающую в полном объеме затраты на эти услуги.

Определяя негосударственные некоммерческие организации, оказывающие нерыночные услуги в качестве институциональной стороны межсекторного партнерства, мы опираемся на тот аргумент, что именно этот сегмент некоммерческого сектора является местом максимальной концентрации социального капитала, который, по нашему мнению, определяет и высокую социальную эффективность деятельности таких НКО и конкурентные преимущества формы межсекторного партнерства с участием этих некоммерческих организаций.

При всем многообразии и разнообразии трактовок социального капитала, которые сегодня присутствуют в научных публикациях, мы выделяем широкую и узкую его трактовки. Для

широкой трактовки социального капитала, основоположником которой мы считаем Дж. Коулмана [8], свойственна привязка социального капитала к любым социальным сетям, и, следовательно, позиционирование любых организаций в качестве носителей социального капитала и среды его формирования. Однако, при таком подходе, вполне возможно получение «асоциального эффекта» в процессе деятельности реализации социального капитала. И, выражаясь образно, за подобными примерами «не нужно далеко ходить». Ими изобилует экономика, демонстрирующая массовые явления коррупции, которая, как правило, базируется на использовании социальных связей и которая всегда оценивается как асоциальный феномен, препятствующий гармоничному, устойчивому развитию не только экономики, но и социума в целом. В современных научных исследованиях есть много других примеров «антисоциальных проявлений социального капитала» в обществе.

В узкой трактовке социального капитала, основоположником которой мы считаем Р. Патнэма, социальный капитал связывается с форматом не всех социальных связей и отношений, а только тех, которые можно связать с «сетями гражданских обязательств» [9]. Такие социальные сети преимущественно свойственны институтам «гражданского общества», авангардом среди которых выступают неправительственные некоммерческие организации с нерыночным характером деятельности и/или услуг. Характер отношений и связей в сетях «гражданского общества» имеет существенные качественные отличия от всех прочих социальных сетей. Эти отличия состоят в особой поведенческой модели людей, которая строится на принципах гражданской солидарности и сопричастности; человеческой взаимопомощи и поддержке, гуманности и всего того, что принято в русской культуре называть «бескорыстным соучастием». В обобщенном виде эти принципы поведения можно обозначить как особую поведенческую модель и назвать ее «поведением гражданского достоинства». Именно эту поведенческую модель, на наш взгляд, можно признать в качестве формата социальных связей, формирующих социальный капитал в узкой трактовке, и именно эта поведенческая модель реализуется в сетях взаимоотношений в негосударственных некоммерческих организациях с нерыночным характером деятельности.

Поведенческая модель «гражданского достоинства» не предполагает экономического рационализма и эгоизма в качестве мотивирующих доминант деятельности поведения людей, а значит, она исключает «асоциальный эффект» от

реализации социального капитала, формирующегося в таких социальных сетях. К достоинствам социального капитала в узкой трактовке, следует причислить его неограниченность и многовекторность влияния на современный социум [10], а также то обстоятельство, что основным бенефициаром от реализации социального капитала, являются не только отдельные индивиды и/или группы, извлекающие выгоду от особым образом организованных социальных связей, а все общество в целом. Эти черты социального капитала позволяют нам выделить его в оценочный формат при анализе институциональных преобразований в некоммерческом секторе российской экономики.

Вышеобозначенному формату социального капитала, на наш взгляд, соответствуют только негосударственные некоммерческие организации с нерыночным характером деятельности, которые, к сожалению, до настоящего времени институционально не оформлены, что осложняет процесс их выделения из общей массы институциональных единиц некоммерческого сектора России.

В действующем российском законодательстве долгие годы применялся лишь единственный критерий для институционального оформления некоммерческих организаций – бесприбыльность основной цели деятельности. Сравнительно недавно, в правовое поле регулирования некоммерческого сектора введен новый институциональный статус «социально ориентированных некоммерческих организаций» (СОНКО) и обозначен конкретный перечень видов деятельности некоммерческих структур, дающих право на получение этого статуса [11].

Однако, данные институциональные преобразования, на наш взгляд, только усложняют общую институциональную картину некоммерческого сектора и не формируют четких институциональных границ для выделения эффективного партнера в межсекторном взаимодействии государства с некоммерческим сектором экономики.

Рассмотрим более подробно применяемые сегодня в некоммерческом секторе критерии институционализации. Что касается критерия бесприбыльности цели для некоммерческих организаций, то он не является исчерпывающим для институционального оформления некоммерческих структур, поскольку действующее законодательство РФ разрешает НКО осуществлять предпринимательскую деятельность, а, следовательно, разрешает получать прибыль, только с определенными ограничениями (коммерческая деятельность не должна быть основной для некоммерческих организаций, а прибыль не долж-

на распределяться между участниками организации). Между тем, в российском законодательстве отсутствуют четкие признаки разграничения основной и не основной деятельности для некоммерческих организаций. Это настолько размывает критерий бесприбыльности, что на практике приводит к массовым злоупотреблениям статусом НКО для уклонения от уплаты налогов, нивелирует различия между ними и коммерческими структурами, и в дополнение к этому, дискредитирует некоммерческие организации в общественном сознании.

Понимание важности институционального оформления некоммерческих организаций и поиск дополнительных критериев этого оформления, в последние годы привели к законодательной конкретизации целей деятельности некоммерческих организаций и введение новой институциональной единицы в некоммерческом секторе в виде «социально ориентированных некоммерческих организаций». По поводу конкретизации перечня целей НКО, в ст. 2. ФЗ РФ «О некоммерческих организациях» записано, что «некоммерческие организации могут создаваться для достижения социальных, благотворительных, культурных, образовательных, научных и управленческих целей, в целях охраны здоровья граждан, развития физической культуры и спорта, удовлетворения духовных и иных нематериальных потребностей граждан, защиты прав, законных интересов граждан и организаций, разрешения споров и конфликтов, оказания юридической помощи, а также в иных целях, направленных на достижение общественных благ» [12].

Статус социально ориентированных некоммерческих организаций (СОНКО), введенный в 2010 году, предполагает, что «социально ориентированными некоммерческими организациями» могут быть НКО, созданные в формах предусмотренных Федеральным законом «О некоммерческих организациях» (за исключением государственных корпораций, государственных компаний, общественных объединений, являющихся политическими партиями) и осуществляющие деятельность, направленную на решение социальных проблем и развитие гражданского общества в Российской Федерации [12, п.2, пп. 2.1].

Одновременно с этим, действующее законодательство о некоммерческих организациях предоставляет право каждому субъекту Российской Федерации и муниципальному образованию устанавливать наряду с обозначенным перечнем, дополнительные виды деятельности, направленные на решение социальных проблем и развитие гражданского общества в Российской

Федерации, для того, чтобы присвоить тем или иным некоммерческим организациям статус социально ориентированных. Все это делает возможным подвести под статус социально ориентированной НКО практически все некоммерческие организации (с учетом конкретных исключений по организационно-правовым формам, указанным выше в пп.2.1).

С учетом вышеизложенного, можно констатировать, что, как и в случае с критерием бесприбыльности цели, законодательная конкретизация целей деятельности НКО и введение институциональной единицы в виде «социально ориентированных некоммерческих организаций», не привнесло четких критериев в институциональное оформление и системную упорядоченность некоммерческого сектора. По прежнему сохраняющееся игнорирование формы собственности и нерыночного характера деятельности в составе критериев дифференциации НКО, на наш взгляд, не исключает возможностей асоциальных форм реализации социального капитала и в «социально ориентированных НКО». Негативный потенциал такой опасности дополнительно усиливается тем, что получение статуса «социально ориентированной» НКО имеет финансовый аспект, поскольку законом предусмотрено право СОНКО на получение бюджетных финансовых средств для ведения своей деятельности [13], а органам государственной власти и органам местного самоуправления законодательно разрешено оказывать не только финансовую поддержку, но и имущественную и иную помощь социально ориентированным некоммерческим организациям за счет бюджетных ассигнований [14, ст. 26.3].

Согласно официальным данным, только из Федерального бюджета на поддержку некоммерческих организаций, реализующих социально-значимые проекты, в 2014 году были выделены субсидии в размере 2698,0 млн. руб. [15]; в 2015 году – в размере 4228,2 млн. руб. [16]; в 2016 году – 4589,9 млн. руб. [17]. А в целом за три года, суммарный объем государственной бюджетной финансовой поддержки таких НКО превысил сумму в 11,5 млрд. руб.

Вся логика проведенного анализа институциональных преобразований в некоммерческом секторе, приводит к выводу о том, что сегодня именно социально ориентированные НКО, определены самим государством в качестве возможного партнера в решении социально значимых проблем в формате государственно-некоммерческого партнерства. Однако, считаем, что этот выбор сделан государством преждевременно и институциональное оформление некоммерческого сектора следует продолжить на

основе дополнительных критериев – формы собственности и характера деятельности (характера оказываемых услуг). В подтверждение этого, обратим внимание на ту многоступенчатую конкретизацию целевого получателя вышеназванных финансовых средств, которая указана в названии ежегодных распоряжений Президента РФ. Адресат-получатель бюджетных финансовых средств определен как «некоммерческие неправительственные организации, участвующие в развитии институтов гражданского общества, реализующие социально-значимые проекты и проекты в сфере защиты прав и свобод человека и гражданина» [15, 16, 17]. Мы усматриваем в этой адресности подтверждение того, что государство само испытывает потребность в более четкой институциональной оформленности НКО и выделении в их составе субъектов-партнеров для государственно-некоммерческого партнерства именно с учетом формы собственности и характера деятельности.

Введение предлагаемых дополнительных критериев в институциональное оформление некоммерческого сектора имеет серьезное смысловое обоснование именно в контексте формата социального капитала. Форма собственности и нерыночный характер труда формируют целый ряд особенностей создания, функционирования и участия некоммерческих организаций в социально-экономическом развитии общества. Эти особенности связаны с иными источниками финансирования их деятельности (благотворительные и спонсорские добровольные взносы, гранты, пожертвования), и иными условиями труда (применение добровольного, бесплатного труда волонтеров), которые соединяясь с бесприбыльной, социально значимой целью, определяют особые мотивирующие принципы работы членов негосударственных некоммерческих организаций (оказывающих нерыночные услуги), а следовательно определяют и иное качество социальных сетей, как внутренних так и внешних. Именно эти особенности формируют «модель поведения гражданского достоинства» у участников данных НКО, что в контексте теории социального капитала позволяет только их причислить к «сетям гражданского общества», а следовательно к среде созидания и максимальной концентрации социального капитала.

Создание негосударственных некоммерческих организаций происходит в большинстве случаев «по инициативе снизу», то есть от самих граждан общества. Оно, как правило, вызвано добровольным стремлением наиболее инициативных членов общества, движимых гражданским самосознанием, внести свой посильный

вклад в решение социально-экономических задач и проблем, стоящих перед гражданским обществом. Негарантированный, нестабильный источник их финансирования, нерыночный и волонтерский характер труда членов неправительственных НКО, открытость их деятельности и общественный контроль создают ту систему общественных взаимоотношений, которая предполагает разнообразные формы взаимопомощи и сотрудничества членов общества, которая мотивирует модель «поведения гражданского достоинства» и создает позитивный социально-экономический эффект, который можно рассматривать как результат функционирования социального капитала.

В противоположность негосударственным НКО (с нерыночным характером деятельности), государственные некоммерческие организации создаются «по инициативе сверху», государством для решения задач, которыми повседневно занимаются государственные и муниципальные органы исполнительной власти. При этом, гарантированный источник финансирования деятельности государственных некоммерческих организаций, рыночный (оплачиваемый по правилам рынка труда) характер труда и, в большинстве случаев, очень комфортные условия труда, настолько трансформируют мотивирующую функцию поведения работников государственных НКО, что характерными чертами их деятельности в нашей стране уже стали всеобщий бюрократизм, многочисленные финансовые нарушения и злоупотребления в использовании бюджетных средств и т.п., что также можно причислить к асоциальным эффектам реализации социального капитала. Вряд ли к характеристике деятельности таких некоммерческих организаций можно применить «модель поведения гражданского достоинства», хотя формально они, вне всякого сомнения, призваны решать важные социально-экономические задачи и являются участниками социальных сетей, формирующих социальный капитал в широком его значении.

Большую часть названных аргументов можно применить и к характеристике негосударственных НКО с рыночным характером деятельности. Именно рыночный характер оказываемых услуг и трудовой деятельности работников, не позволяют нам причислить все негосударственные НКО к возможным партнерам государства, имеющим право на его финансовую и иную поддержку.

Аргументированно считаем, что принятие целевого формата социального капитала в будущих институциональных преобразованиях некоммерческого сектора России (предполага-

ющего учет формы собственности и характера деятельности НКО с законодательным выделением особых организационно-правовых форм для таких НКО), позволит повысить эффективность использования общенародных (бюджетных) средств в государственно-некоммерческом партнерстве и расширит возможности задействования созидательного потенциала социального капитала некоммерческого сектора страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегия инвестиционно - инновационного развития России в условиях глобальных экономических вызовов: монография // Ю.А. Дорошенко, С.Н. Глаголев, А.Я. Аркатов и др.; под ред. Ю.А. Дорошенко. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 209 с.
2. Человек в инновационной экономике: монография // Е.Н. Чижова, Л.И. Журавлева, И.А. Монастырская и др.; под ред. проф. Е.Н. Чижовой. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 393 с.
3. Чижова Е.Н., Давыденко Т.А., Кажанова Е.Ю. Человеческий капитал в инновационной экономике // Социально-гуманитарные знания. 2014. № 12. С. 111–116.
4. Низамова И.Р. Государственно - частное партнерство как фактор инновационного развития страны // Академический вестник. 2014. №4 (30). С. 45–48.
5. Соколова С.А. Государственно - частное партнерство как инструмент эффективного управления инновациями // Экономика и социум. 2014. № 3–3 (12). С. 314–318.
6. Сесявин Е.А. Понятие «некоммерческая организация», «социально-ориентированная некоммерческая организация» и «третий сектор» в России // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. 2015. № 9–2. С. 136–140.
7. Национальные счета. Методологические пояснения. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/vvp/metod.htm (дата обращения 05.04.2016).
8. Коулмен Дж. Капитал социальный и человеческий // Общественные науки и современность. 2001. № 3. С. 121–139.
9. Патнэм Р. Чтобы демократия сработала. - М., 1996. 287 с.
10. Чижова Е.Н. Взаимосвязь социального капитала, сферы услуг и качества жизни населения // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2014. №1. С.131–142.
11. ФЗ от 05.04.2010 №40-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросу поддержки социально ориентированных некоммерческих организаций [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=163542> / (дата обращения 10.04.2016).
12. Федеральный закон от 12.01.1996 N 7-ФЗ (ред. от 09.03.2016) "О некоммерческих организациях" [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8824/ (дата обращения 05.04.2016).
13. Постановление Правительства Российской Федерации № 713 «О предоставлении поддержки социально ориентированным некоммерческим организациям» от 23.08. 2011 (с изм. и доп.) [Электронный ресурс]. URL:<http://base.garant.ru/12189161/> (дата обращения 10.04. 2016).
14. Федеральный закон "Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации" от 06.10.1999 N 184-ФЗ (в ред. от 09.03.2016) [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=194980> (дата обращения 10.04.2016).
15. Распоряжение Президента РФ № 243-рп от 25.07.2014 г. «Об обеспечении в 2014 году государственной поддержки некоммерческих неправительственных организаций, участвующих в развитии институтов гражданского общества, реализующих социально-значимые проекты и проекты в сфере защиты прав и свобод человека и гражданина» [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=EX;dst=100001;n=593426;req=doc> (дата обращения 15.04.2016).
16. Распоряжение Президента РФ № 79-рп от 01.04.2015 г. «Об обеспечении в 2015 году государственной поддержки некоммерческих неправительственных организаций, участвующих в развитии институтов гражданского общества, реализующих социально-значимые проекты и проекты в сфере защиты прав и свобод человека и гражданина» [Электронный ресурс]. URL: <http://grants.oprf.ru/news/portal/p470/> (дата обращения 15.04. 2016).
17. Распоряжение Президента РФ № 68-рп от 05.04.2016 г. «Об обеспечении в 2016 году государственной поддержки некоммерческих неправительственных организаций, участвующих в развитии институтов гражданского общества, реализующих социально-значимые проекты и проекты в сфере защиты прав и свобод человека и гражданина» [Электронный ресурс]. URL: http://grants.oprf.ru/files/docs/prezident/rp_68_ot_05.04.2016.pdf. (дата обращения 15.04.2016).

Shilkova V.V.**THE VALUING OF THE INSTITUTIONALIZATION NONPROFIT SECTOR IN THE TARGET FORMAT OF SOCIAL CAPITAL**

The article analyzes the modern processes of institutionalization in the non-profit sector of the domestic economy and gives the valuing in the target format of social capital. It is focused on the informative interpretation of social capital and defines the area of its maximum concentration. In the context of the development of cross-sector partnerships and different approach in providing the state support to non-profit organizations is founded the thesis concerning the necessity to introduce additional criterions in the subsequent institutional transformations in the non-profit sector. Some proposals and main key issues for transformations are determined.

Key words: *social capital, a non-profit organization, socially-oriented non-profit organization, intersectoral social partnership.*

Шилькова Вера Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры теории и методологии науки.

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

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

E-mail: verashilkova@mail.ru

*Даниленко Е.П., доц.,
Щербакова М.И., магистрант,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

«ВТОРАЯ ЖИЗНЬ» МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

m.shcherbakova-94@mail.ru

В статье рассматривается выбор вариантов наиболее эффективного использования пустующего муниципального объекта недвижимости с последующим проведением его капитального ремонта. Обоснование выбора осуществляется путем комплексного анализа альтернативных вариантов использования муниципальной собственности и расчета затрат на восстановление исследуемого здания. Восстановительная стоимость муниципального здания определяется на основе вычисленно-го физического износа всех его конструктивных элементов.

Ключевые слова: наиболее эффективное использование, муниципальная собственность, физический износ, восстановительная стоимость, земельный участок, объект недвижимости.

Перед муниципальными властями всегда стояла задача грамотной эксплуатации земельного фонда и объектов недвижимости на территории конкретного муниципального образования. Повышение доходности муниципальной недвижимости является одним из основных показателей умелого управления и наиболее эффективного использования объектов муниципальной собственности, способствующих общей инвестиционной привлекательности муниципального образования [1].

Введение. В настоящее время на территориях практически всех населенных пунктов имеются объекты капитального строительства, которые были построены муниципалитетами для конкретных целей использования (например, клубы, детские сады, другие муниципальные здания), но по различным причинам (экономическим, демографическим, социальным) функционирование этих объектов прекратилось. Как следствие, какой-либо пользы населению такие объекты не приносят, а расходы муниципалитета на содержание такой недвижимости растут.

Методология. Учитывая практически повсеместный дефицит бюджета муниципальных образований, содержание муниципального имущества, не приносящего доход, ложится тяжким бременем на органы местного самоуправления. В условиях ограниченных финансовых ресурсов целесообразно прибегнуть к капитальному ремонту или, в отдельных случаях, реконструкции неиспользуемых объектов недвижимости, которые имеет ряд преимуществ перед новым строительством, обеспечивая существенную экономию ресурсов [2].

В первую очередь, необходимо провести комплексную оценку факторов и условий, определяющих выбор функционального назначения объекта, подлежащего ремонту, оценить их влияние на финансовый результат реализации про-

екта и только после этого выбирать привлекательный вариант для инвестирования.

Основная часть. В работе предлагается рассмотреть варианты наиболее эффективного использования пустующего муниципального объекта недвижимости с проведением его капитального ремонта. Обоснование выбора осуществляется среди разумных, возможных, законных и наиболее рентабельных альтернативных вариантов его использования [3].

В качестве объекта исследования выбрано неиспользуемое здание бывшего Дома культуры с кадастровым номером 31:13:1101015:535, расположенное по адресу: Белгородская область, Грайворонский район, село Головчино, ул. Центральная, 8 [6].

Головчинское сельское поселение является одним из наиболее развитых населенных пунктов в Грайворонском районе и входит в тройку лидеров как по площади, так и по численности населения. По данным администрации Грайворонского района, на 1 января 2016 года численность местного населения составила 6284 человек, площадь территории поселения – 8700,12 га [4]. В сельском поселении успешно функционируют промышленные и сельскохозяйственные предприятия, имеется несколько образовательных, лечебных, религиозных и культурно-просветительских учреждений, а также множество организаций социально-бытового обслуживания и объектов розничной торговли. Данный населенный пункт обладает богатым земельным фондом с достаточно развитым рынком недвижимости. В настоящее время Головчинское сельское поселение является одним из самых перспективных и привлекательных территорий Грайворонского района, которое активно застраивается новыми объектами недвижимости и имеет достаточное количество пригодных к застройке земельных участков.

На начальном этапе выбора наиболее эффективного варианта использования объекта

составлен полный перечень функций, возможных к осуществлению на выбранном земельном участке.

Территорию расположения исследуемого объекта можно охарактеризовать как зону преимущественно общественно-деловой застройки с развитой социальной инфраструктурой. Согласно градостроительному зонированию территории Головчинского сельского поселения [5], здание находится в функциональной зоне Ж, которая предназначена для застройки индивидуальными жилыми домами, размещения объектов социального и культурно-бытового обслуживания населения, преимущественно местного значения, и иных объектов согласно градостроительным регламентам.

Исходя из видов разрешенного использования для данной функциональной зоны, необходимо определить потребности населения в строительстве объектов, разрешенных градостроительной документацией. В качестве варианта оценки целесообразно использовать современные градостроительные нормативы радиусов обслуживания населения учреждениями и предприятиями, размещенными в жилой застройке.

На территории, ограниченной нормативным значением радиуса доступности от рассматриваемого участка, имеется достаточное количество объектов социально-бытового обслуживания: банк, аптека, ателье, парикмахерская и несколько продовольственных магазинов. Также исследуемая функциональная зона в полной мере снабжена образовательными учреждениями, такими как начальная школа, детский сад и физкультурно-оздоровительный комплекс. Неподалеку располагается здание, остро нуждающееся в реконструкции, в котором располагаются почтовое отделение и общежитие.

На момент обследования само рассматриваемое здание и прилегающий к нему земельный участок находятся в муниципальной собственности. Площадь здания составляет 1335 кв. м, строительный объем – 12 0315 куб. м, площадь земельного участка – 3411 кв. м. Кадастровая стоимость земельного участка составляет 116 212,77 руб. [6]. Здание является двухэтажным с наличием чердачных и подвальных помещений и имеет сложную форму в плане. Здание было построено в 1972 г. Конфигурация земельного участка прямоугольная, что не ограничивает вариантов его использования. Объект располагается в шаговой доступности от сельского центра. Участок примыкает к красным линиям территорий общего пользования с хорошей транспортной и пешеходной доступностью. Уровень интенсивности транспортных и пешеходных потоков в близости от объекта

оценки средний. Здание обеспечено всеми необходимыми элементами инженерной инфраструктуры (водоснабжением, электричеством, канализацией и отоплением).

Ранее объект представлял собой успешно функционирующее здание Дома культуры. С 2010 г. здание было переквалифицировано в общежитие для рабочих ЗАО «Сахарный комбинат «Большевик». В настоящий момент здание не используется по прямому функциональному назначению, а используется под склад. За последние годы строение заметно обветшало: наружная отделка обсыпалась, местами по стенам образовались трещины, оконные рамы и дверные заполнения начали крошиться, большинство оконных стёкол разбиты, фасады изрисованы краской. Зданию в срочном порядке требуется капитальный ремонт.

Для выбора наиболее привлекательного варианта использования объекта нами проанализированы различные варианты его использования – как торгового, офисного, производственно-складского, гостиничного, спортивно-развлекательного объекта и т.д. Выявлено, что на обследуемой территории имеется практически полный перечень необходимых объектов различного назначения, за исключением полноценных развлекательных комплексов для обеспечения досуга и отдыха местного населения.

1. Одним из наиболее целесообразных нам представляется вариант возрождения основного предназначения объекта - Дома культуры с проведением работ по капитальному ремонту здания без изменения существующего объемно-планировочного решения. Причиной тому служит недостаток заведений для культурно-массового отдыха местного населения, несмотря на то, что в центре Головчинского поселения имеется Модельный дом культуры, где проводится часть развлекательных мероприятий для жителей села. Указанное здание неспособно в полной мере обеспечить качественный досуг местного населения, учитывая свои недостаточные объемы и ограниченную функциональность. Вследствие чего, сложившаяся в последние годы ситуация стала причиной значительного оттока населения, особенно молодежи, из села в близлежащие города.

Также необходимо отметить, что в Грайворонском районе действует муниципальная программа «Развитие культуры и искусства на 2015-2020 годы» [7], которая предполагает продвижение народного творчества и культурно-досуговой деятельности на территории района. В настоящий момент в районе активно развивается данное направление, благодаря чему во многих селах уже построены новые или рекон-

струированы старые дома культуры. Объем финансирования программы за счет государственных и внебюджетных фондов составляет 625 725,00 тыс. руб. [7]. Поскольку Головчинское сельское поселение является наиболее крупным на территории Грайворонского района, полагаем целесообразным направить часть денежных средств муниципалитета на развитие культурной жизни в селе.

Кроме того, возрождение культурной жизни посредством капитального ремонта Дома культуры могло бы способствовать снижению безработицы в Головчинском поселении, которая является самой главной причиной оттока людей из села. Согласно статистике [4], 2/3 трудоспособного населения заняты в культурной жизни села. Таким образом, предоставив новые рабочие места в сфере культуры, можно было бы снизить уровень безработицы в сельском поселении.

Помимо прочего, Грайворонский район является одним из лидеров по развитию сельского туризма в Белгородской области. Развитие сельского туризма является одной из важнейших задач стратегического направления «Развитие социально-экономического потенциала территории Грайворонского района до 2030 года». Кроме того, в районе была разработана собственная концепция по развитию сельского туризма, совместно с учреждениями культуры ведется сбор информации о наличии туристского продукта в регионе. Восстановленный Дом культуры мог бы стать центром сельского туризма в Головчинском поселении, учитывая наличие большого количества туристических усадеб и многообразие памятников истории и культуры, сосредоточенных в селе Головчино.

На основании Дома культуры предполагается возможным организовать деятельность творческого коллектива, создать местный комитет по развитию сельского туризма, проводить различные культурно-массовые мероприятия для всех возрастных групп населения (концерты, дискотеки, собрания, выставки, праздники), образовать кружки по интересам, а также открыть общественные заведения (библиотека, кафе, столовые, буфеты, киоски с сувенирной продукцией).

Предложенный вариант принесет, в первую очередь, большую социальную пользу сельскому населению, организуя качественный досуг и культурное времяпровождение. Также будет обеспечена занятость жителей в сфере развития сельского туризма, повысится активность местного населения в жизни села, появится возможность значительно снизить отток молодежи. Кроме того, предполагается наличие коммерче-

ской выгоды для муниципалитета за счет организации общественных мероприятий, сдачи части помещений в аренду.

2. Вторым вариантом использования здания – организация Дома быта. В этом случае объект будет представлять собой общественное здание комплексного использования, объединяющего приёмные пункты по различным видам хозяйственно-бытового обслуживания населения и производственные мастерские.

Данный вид использования неоднократно предлагался муниципальными властями. Это основано на том, что в селе Головчино здания соцкультбыта нуждаются в серьезной реконструкции или в сносе. К примеру, достаточно устарело и начало обрушаться здание, в котором располагается почта, продовольственный магазин и общежитие. Причем, подобные объекты социального обслуживания находятся преимущественно в центральной части села, куда не все группы населения, особенно люди пожилого возраста, смогут добраться.

В этой связи муниципалитетом предлагается перепрофилирование объекта в Дом быта, который сосредоточил бы в себе множество социально значимых предприятий: почтовое отделение, отдел полиции, библиотека, салон красоты, столовая, буфет, ателье, ремонт обуви, изготовление ключей, а также другие мастерские и торговые предприятия.

Принимая во внимание достаточно большой строительный объем здания, также в нем можно организовать различные кружки по интересам и творческие секции для детей (игра на музыкальных инструментах, танцевальные классы, рисование и т.д.). Это будет способствовать организации времяпровождения детей и созданию новых рабочих мест для населения.

Функционирование здания как Дома быта принесет значительную социальную пользу: появятся новые рабочие места, откроются необходимые объекты социально-бытового обслуживания населения, организуется досуг и развитие детей школьного и дошкольного возраста, появится возможность сноса аварийных зданий и постройке на их месте новых. Коммерческая польза будет заключаться в арендной плате за помещения, предоставленных индивидуальным предпринимателям.

После выбора возможных вариантов использования объекта осуществляется проверка соответствия вариантов вероятного использования земельного участка критериям юридической допустимости, физической осуществимости, финансовой обеспеченности и максимальной продуктивности [3].

Таблица 1

Техническое состояние конструктивных элементов здания и необходимые виды ремонтных работ

№ п/п	Наименование конструктивного элемента	Описание конструктивных элементов	Техническое состояние	Удельный вес в общем объеме	Износ конструктивных элементов, %	% износа к строению	Виды ремонтных работ
1	Фундаменты	БUTOбетонные, ленточные, цоколь оштукатурен	Отдельные глубокие трещины, следы увлажнения цоколя и стен	4	30	1,20	Заделка и расшивка швов, трещин, облицовка, замена отмолок, устранение сырости
2	Стены и их наружная отделка	Кирпичные, оштукатурены	Глубокие трещины, отпадения штукатурки местами	15	22	3,30	Заделка трещин, расшивка швов, облицовка
3	Перегородки	Кирпичные	Трещины, редкие сколы	6	14	0,84	Заделка трещин
4	Столбы	Кирпичные	Трещины в кладке и штукатурке	2,4	27	0,65	Заделка выбоин и трещин
5	Перекрытия	Железобетонные	Трещины в плитах	12	12	1,44	Заделка выбоин и трещин, утепление чердачных перекрытий
6	Лестницы	Деревянные	Трещины и сколы в ступенях	5	33	1,65	Заделка трещин ступеней и площа-док, замена отдельных ступеней
7	Крыша	Рулонная	Местами разрушение верхних и нижних слоев покрытия, ржавление	5	55	2,75	Усиление элементов стропильной системы, замена рулонного ковра
8	Полы	Дощатые	Стирание досок в ходовых местах	12	22	2,64	Замена отдельных участков покрытия полов
9	Проемы: а) оконные б) дверные	Деревянные, окрашенные. Деревянные с остекленными полотнами, окрашенные	Рассохлись, покоробились и местами отсутствуют. Осели и имеют неплотный притвор.	11	56	6,16	Полная замена оконных и дверных заполнений
10	Отделка: а) внутренняя б) наружная	Простая, окраска, побелка. Окраска	Местами трещины, отслоения и вздутия. Глубокие трещины, отпадения слоев.	12	51	6,20	Штукатурка и окраска стен и потолков, полная облицовка наружных стен
11	Санитарные и электро-технические устройства: а) отопление б) водопровод в) канализация г) газоснабжение д) электро-снабжение	центральное центральная сетевой газ Скрытая проводка	Нарушение работы отдельных элементов, капельные течи, отдельные повреждения трубопроводов, следы коррозии	15,6	28	4,40	Смена отдельных участков трубопроводов, уплотнение соединений, восстановление изоляции, замена неисправных участков сетей, регулировка и наладка всех систем
Итого				100	32	31,23	

С точки зрения юридической правомерности, согласно Правилам землепользования и застройки Головчинского сельского поселения [5], а также карте градостроительного зонирования, организация предлагаемых видов использования объекта на данном участке допустима. Обременений и ограничений по имущественному статусу участка нет. Исследуемая территория не имеет историко-культурного назначения и не входит в границы существующих и планируемых к организации особо охраняемых природных территорий.

Учитывая описанные выше физические характеристики земельного участка и расположенного на нем здания, значение площади, конфигурации и расположения объекта являются достаточными для реализации предложенных вариантов застройки.

Поскольку исследуемый объект в любом случае подлежит капитальному ремонту, произведём расчёт затрат, необходимых на восстановление здания в качестве Дома культуры или Дома быта.

Для определения расходов на капитальный ремонт здания оцениваются следующие показатели:

- физический износ объекта,
- затраты на техническое обследование,
- обязательный ремонт конструктивных элементов здания.

Как правило, общий физический износ здания рассчитывается как сумма износов каждого из его конструктивных элементов [8]. Описание конструктивных элементов здания, степень их физического износа [9], а также перечень необходимых ремонтных работ [10] приведены в таблице 1.

Согласно расчетов, общий износ здания составляет 32 %.

Рассчитаем восстановительную стоимость здания в зависимости от стоимости 1 куб. м строительного объема объекта-аналога в ценах 2001 г. с переводом в стоимость на дату обследования при помощи региональных индексов:

$$BC = O \cdot UC_{2001} \cdot I_{2001-2016}, \quad (1)$$

где O - строительный объем здания в куб. м; UC_{2001} - стоимость строительства на единицу строительного объема в ценах 2001 г. [11]; $I_{2001-2016}$ - индекс удорожания стоимости строительства на дату обследования к ценам 2001 года [12].

$$BC = 12\,015 \text{ м}^3 \cdot 350 \text{ руб} \cdot 5,97 = 25\,105\,342,50 \text{ руб.}$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Труфанова С.А. Выбор эффективного

Переведём выявленный износ здания в стоимостное выражение (обесценивание) с учетом восстановительной стоимости:

$$OB = BC \cdot \frac{I}{100\%}, \quad (2)$$

Согласно формуле (2), стоимость восстановления поврежденных конструктивных элементов здания в ценах 2016 г. составит 1345 680 руб.

Затраты на техническое обследование объекта определяются на основе расценок Органов технической инвентаризации. Таким образом, с учетом стоимости нормативного часа 107 рублей при выполнении работ по технической инвентаризации для Грайворонского района [13], затраты на обследование и расчет физического износа составят 27426,24 руб.

Таким образом, общие затраты муниципалитета на приведение здания в состояние, пригодное для дальнейшей эксплуатации, ориентировочно составят 25300 тыс. рублей.

Доходы муниципалитета от сдачи в аренду недвижимости находятся в зависимости от ставки арендной платы для конкретного населенного пункта. В данном случае, стоимость аренды 1 кв. м на территории Грайворонского района колеблется в зависимости от назначения объектов и их технического состояния. Поскольку предложенные нами варианты использования муниципальной недвижимости предполагают частичную сдачу в аренду помещений здания и, в основном, социальную выгоду для населения, то рассчитать доход в рамках данного исследования не представляется возможным.

Выводы. Основная задача органов местного самоуправления - рациональное использование муниципальных земель и объектов недвижимости с целью получения максимального социального эффекта и высокой экономической эффективности. Необходимо отметить, что если муниципальные власти действительно заботятся о благополучии своего населения, то ими должны использоваться все доступные средства и способы поддержания благоприятной среды для формирования полноценного жизнеобеспечения населения. С этой целью видится необходимым проведение регулярного мониторинга муниципальной недвижимости, своевременно выполнять необходимые работы по поддержанию муниципальной собственности в надлежащем состоянии и использовать недвижимость в интересах населения с извлечением максимальной социальной и экономической эффективности.

варианта использования нежилых помещений в жилых объектах муниципальной недвижимости как источник реальных доходов // Региональная

экономика: теория и практика. 2012. № 10. С. 59-64.

2. Жариков И.С., Рязанова А.А., Волобуева Ю.И. Анализ вида реконструкции, направленного на замену функционального назначения объектов недвижимости // Вестник научных конференций. 2015. № 1-2(1). С. 51-53.

3. Правдина Е.А., Лепихина О.Ю., Кадоркина К.А. Определение наиболее эффективного варианта использования объекта недвижимости // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 5-1. С. 202-208.

4. Администрация Грайворонского района: [Электронный ресурс] // Муниципальная программа «Социально-экономическое развитие Головчинского сельского поселения на 2014-2020 годы». URL: http://graivoron.ru/nasch_rai/settlement/golovchino/

5. Администрация Грайворонского района: [Электронный ресурс] // Правила землепользования и застройки Головчинского сельского поселения. URL: http://graivoron.ru/nasch_rai/settlement/golovchino/

6. Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Белгородской области: [Электронный ресурс] // Портал услуг. Публичная кадастровая карта, 2010-2016. URL: <http://maps.rosreestr.ru/PortalOnline/>.

7. ВСН 53-86(р) Правила оценки физического износа жилых зданий [Электронный ресурс]. // Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9051553>

8. Сборник укрупненных показателей восстановительной стоимости зданий и сооружений для переоценки основных фондов учреждений и организаций, состоящих на государствен-

ном бюджете, по состоянию на 1 января 1973г. №9. [Электронный ресурс]. // УПВС. URL: http://upvs.kwinto.ru/interpr.php?link=_11151401.htm

9. ВСН 58-88(р) Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения [Электронный ресурс]. // Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/871001224>.

10. Укрупненные показатели базисной стоимости строительства по объектам-аналогам (УПВС-2001) - Санкт-Петербург, 2005 г., 320 с.

11. Письмо Минстроя России от 19.02.2016 № 4688-ХМ/05 «Об индексах изменения сметной стоимости строительно-монтажных и пусконаладочных работ, индексах изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ и иных индексах на I квартал 2016 года» [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_194321/.

12. Постановление Правительства Белгородской области от 10.08.2015 г. № 279-ПП «Об утверждении ставок стоимости нормативного часа на работы по государственному техническому учету и технической инвентаризации объектов жилищного фонда, выполняемые филиалами ГУП «Белоблтехинвентаризация» [Электронный ресурс]. // Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL:

<http://docs.cntd.ru/document/428658954>.

Danilenko E.P., Sherbakova M.I.

The article discusses the variety of options best use of an unoccupied municipal property, followed by its capital renovation. Justification of the choice made by a comprehensive analysis of the alternatives and the use of municipal property for calculating the costs of restoration of the investigated building. Recoverable amount is determined by the municipal building on the basis of the calculated physical deterioration of all its components.

Key words: *the most efficient use, municipal property, physical depreciation, replacement cost, land station, a property.*

Даниленко Елена Петровна, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46. E-mail: danilenko_ep@mail.ru

Щербакова Марина Игоревна, магистрант кафедры экспертизы и управления недвижимостью Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46. E-mail: m.shcherbakova-94@mail.ru

*Безуглый Э.А., канд. экон. наук,
Кутергин Н.Б., канд. пед. наук, доц.,
Алексеев Н.А., проф.*

*Белгородский юридический институт МВД России имени И.Д. Путилина
Ковалева Е.Г., канд. техн. наук
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА

zchs-bstu@mail.ru

Для успешного развития страны и регионов нужны новые подходы и технологии управления, основанные на последних достижениях науки и мировом опыте, что требует пересмотра подходов региональных органов государственной власти к управлению экономическим развитием регионов. Ведущей концепцией совершенствования государственного управления в России становится кластерный подход к управлению регионами.

Ключевые слова: кластер, кластерный подход, экономика региона, инновации.

Введение. В последнее время в России происходит осознание значимости кластерного подхода в решении задач модернизации и технологического развития национальной экономики и в практическом внедрении поддерживающих инновационную деятельность институциональных структур, сетевых и кластерных образований [1]. Данный интерес объясняется широкомасштабным положительным опытом кластеризации экономик многих развитых стран мира, доказавшим не в теории, а на практике эффективность использования сетевых структур в повышении конкурентоспособности экономики, как отдельных регионов, так и страны в целом [2].

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года в качестве одного из важнейших условий перехода к инновационному развитию рассматривается – создание сети территориально-производственных кластеров, реализующих конкурентный потенциал территорий [3].

Методология. Кластеры, будучи межотраслевыми образованиями, усиливают взаимосвязанность, взаимодополняемость предприятий благодаря быстрому распространению специфических для региона технологий, профессиональных навыков, информации и маркетинга [4]. Следствием сетевого взаимодействия входящих в кластер компаний является ускорение инноваций, что обеспечивает не только повышение производительности труда, но и обновление стратегических преимуществ, поддержание динамичной конкуренции.

Как показывает мировой опыт, одной из наиболее эффективных форм реализации кластерной политики является создание государственно-частных партнерств, в капитале которых могут участвовать местные власти, коммерческие партнеры, частные инвесторы, которые

заключают договора о стратегическом взаимодействии [5].

Основная часть. Формирование экономики, основанной на инновациях, обусловило необходимость выработки новых подходов организации и управления современной деятельностью. Ключевым направлением становится пространственная трансформация территории страны, важным параметром которой становится достижение конкурентоспособности российских регионов [6]. Одновременно следует отметить, что диспропорции российской экономики, существующие в настоящее время, во многом связаны с неэффективными институтами регионального развития, отсутствием стимулов и механизмов повышения конкурентоспособности региональных экономик и создания региональных точек роста.

Возникновению современных кластеров предшествовало развитие в странах с рыночной экономикой различных форм кооперации, где наиболее успешным являлось развитие сообществ малых и средних предприятий, сгруппировавшихся вокруг лидирующих крупных фирм на основе производственно-технологических, научно-технических и коммерческих связей в пределах географически ограниченных территорий [7].

Кластерные системы отличаются от обычных форм кооперации малых предприятий, среднего и крупного бизнеса следующими особенностями [8]:

- территориальной локализацией основной массы хозяйствующих субъектов-участников кластерной системы;
- устойчивостью хозяйственных связей субъектов-участников кластерной системы, доминирующим значением этих связей для большинства ее участников;
- наличием крупного предприятия-лидера, определяющего долговременную хозяйствен-

ную, инновационную и иную стратегию всей кластерной системы;

- долговременной координацией взаимодействия участников системы в рамках ее производственных программ, инновационных процессов, основных систем управления и контроля качества [10].

К числу важнейших условий формирования региональных кластеров относится, прежде всего, наличие у территории базирования конкурентных преимуществ, создающих условия для развития кластера. К их числу можно отнести [11]: доступ к сырью, выгодное географическое положение, наличие поставщиков комплектующих материалов и связанных услуг, наличие

специализированных кадровых ресурсов, наличие необходимой инфраструктуры и другие факторы. Немаловажным условием является также высокий уровень специализации региона и наличие сильных конкурентных позиций участников кластера в производстве высокотехнологичных видов продукции.

Несмотря на активную деятельность региональных властей по формированию кластерных структур, лишь относительно небольшая часть проектов развития кластеров достигла стадии практической реализации. Рассмотрим потенциальные региональные промышленные кластеры Российской Федерации (табл.1) [12].

Таблица 1

Регион	Потенциальные региональные промышленные кластеры
г. Москва и Московская область	Авиационно-космический, информационно-коммуникационный, микроэлектроники, пищевой, стройиндустрии, кожевенно-обувной, текстильный, транспортно-логистический.
г. Санкт-Петербург и Ленинградская область	Пищевой, судостроительный, автомобилестроения, фармацевтики, полимерных материалов, приборостроения, производства электробытовой техники.
Белгородская область	Пищевой, агропромышленный.
Липецкая область	Производство электробытовой техники.
Краснодарский край	Нефтепереработки, деревоперерабатывающий, транспортно-логистический.
Тамбовская область	Химический, агропромышленный.
Тверская область	Агропромышленный.

Таблица 2

Содержание этапов	Основные характеристики этапов
1. Формулирование целей и задач кластерной политики.	Основная цель кластерной политики: формирование условий повышения конкурентоспособности национальной экономики на основе стимулирования развития кластеров. Задачи кластерной политики: формирование и реализация кластерных программ; создание и развитие кластерной инфраструктуры; финансирование мер по реализации кластерной политики из федерального, регионального, местного бюджетов, внебюджетных фондов, за счет привлеченных средств под гарантии и поручительство правительства; обеспечение эффективной поддержки инвестиционных проектов, направленных на повышение конкурентоспособности участников кластера.
2. Разработка принципов кластерной политики.	Основные принципы государственной кластерной политики: целесообразность; иерархичность; комплексность; дифференцированный подход; согласованность; координация; системность.
3. Принятие нормативных правовых актов, регламентирующих деятельность кластера.	Кластерная политика должна формироваться на федеральном, региональном, местном уровнях и на уровне кластера. На этом этапе необходимо принятие Федерального законодательного акта. На его основе должны быть приняты соответствующие нормативные акты на уровне субъектов РФ и муниципалитетов. Методические рекомендации разрабатываются на Федеральном уровне в целях обеспечения методической помощью органов власти субъектов РФ при реализации кластерной политики. На уровне кластера должна приниматься комплексная стратегия развития кластера.
4. Разработка механизмов реализации кластерной политики.	Комплекс мер, направленных на поддержку и развитие кластера: поддержка инвестиционных проектов; создание центров кластерного развития; предоставление инвестиционных и налоговых льгот; льготное кредитование участников кластера; субсидирование процентных ставок по кредитам для инновационных предприятий и субсидирование лизинга; предоставление государственных гарантий предприятиям экспортных отраслей; предоставление грантов инновационным компаниям; выделение бюджетных средств в рамках целевых программ и проектов; обеспечение гарантированного спроса на отдельные виды продукции кластера через государственный заказ; частичное финансирование внутрикластерных транзакционных издержек; возмещение части затрат на уплату процентов по привлекаемым кредитам; участие средств бюджета субъекта РФ в уставном капитале предприятия; предоставление бюджетного кредита и льгот по налогу на имущество; частичное страхование рисков предприятий кластера, реализующих инновационные проекты.

Разработку кластерной политики в Российской Федерации ведет Министерство экономического развития Российской Федерации. Содержание и основные характеристики этапов разработки и реализации государственной кластерной политики, приведены в табл. 2 [14].

Проведение кластерной политики предполагает обеспечение четкой координации деятельности между федеральными органами государственной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, бизнесом и научно-образовательными учреждениями.

Выводы: Каждый регион имеет различные административные, финансовые и организационные возможности для реализации кластерной политики. Однако ее успех во многом определяется профессионализмом региональных властей, участием в формировании кластеров научных предприятий, способных качественно проработать экономические и организационно-правовые вопросы, а также разработать стратегию формирования кластера.

Таким образом, анализ российской практики реализации кластерного подхода в решении задач инновационного развития позволяет сделать следующие выводы:

- сегодня мы пытаемся использовать преимущества кластерного подхода в решении задач модернизации и инновационного развития страны;

- вследствие слабого развития отдельных рыночных институтов особая роль в формировании инновационных кластеров как возможных точек роста, способствующих повышению конкурентоспособности отдельных регионов и экономики России в целом, принадлежит государству.

Учитывая многолетний опыт реализации кластерных стратегий в области решения задач инновационного развития, следует использовать лучшие мировые модели построения инновационных кластеров с учетом российской специфики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куприянов С.В., Стрябкова Е.А. Место кластера в системе хозяйственного планирования // *Фундаментальные исследования*. №3. 2014. С. 330–334.
2. Стрябкова Е.А. Кластерная политика как инструмент повышения конкурентоспособности региона // Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 170 с.
3. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года.
4. Полянских Е.А., Polyanskikh E., Poljanski J.A., Polyanskykh E.A. Теоретические основы кластерного подхода в развитии экономики региона // *Философия социальных коммуникаций*. 2011. № 2. С. 147–156.
5. Куркудинова Е.В., Авадаева И.В. Кластерный подход в развитии экономики региона: теоретический аспект // *Вестник Калмыцкого института гуманитарных исследований РАН*. 2011. № 2. С. 185–188.
6. Лисовская Н.В. Кластерный подход к развитию экономики региона // *Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса*. 2012. № 3. С. 135–139.
7. Меньшиков А.В. Кластерный подход в развитии экономики регионов // *Известия Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова*. 2014. № 3 (17). С. 1–11.
8. Толмачёва О.И., Гельвих М.В. Преимущества кластерного подхода в формировании и развитии экономики региона // *Экономика и управление : прошлое, настоящее, будущее. Материалы Международной заочной научно-практической конференции*, [15 мая 2012 г.]. Сибирская ассоц. консультантов. Новосибирск, 2012. С. 106–110.
9. Егоров Н.Е. Инновационное развитие экономики региона на основе кластерного подхода: монография. Спб.: М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. науч. учреждение "Ин-т региональной экономики Севера", 2010. 212с.
10. Артемов С.В. Территориально-производственное развитие экономики региона на основе использования кластерного подхода // *Вестник Университета (Государственный университет управления)*. 2011. № 20. С. 98–102.
11. Денисов Г.А. Преимущества применения кластерного подхода в целях развития экономики региона // *Новые технологии*. 2010. № 2. С. 106–109.
12. Болдырева С.Б. Кластерный подход в стратегии инновационного развития региона в условиях модернизации экономики // *Финансы и кредит*. 2013. № 6 (534). С. 58–63.
13. Ахтариева Л.Г., Валеева Е.В. Кластерный подход как механизм развития экономики регионов // *Инновации и наукоемкие технологии в образовании и экономике. Сборник материалов I Международной (X Всероссийской) научно-методической. ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»*, 2014. С. 169–173.
14. Маркушина Е.В. Кластерный подход как основа конкурентоспособности и развития инновационной экономики региона // *Казанская наука*. 2009. № 1. С. 198–202.

15.Беличенкина С.М., Демченко И.А. Технологические кластеры: новый этап в развитии экономики региона // Учетно-аналитические аспекты и перспективы развития инновационной

экономики. Международная научно-практическая конференция. Ставрополь, 2010. С. 87–89.

Bezugly E.A., Kutergin N.B., Alekseev N.A., Kovaleva E.G.
CLUSTER APPROACH IN REGIONAL ECONOMY DEVELOPMENT

For the successful development of the country and its regions new approaches and management technologies are required, based on the recent scientific advances and global experience, which requires reconsideration of the regional authorities' approaches to managing the economic development of regions. The cluster approach to region management is becoming a main concept of improving the state management in Russia.

Key words: cluster, cluster approach, region economy, innovations.

Безуглый Эдуард Александрович, кандидат экономических наук, преподаватель кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин.

Белгородский юридический институт МВД России имени И.Д. Путилина.

Адрес: Россия, 308024, Белгород, ул. Горького, д. 71.

E-mail: Eduardbezugly@mail.ru

Кутергин Николай Борисович, кандидат педагогических наук, доцент.

Белгородский юридический институт МВД России имени И.Д. Путилина

Адрес: Россия, 308024, Белгород, ул. Горького, д. 71.

E-mail: zchs@intbel.ru

Алексеев Николай Алексеевич, профессор

Белгородский юридический институт МВД России имени И.Д. Путилина.

Адрес: Россия, 308024, Белгород, ул. Горького, д. 71.

E-mail: zchs@intbel.ru

Ковалева Екатерина Геннадьевна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях.

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

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

E-mail: zchs@intbel.ru

*Масловская А.Г., магистрант
Белгородский государственный национальный исследовательский университет*

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВУЗА КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА

anastasia0744@mail.ru

Исследование, которое легло в основу данной статьи, направлено на выявление зависимости между степенью инновационной активности российских вузов и уровнем развития регионов, в которых они функционируют. В работе сформировано представление о современном классическом университете как участнике инновационного обновления экономики регионов и страны в целом. Обосновывается данное утверждение тем, что при стремительно растущей конкуренции и при трансформации экономических процессов вузы выступают в качестве высокоэффективного ресурса развития как региональной, так и национальной экономики. Автором предпринята попытка доказать, что университеты Центрального федерального округа выступают в качестве субъектов устойчивого развития инновационной экономики. В рамках данной работы проанализированы показатели изобретательской активности в регионах ЦФО, на основе которых автором составлена картограмма, наглядно отражающая данные инновационного развития областей. Актуализируется роль деятельности Национальных исследовательских университетов в активизации инновационного обновления регионов страны. В работе также обозначены основные проблемы и перспективы развития инновационной деятельности в рамках высших учебных заведений.

Ключевые слова: инновации, инновационная деятельность, патентная активность, регионы, вуз, университет, инновационное развитие.

Введение. Одним из фундаментальных направлений развития социально-экономической системы России выступает возросшая роль инновационной деятельности вузов. В нашу современность образование перестало быть институтом, специализирующимся исключительно в области подготовки специалистов, ныне оно само принимает активное участие в научных проектах, исследовательских разработках. В современных условиях реформирования и развития экономической системы страны максимально востребованной становится инновационная деятельность вузов и повышение роли высшего образования в инновационном развитии страны в целом. Передовой отечественный опыт, а также практика наиболее развитых стран показывает, что в настоящее время конкурентная борьба на рынке образовательных услуг идет не только в области формирования перспективного контингента студентов и преподавателей, обладания финансовыми и капитальными ресурсами, но и в области коммерциализации научных разработок ученых вуза [1, с. 56].

Цель исследования – сформировать представление об инновационной деятельности вуза как ключевом факторе устойчивого развития экономики региона. Объектом исследования выступают вузы Центрального федерального округа.

Осуществленный автором теоретический анализ зарубежной и отечественной литературы показал, что понятие «инновационная деятельность вуза» не имеет четкой и ясной интерпретации в связи с многогранностью и неоднознач-

ностью данного термина. Сазанова Ж.В. определяет инновационную деятельность вуза как системное, качественное изменение учреждения высшего профессионального образования в результате целенаправленной разработки и внедрения новшеств в учебный, научный и воспитательный процесс вуза [2, с.129]. Другое определение гласит, что «Инновационная деятельность вуза – это многомерная деятельность, которая направлена на создание инновационных продуктов, технологий и услуг, обучение инновациям и воспроизводство инновационных кадров» [3, с.46]. Вуз, занимающийся инновационной деятельностью, необходимо относить к университетам предпринимательского типа, основная цель которого состоит в разработке и коммерциализации инновационных исследований и разработок для улучшения развития инновационной инфраструктуры региона и всей страны в целом.

Методика. Методика, на основе которой выстроено данное исследование, визуально отражена на рис. 1.

Основная часть. Университет, каким сегодня видим его мы, претерпел огромные изменения в процессе своего длительного пути развития. История российских университетов насчитывает практически три столетия (рис. 2).

Первым университетом в нашей стране является Академический университет в Санкт-Петербурге, созданный в 1724 году, к 1917 году количество императорских университетов стало равняться десяти. В 40-х годах XX века вектор развития университетов был направлен на ускоренную индустриализацию, создавались сети

прикладных и фундаментальных научно-исследовательских лабораторий, конструкторские бюро и пр. В периоды перестройки вектор эволюции российских вузов был переориентирован на коммерциализацию. Ныне количество университетов в России превысило тысячу, существуют федеральные университеты, национальные исследовательские, университеты с

особым статусом, среди которых МГУ и СПбГУ, а также большое количество негосударственных учреждений. Но одной из главных проблем стоящих перед каждым высшим учебным заведением является достаточно низкий уровень инновационной деятельности и патентной активности, изобретательности.

Анализ инновационного развития и патентной активности регионов ЦФО

Составление картограммы изобретательской активности регионов на основе полученных результатов в ходе предыдущего этапа исследования

Установление связи между инновационной деятельностью вузов и уровнем инновационного развития регионов

Рис.1. Методика проводимого исследования

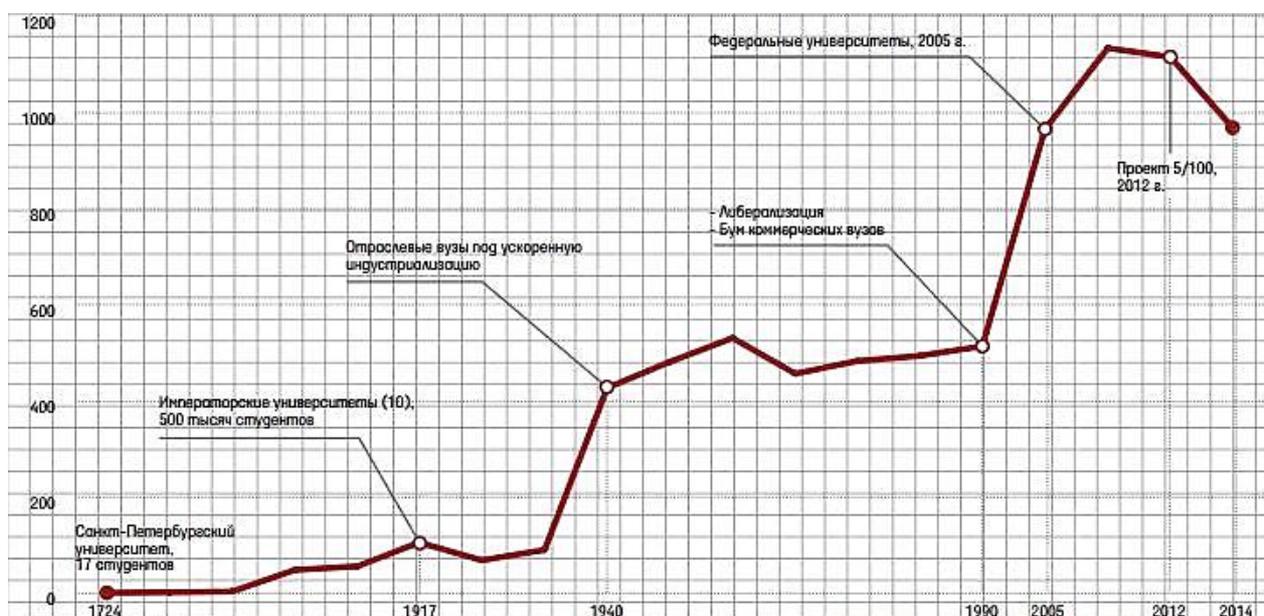


Рис. 2. Эволюция развития российских университетов [4]

В настоящее время прослеживается существенная поляризация и неравномерность в инновационном развитии между субъектами РФ, что обосновано различными факторами, например, географическим признаком, проводимой в регионе политикой и пр. Центральный федеральный округ — это базовый макрорегион России, который занимает лидирующие позиции рейтингов по многим показателям, в том числе и инновационному развитию, обладая для этого мощным инвестиционным и инновационным потенциалом. Институтом статистических ис-

следований и экономики знаний НИУ «ВШЭ» в ходе проведенного исследования присвоена ЦФО лидирующая позиция по уровню инновационного развития субъектов РФ. Рейтинг представляет собой агрегированную оценку экономических и информационных показателей, характеризующих реальный потенциал к созданию, освоению, адаптации, реализации и внедрению инноваций [5].

Согласно данным ФГБУ «ФИПС», уровень изобретательской активности и патентования изобретений существенно дифференцирован между субъектами Российской Федерации, показатели отражают различия в инновационном и научно-техническом потенциале регионов. Субъекты России федерального значения Москва и Санкт-Петербург традиционно значительно опережают остальные регионы по количеству подаваемых заявок и полученных патентов [6].

В 2014 г., как и в предыдущие годы, первое место по подаче заявок на объекты промышленной собственности (изобретение, товарный знак, полезная модель и пр.) среди 8 федеральных округов с большим отрывом занимает Центральный федеральный округ (в основном за счет Московского региона – города Москвы и Московской области). Далее проанализируем ситуацию, сложившуюся в последние годы с изобретательской активностью в регионах Центрального федерального округа Российской Федерации (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициент изобретательской активности по регионам ЦФО России в 2006-2014 гг. [5]

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ЦФО	4,68	4,66	4,75	4,61	5,27	4,83	5,17	5,26	4,33
Белгородская область	1,48	1,43	1,09	1,24	1,43	1,50	1,43	1,67	2,01
Брянская область	0,64	0,79	0,61	0,73	0,88	1,14	1,18	0,93	1,22
Владимирская область	1,39	1,57	1,76	1,40	1,88	1,83	2,32	2,10	2,35
Воронежская область	2,92	3,43	3,03	2,38	3,07	4,07	3,56	3,14	3,43
Ивановская область	23,78	9,78	5,83	6,16	6,64	7,39	7,83	5,18	3,31
Калужская область	2,37	2,51	2,31	1,88	1,67	1,72	1,74	1,85	1,23
Костромская область	0,93	1,08	1,50	0,88	0,94	0,79	1,03	0,69	1,19
Курская область	1,93	2,93	2,42	3,40	2,76	2,59	2,75	3,16	2,85
Липецкая область	0,71	0,80	1,09	0,91	0,94	0,91	0,98	0,98	1,11
Москва	9,08	10,09	10,73	10,63	12,47	10,59	10,23	11,09	8,64
Московская область	2,93	3,32	3,57	3,05	3,37	3,41	4,86	4,10	3,34
Орловская область	3,31	2,62	2,85	2,95	2,74	2,71	2,02	2,37	1,61
Рязанская область	2,47	2,21	2,24	2,02	2,32	1,87	1,55	2,07	2,09
Смоленская область	0,92	0,91	0,83	0,95	1,06	0,86	0,94	0,82	0,78
Тамбовская область	1,10	1,02	1,05	1,08	1,14	1,19	1,24	1,22	1,07
Тверская область	1,56	1,30	1,47	1,55	1,45	1,36	1,70	1,88	1,85
Тульская область	2,07	1,96	1,60	1,88	1,68	2,01	1,47	1,97	1,73
Ярославская область	2,46	2,16	2,52	1,96	2,05	2,54	2,54	2,64	2,22
Среднеокружной	3,45	2,77	2,58	2,50	2,69	2,69	2,74	2,65	2,34

Данный коэффициент рассчитан как количество поданных заявок на выдачу патентов на изобретение и полезную модель на 10 000 человек населения.

В целях наглядности отобразим данные из таблицы 1 за 2014 год на карте регионов ЦФО (рис. 3).

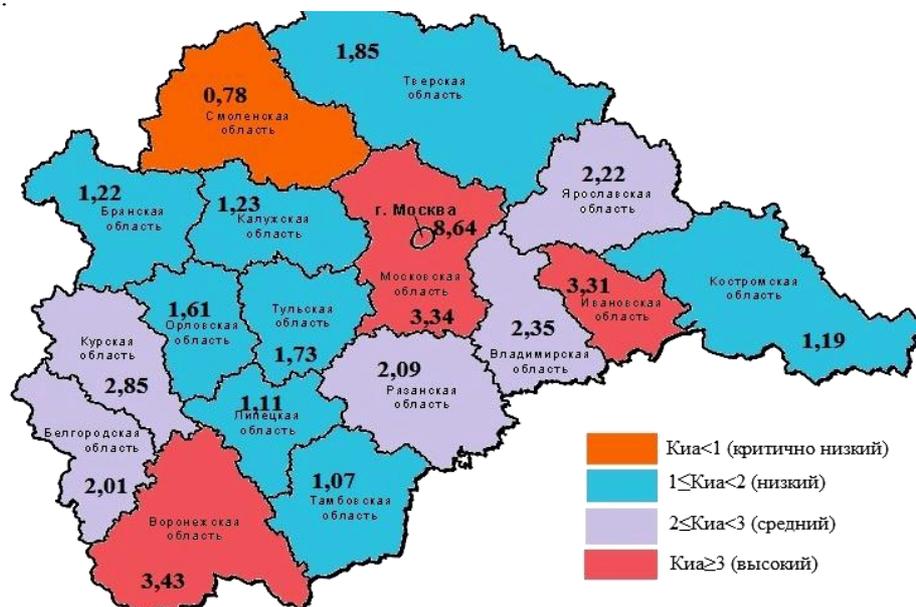


Рис. 3. Коэффициенты изобретательской активности регионов на карте ЦФО России

По уровню изобретательной активности регионы ЦФО условно разделены на 4 подгруппы, где степень инновационной активности варьируется от критично низкой до высокой. К первой группе регионов с высоким коэффициентом по итогам 2014 года относятся г. Москва, Московская область, Ивановская область и Воронежская область. Ко второй группе – Белгородская, Владимирская, Курская, Рязанская и Ярославская области. К четвертой группе с критично низким уровнем изобретательной активности относится Смоленская область. К третьей группе регионов со средним значением относятся все оставшиеся области.

Традиционно Москва и Московская область выступают крупным научно-исследовательским мегаполисом, где сосредоточено более трети научного потенциала всей страны. По данным Росстата, в Москве насчитывается 787 организаций, выполняющих исследования, что составля-

ет более половины научных организаций Центрального федерального округа и пятую часть от их общего числа по России, также Москва занимает лидирующее положение в стране по количеству вузов.

Далее проанализируем информацию из официальной статистики тех регионов ЦФО, где значение коэффициента изобретательной активности высокое и среднее. Данная информация отражает количество и классификацию организаций, принимающих участие в осуществлении инновационной деятельности (табл. 2). Автором анализируются четыре области ЦФО, а именно Белгородская, Воронежская, Ивановская, Рязанская в виду того, что инновационная деятельность в рамках данных регионов находится на достаточно высоком уровне и данные из официальной статистики у этих областей характеризуются сопоставимостью.

Таблица 2

Число организаций, выполнявших научные исследования и разработки в регионах ЦФО по данным 2013 и 2014 гг. [7]

Регионы	Воронежская обл.	Белгородская обл.	Ивановская обл.	Рязанская обл.
Организации				
Всего	53	16	19	19
научно-исследовательские организации	14	7	5	6
конструкторские бюро	4	-	1	3
высшие учебные заведения	18	4	10	6
научно-исследовательские подразделения в промышленных организациях	8	-	1	1
опытные предприятия	3	-	-	-
прочие организации	6	5	2	3
доля вузов	34 %	25 %	52 %	31 %

Таким образом, очевидно, что значительную часть от числа организаций, выполняющих инновационные исследования и разработки, составляют высшие учебные заведения, а в некоторых регионах и преобладающую часть, например в Воронежской области (52%). Инновационная деятельность вуза представляет собой комплексный, системно агрегированный процесс «идея – исследование – разработка – производство», именно в рамках университетов становится возможным осуществление всего инновационного цикла.

В настоящее время актуализируется роль национальных исследовательских университетов (НИУ) в инновационном развитии регионов, так как НИУ выступают в качестве субъектов, осуществляющих не только подготовку высококвалифицированных кадров, но и активно осуществляющих фундаментальные и прикладные научные исследования. Определение национального исследовательского университета приводится в Федеральном законе от 14 января 2009 г. № 87129-5 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам деятельности федеральных

университетов»: «В отношении университетов, находящихся в ведении Российской Федерации, в равной степени эффективно реализующих образовательные программы высшего профессионального образования и выполняющих фундаментальные и прикладные научные исследования по широкому спектру наук, может устанавливаться категория “национальный исследовательский университет”» [8].

Роль национальных исследовательских университетов в инновационном развитии региона огромна: они формируют кадровый потенциал инновационного развития региона; проводят научные исследования, разрабатывают инновационные технологии и продукты; выполняют прикладные исследования по грантам на федеральном и региональном уровнях; внедряют инновационные разработки в практику путем взаимодействия с внешней средой; создают технопарки, инновационные центры; участвуют в совместных проектах с промышленными предприятиями и иными заинтересованными лицами. Кроме того, взаимосвязь НИУ с промышленными предприятиями позволяет разрабатывать те инновационные проекты, которые действительно востребованы предприятиями и могут быть профинансированы [9, с.321-326].

Число НИУ в Центральном федеральном округе – 12, общее количество национальных исследовательских университетов – 29. Практически все исследовательские университеты ЦФО расположены в Москве и Московской области – 11 вузов (Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Национальный исследовательский университет «МИЭТ» и пр.), только Белгородский государственный национальный исследовательский университет представляет Белгородскую область в данном перечне.

Таким образом, национальные исследовательские университеты значительно способствуют инновационному развитию ЦФО, способствуя вовлечению преподавателей, студентов, аспирантов в разработку и коммерциализацию научных исследований и разработок, повышая при этом конкурентоспособность региона и всей страны в целом. Однако, существует и ряд проблем развития вузов именно в контексте их включенности в региональные и общенациональные инновационные процессы, главными из которых остаются проблемы финансирования НИОКР. В связи с высокой сопряженностью инновационных вузовских исследований и экономикой региона выросла чувствительность ву-

зов к происходящим в экономике тенденциям, в том числе и кризисным явлениям.

Роль вузовского сектора в финансировании и проведении НИОКР на современном этапе не слишком велика по сравнению с другими секторами науки, поэтому подавляющая часть средств для проведения инновационной деятельности поступает из государственного сектора. Правительство активизирует свои усилия по поддержке НИОКР на трех основных направлениях. Прежде всего, они напрямую финансируют научно-исследовательскую деятельность посредством грантов, займов, субсидий, правительственных контрактов и программ. Во-вторых, они используют налоговые и финансовые рычаги. В-третьих, правительства развитых стран широко используют свои полномочия для стимулирования различных форм сотрудничества в сфере НИОКР [10, с.66].

Выводы. В ходе проведенного автором исследования было выявлено, что, несмотря на ряд проблем, вузы ЦФО и всей страны выступают в качестве субъектов инновационного развития региональной и национальной экономики. Увеличение объемов финансирования вузов, акцентирующее внимание на финансировании научно-исследовательских разработках, транспарентное сотрудничество вузов с промышленными предприятиями и иными заинтересованными лицами максимально эффективно простимулируют развитие инновационной деятельности в высшей школе, что в следствие приведет к повышению конкурентоспособности региона и всей страны в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прядко С.Н. Рыночное сопровождение коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности вуза // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2015. Т. 34. № 7–1. С. 56.
2. Сазонова Ж. В. Инновационная деятельность вуза в контексте корпоративной культуры // Актуальные вопросы экономики и управления: материалы междунар. науч. конф. (г. Москва, апрель 2011 г.). М.: РИОР, 2011. С. 128-131.
3. Латуха О.А. Инновационная деятельность современного вуза: тенденции развития // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2012. № 4 (8). С. 46.
4. Волков А.Е., Ливанов Д.В. Зачем России сотня сильных региональных университетов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/03/2>

3/zachem-rossii-sotnya-silnih-regionalnih-universitetov (дата обращения: 20.12.2015).

5. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации 2014. ИАА Центр гуманитарных технологий [Электронный ресурс]. URL: <http://gtmarket.ru/news/2014/03/13/6628> (дата обращения: 12.01.2016).

6. Анализ изобретательской активности в регионах Российской Федерации. ФГБУ «ФИПС» [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://www.fips.ru/sitedocs/a_iz_akt_2014.pdf (дата обращения: 05.01.2016).

7. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru>

8. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам деятельности федеральных университетов : федер. закон от 14 января 2009 г. № 87129-5 [Электронный ресурс]. URL: <http://mon.gov.ru/dok/fz/obr/5193/> (дата обращения: 16.01.2016).

9. Голубниченко М.В. Роль национально-исследовательских университетов в инновационном развитии регионов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2013. № 3–1. С. 321–326.

10. Тарабаева В.Б. Инновационное развитие вузов: проблемы управления конфликтами: монография. Белгород: БелГУ, 2007. 66 с.

Maslovskaya A.G.

INNOVATIVE ACTIVITY OF THE UNIVERSITY AS A FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF REGIONAL ECONOMY

The study, which formed the basis of this article, is aimed at identifying the relationship between the degree of innovation activity of Russian universities and the level of development of the regions in which they operate. The work formed an idea of modern classical university as a participant of the innovative renovation of economy of regions and the country as a whole. Substantiates this assertion by the fact that the rapidly growing competition and economic transformation processes universities serve as a highly effective resource development of both regional and national economy. The author attempts to prove that the universities of the Central Federal District serve as the subjects of the sustainable development of innovative housekeeper. As part of this work analyzed indicators of inventive activity in the regions of the Central Federal District, on the basis of which the author composed cartogram, visual reflecting the innovative development of the regions. Actualizes the role of activities of national research universities in enhancing innovative renewal of the regions of the country. The paper also identified the main problems and prospects of development of innovative activity in the framework of higher education.

Key words: *innovation, innovative activity, patenting activity, regions, higher education institution, university, innovative development.*

Масловская Анастасия Геннадьевна, магистрант, кафедры менеджмента организации.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Адрес: Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85.
E-mail: anastasia0744@mail.ru

*Чмирева Е.В., канд. экон. наук, ст. препод.,**Сорокина Е.С., ст. препод.**Белгородский государственный национальный исследовательский университет*

РАЗВИТИЕ МОЛОДЁЖНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА И РЕМЕСЛЕННОСТВА В СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ И МАЛЫХ ГОРОДАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

chmireva@bsu.edu.ru

Развитие молодёжного предпринимательства и ремесленничества в сельских территориях и малых городах является одним из важных источников экономического роста региона. В этой связи разработка вопросов совершенствования государственной поддержки молодёжного предпринимательства и ремесленничества в сельских территориях и малых городах Белгородской области и разработка на этой основе практических рекомендаций по их реализации является особенно актуальной.

Ключевые слова: *малый бизнес, молодёжное предпринимательство, ремесленничество, сельские территории, малые города.*

Развитие малого предпринимательства и, в частности, молодёжного предпринимательства и ремесленничества позволяет решать такие социальные задачи, как создание новых рабочих мест, снижение уровня безработицы и социальной напряженности, формирование среднего класса и повышение качества жизни белгородцев.

Несмотря на это, молодёжное предпринимательство и ремесленничество в сельских территориях и малых городах очень медленно развивается и пока занимает весьма скромное место, хотя его роль в современных условиях должна быть существенно выше. Данное обстоятельство предполагает создание всех необходимых условий для развития этого сектора экономики в Белгородской области. Особое значение имеет развитие системы государственной поддержки.

Устойчивому развитию малого бизнеса способствуют созданные организации инфраструктуры государственной поддержки малого предпринимательства [2].

Однако, несмотря на потенциально благоприятные перспективы развития молодёжного предпринимательства и ремесленничества в сельских территориях и малых городах Белгородской области, в настоящее время меры по его поддержке реализованы всё ещё на низком уровне.

Общепризнано, что одной из причин, препятствующих успешному развитию малого бизнеса, в том числе молодёжного предпринимательства и ремесленничества в сельских территориях и малых городах, является отсутствие достаточных и доступных источников финансирования [3]. Поэтому совершенно очевидно, что полноценное развитие молодёжного предпринимательства и ремесленничества в сельских

территориях и малых городах Белгородской области невозможно без решения проблемы его финансового обеспечения.

Необходимость вливания денежных средств в малый бизнес объясняется следующими факторами: наличие в Белгородской области развитого молодёжного предпринимательства и ремесленничества в сельских территориях и малых городах позволит решить социальные проблемы, в частности, проблему занятости населения; стабильно функционирующее молодёжное предпринимательство – залог эффективного использования ресурсов экономики.

Мировая практика убеждает, что более 90 процентов субъектов малого бизнеса не смогут начать работу без заемных средств. В этой связи целесообразно, чтобы правительство, зная эту потребность, всячески стимулировало программы кредитования банками молодёжного предпринимательства и ремесленничества в сельских территориях и малых городах. При этом необходимо, чтобы финансово-кредитная система обеспечивала финансирование всех этапов процесса: от стартовых вложений к кредитному финансированию на завершающих стадиях.

Кредитование представляет собой получение кредита с обязательством возвратить полученную сумму вместе с процентами в течение определенного периода времени. Согласно определению Л. П. Кроливецкой и Е. В. Тихомировой, под кредитом понимается «система экономических отношений, возникающих в процессе предоставления денежных или иных материальных средств кредитором во временное пользование заемщику на условиях возвратности, срочности и, как правило, с уплатой процента»[4]. Основным преимуществом кредитования является то, что после возврата кредита владелец сохраняет свой контроль над предпри-

ятием и не несет более никаких обязательств перед своим кредитором.

Зарубежный опыт подтверждает, что именно кредитование является важнейшим источником формирования финансовых ресурсов малых предприятий. Так, в США в 2015 г. более 60 % малых предприятий имели кредит в форме кредитной линии, ссуды (на приобретение транспортных средств, оборудования, ипотечной ссу-

ды) или финансового лизинга. Также в США 77 % владельцев малых предприятий как минимум один раз за время ведения бизнеса обращались за получением кредита. В странах Европы в 2015 г. 76 % малых предприятий имели кредитные линии в одном или более банке [5].

Рассмотрим подробно причины, препятствующие кредитованию молодёжного предпринимательства (табл. 1).

Таблица 1

Причины, препятствующие кредитованию молодёжного предпринимательства

№	Причины, препятствующие кредитованию молодёжного предпринимательства	Характеристика
1	2	3
1.	Высокие процентные ставки	В связи с тем, что кредитование малого бизнеса считается для банков операциям с высоким уровнем риска кредитные организации устанавливают процентные ставки, покрывающие риски и расходы. В среднем размер ставок по кредитованию схож у различных банков, различны сроки кредитования, требования к залогам, поручительству, представляемым документам. По беззалоговым кредитам ставки варьируются от 11 % до 23 % в 2011 г. против 18-32 % в 2009 г. По кредитам с залоговым обеспечением ставки начинаются в среднем от 10 % годовых на короткий период кредитования
2.	Короткие сроки кредитования	Если проанализировать предложения банков по кредитным продуктам для малого бизнеса, то становится очевидным, что наиболее распространенный срок кредитования составляет 36 месяцев. Для субъектов малого предпринимательства, планирующих инвестиционную деятельность за счет кредитных средств, такой срок является крайне малым.
3.	Недостаточная информированность субъекта малого предпринимательства от имеющихся продуктах кредитования	Достаточно сложно изменить устоявшееся мнение руководителей малого бизнеса о недоступности банковского кредитования для юридических лиц – малых предприятий. Считается, что получить кредит физическому лицу гораздо проще под залог недвижимости, а рисковать собственным жильем готовы не многие руководители малого бизнеса. Хотя в настоящее время, не без усилий со стороны государства, многие банки активно предлагают различные кредитные продукты для малого предпринимательства, в том числе беззалоговые
4.	Неспособность субъекта малого предпринимательства сориентироваться в имеющихся кредитных продуктах в силу сложности представления информации	Информационные материалы, размещенные на сайте кредитных организаций, не всегда позволяют пользователю информации самостоятельно разобраться с условиями предоставления кредитных продуктов, просчитать возможные варианты кредитования и оценить размер затрат по обслуживанию долговых обязательств. Лишь отдельные банки представляют кредитные калькуляторы для субъектов малого предпринимательства. Например, ОАО «Сбербанк России» занимает лидирующие позиции в кредитовании малого бизнеса, но получить информацию возможно лишь при непосредственном обращении в банк
5.	Неосведомленность о мерах государственной поддержки, в т. ч. на региональном уровне, малого бизнеса в части субсидирования процентных ставок по кредитам	В рамках реализации государственной политики по поддержке развития малого бизнеса оказывается серьезная финансовая поддержка малого бизнеса во всех регионах. Однако, проблема малого бизнеса заключается в том, что он не достаточно информирован о существующих программах поддержки, без которых справится с финансовыми и организационными проблемами, возникающими при попытке организовать свой бизнес путем привлечения заемных средств, весьма сложно

Для преодоления проблем, препятствующих активному развитию кредитования моло-

дёжного предпринимательства, целесообразно внедрить следующую финансово-кредитную поддержку:

- со стороны государства обеспечить возможность банковскому сектору предоставлять кредиты малому бизнесу по более низким ставкам с компенсацией выпадающих доходов за счет предоставления определенных преференций по налогу на прибыль;

- разработать механизм предоставления льгот банкам, страховым и лизинговым компаниям, которые предоставляют среднесрочные и долгосрочные кредиты субъектам малого предпринимательства;

- федеральным и местным органам власти совместно с банковским сектором обеспечить более активную информационную поддержку малым предприятиям в части раскрытия имеющихся возможностей кредитования и субсидирования, в т. ч. путём создания консультационных колл центров;

- создать сеть региональных агентств, которые будут вести реестр кредитных историй заемщиков — малых предприятий и предпринимателей с целью снижения рисков при кредитовании и уменьшения расходов при рассмотрении проектов.

Внедрение указанных мер позволит упростить и расширить доступ к кредитным ресурсам, что будет способствовать стабильному росту молодёжного предпринимательства и повышению производительности их деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации : федер. закон от 24 июля 2007 г N 209-ФЗ (ред. от 06.12.2011) [Электронный ресурс]. – Электронная правовая система Консультант Плюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

2. Стратегия социально-экономического развития Белгородской области до 2025 года: [утв. постановлением Правительства Российской

Федерации от 25 янв. 2010 г. № 27-пп] [Электронный ресурс]. – Режим доступа www.belregion.ru

3. Бондаренко И. А. Программно-целевой подход к поддержке и развитию малого и среднего предпринимательства // Вестник Российской экономической академии имени Г. В. Плеханова. 2011. № 6 (42). С. 68–72

4. Гусева Т.А., Козельская Н.Л. Государственная поддержка: реальность и перспективы развития малого и среднего предпринимательства // Право и экономика. 2014. № 1. С. 4–9.

5. Каманина Р. В. Особенности развития малого предпринимательства в России // Вестник Российской экономической академии имени Г. В. Плеханова. 2011. № 5 (41). С. 76 - 83.

6. Кроливецкая Л.П. Тихомирова Е.В. Кредитные операции коммерческих банков России: учеб. Пособие. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2013. 230 с.

7. Лапуста М. Г. Малое предпринимательство М.: ИНФРА-М, 2014. 453 с.

8. Лермонтов Ю. М. Малый бизнес: новые стимулы // Аудит и налогообложение. 2012. № 9. С. 9–14.

9. Матузенко Е. В. Особенности государственной поддержки предпринимательства в Белгородской области // Сборник научных докладов профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета. Белгород: БУПК, 2014. С. 80–85.

10. Чиждова Е.Н., Сергеева Т.С. Формы государственной инвестиционной поддержки субъектов малого предпринимательства: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. 171 с.

11. Шибаев С. Р. Феноменология предпринимательства // Вестник Российской экономической академии имени Г. В. Плеханова. 2011. № 1 (37). С. 93– 97.

12. Шпынова А. И. Кредитование малых и средних предприятий: зарубежный и российский опыт М.: ПОЛПРЕД Справочники, 2016. 156 с. – ISBN 978-5-904113-04

Chmireva E.V., Sorokina E.S.

THE DEVELOPMENT OF YOUTH ENTREPRENEURSHIP AND HANDICRAFT IN RURAL AREAS AND SMALL TOWNS OF THE BELGOROD REGION

The development of youth entrepreneurship and craftsmanship allows us to solve social goals such as creating new jobs, reducing unemployment and social tension, the formation of the middle class and improving the quality of life of the population. Despite the potentially favourable prospects of youth entrepreneurship development and handicraft in rural areas and small towns of the Belgorod region, at the present time measures of support implemented is still at a low level. To overcome the problems that impede active development of crediting of youth entrepreneurship, it is advisable to implement a financial-credit support, which will simplify and broaden access to credit that will facilitate a stable growth of youth entrepreneurship and improving performance of their activities.

Key words: *small business, youth entrepreneurship, handicraft, rural areas, small towns.*

Чмирева Елена Владимировна, кандидат экономических наук.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Адрес: Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85.

E-mail: chmireva@bsu.edu.ru

Сорокина Елена Сергеевна

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Адрес: Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85.

Пустынникова Е.В., д-р экон. наук, проф.,
Романова М.М., магистрант
Ульяновский государственный университет

ОСОБЕННОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ИНТЕГРАЦИИ

ebrezneva@list.ru

Интеграционные процессы в экономике способствуют возникновению особых субъектов хозяйствования – интегрированных корпоративных структур. Их деятельность характеризуется значительными преимуществами, основанными на действии синергетического эффекта, который обеспечивается согласованностью интересов предприятий-участников и построением системы устойчивого взаимовыгодного сотрудничества. Значительная часть этих положительных характеристик проектируется в инвестиционную сферу деятельности. В ходе проведенного в рамках представленной статьи исследования нашел свое обоснование тезис о том, что реализация инвестиционной деятельности, основанная на учете синергетического эффекта, позволяет добиться более высоких показателей экономической эффективности инвестиций. Проведенный SWOT-анализ инвестиционной деятельности в интегрированной корпоративной структуре позволил выявить сильные и слабые стороны, возможности и угрозы инвестирования в условиях интеграции. Однако, количественное и качественное преобладание положительных аспектов совместного инвестирования позволяет говорить об интеграции как о возможном движущем факторе роста инновационно-инвестиционной активности экономических субъектов на современном этапе.

Ключевые слова: инвестиционная деятельность, стратегия, интегрированная корпоративная структура, интеграционные процессы, синергетический эффект инновационный потенциал, корпоративная культура.

В современных рыночных условиях хозяйствования конкуренция, с одной стороны, а также сотрудничество, развитие и диверсификация деятельности предприятий – с другой, – приводят к экономической целесообразности их объединения, – интеграции. Данный процесс закономерно влечет за собой возникновение в экономике новых субъектов – интегрированных корпоративных структур (далее ИКС).

В литературе ИКС интерпретируют как самодостаточную систему предпринимательства, входящих в нее хозяйствующих субъектов на договорной основе, вступающих в согласованные и скоординированные организационно-экономические и управленческие отношения по поводу формирования и использования ресурсов на основании гармонизации интересов с целью промышленной рационализации, повышения конкурентоспособности и достижения синергетического эффекта [1, с. 61], который приводит к достижению качественного прорыва и, как следствие, – к росту конкурентных преимуществ ее участников [2, с. 25].

В целом, следует отметить, что деятельность предприятий в формате ИКС имеет существенные преимущества, по сравнению с локальными предприятиями. Это обеспечивается, прежде всего, возможностью получения синергетического эффекта, под которым в литературе понимают эффект повышения результативности в деятельности двух и более вступающих в хозяйственные отношения фирм, предприятий, их

подразделений, вызванный их взаимоусилением в результате интеграции [3, с. 119]. Он накладывает свой отпечаток на все сферы деятельности интегрированной структуры, а именно: операционную, финансовую и инвестиционную.

В свою очередь, инвестиционная деятельность является ключевым фактором экономического роста предприятия благодаря получению мультипликационного эффекта. Особенность проведения инвестиционной деятельности в формате ИКС заключается в согласовании интересов субъектов ИКС, создании устойчивых связей, соблюдении корпоративной культуры и этики. Кроме того, «ряд проблем, связанных с управлением инвестиционной деятельностью в интегрированных корпоративных структурах, остаются нерешенными до настоящего времени» [4, с.5]. Таким образом, вышеизложенное объективно подтверждает актуальность темы.

Возможные условия получения синергии в результате реализации инвестиционной деятельности в формате ИКС (табл.1).

По данным проведенного исследования, очевидно, что инвестиционная деятельность ИКС обладает неоспоримыми преимуществами, которые открывают возможности для развития не только самих объединений, но и задают вектор роста всей экономической системе. Целесообразность интеграционного процесса заключается, прежде всего, в оптимизации издержек, как прямых, так и транзакционных.

Таблица 1

SWOT-анализ инвестиционной деятельности в интегрированной корпоративной структуре

Сильные стороны	Возможности
<ol style="list-style-type: none"> более высокий уровень инвестиционной привлекательности предприятий. максимизация экономического эффекта инвестирования, достигаемая за счет возможности перераспределения средств в рамках интегрированной структуры из менее доходных сфер в более перспективные в существующих условиях. доступность инвестиционных ресурсов для предприятий-участников, в том числе, получение средств на льготных условиях от других участников кластера. снижение общего уровня риска в процессе инвестирования, которое объясняется более высоким уровнем финансовой устойчивости, а также диверсифицированным характером деятельности интегрированных структур. возможность формирования более сбалансированного инвестиционного портфеля. снижение потребности в инвестиционных ресурсах за счет совместного использования производственных фондов. 	<ol style="list-style-type: none"> рост инвестиционной активности в экономике за счет снижения риска инвестирования в формате ИКС и повышения доступности финансовых ресурсов. создание мощной основы для внедрения производственных инноваций. ликвидация технологической отсталости ряда отраслей экономики, например, таких как легкая и пищевая промышленность, машиностроение и др. наращивание объемов производства отечественной продукции в условиях политики импортозамещения. рост курсов акций предприятий-участников ИКС. повышение качества выпускаемой продукции. рост имиджа отечественных товаропроизводителей на мировых рынках.
Слабые стороны	Угрозы
<ol style="list-style-type: none"> преобладание в структуре портфеля ИКС финансовых инвестиций с большей доходностью. зависимость отдельных предприятий-участников от головной компании при формировании инвестиционной стратегии. лоббирование более крупными компаниями собственных инвестиционных интересов без учета синергетического эффекта. направленность инвестиционной стратегии - на дальнейшую интеграцию посредством поглощений без совершенствования и развития существующих производств. длительность принятия решений, что снижает эффективность проводимых мероприятий. 	<ol style="list-style-type: none"> пренебрежение инвестиционными потребностями и интересами более мелких субъектов, входящих в ИКС. монополизация регионов или отраслей производства посредством реализации стратегии крупномасштабных поглощений конкурентов. снижение синергетического эффекта взаимодействия в случае реализации перспективных инвестиционных проектов с точки зрения всего объединения.

Однако, исходя из проведенного анализа, выявлены слабые стороны инвестиционных мероприятий в формате ИКС, влияние которых можно снизить посредством договорных механизмов и соблюдения корпоративной этики бизнеса.

В формате ИКС взаимосвязь между компаниями осуществляется на основе кооперации по различным бизнес-направлениям, начиная от создания научного предложения, его коммерциализацию, освоение в производстве, до сервисного обеспечения. Все это способствует ускорению процессов инновационного развития и дает основание полагать, что форма взаимодействия в составе ИКС может способствовать росту инновационной активности, которая в настоящее время по данным Росстата находится на низком уровне и составляет всего лишь порядка 9 – 10 % [5].

В качестве обоснования эффективности инвестиционных мероприятий в формате интегрированной корпоративной системы проведем сравнительную оценку целесообразности реа-

лизации инвестиционного проекта по созданию склада для предприятий ООО «Солнышко» и ООО «Долина» по двум сценариям: первый – при индивидуальном участии каждого, второй – совместно.

Горизонт расчета обозначен как 10 лет. При осуществлении расчетов исходим из следующих предпосылок:

- необходимая складская площадь для каждого их предприятий 125 м²;
- стоимость аренды 1000 руб./м²;
- при расчете налога на имущество принята ставка 2,2 %. В расчете налога на имущество учитывается остаточная стоимость имущества на начало и конец периода.

Состав инвестиционных затрат на организацию собственного склада приведен в таблице 2.

В настоящее время наибольшее распространение в теории и практике финансового менеджмента получили динамические методы оценки экономической эффективности инвестиций, такие как NPV, IRR, PI и др., базирующиеся

на дисконтировании денежных потоков [6, с. 56], на основании которых проведем расчеты по обоснованию эффективности инвестиционных процессов, осуществляемых в формате интеграции.

Таблица 2

**Инвестиционные затраты
на строительство склада, тыс. руб.**

Статья расходов	2016 г.
Проектирование	320
Строительные работы	900
Приобретение и доставка оборудования	1625
Монтажные работы	500
Пусконаладочные работы	150
Итого:	3495

Ставка дисконтирования принята равной 15 %.

Из представленных расчетов дисконтированного чистого денежного потока в таблицах 4 – 6 для ООО «Солнышко» и ООО «Долина» по строительству и эксплуатации склада видно, что интеграция по данному вопросу - целесообразна. Расчеты представлены с интервалом в год, что представляет нагляднее увидеть динамику по периодам.

В случае локального расчета окупаемость наступит только по истечении 9 лет, в то время как аналогичный показатель для третьего варианта инвестирования (совместно) составляет всего 2 года. В таблице 3 представлены основные показатели эффективности рассматриваемых проектов.

Таблица 3

Сравнительная оценка показателей эффективности представленных проектов

№	Показатели эффективности	Проект ООО «Солнышко»	Проект ООО «Долина»	Совместный проект
1	Дисконтированный чистый денежный поток	22,3 тыс. руб.	47,0 тыс. руб.	6214,7 тыс. руб.
2	Дисконтированный срок окупаемости (DPP)	9 лет и 10 мес.	9 лет и 8 мес.	2 года и 10 мес.
3	Внутренняя норма доходности (IRR)	15,29%	15,60%	63,46%
4	Индекс доходности (PI)	1,007	1,015	3,04

Таким образом, рассмотренный условный пример по реализации инвестиционного проекта доказал преимущества совместного инвестирования. Инвестиционное решение, основанное на учете синергетического эффекта интеграции, позволило добиться показателей экономической эффективности, которые существенно превосходят аналогичные в локальных проектах отдельных хозяйствующих субъектов. Наглядно представить данный тезис позволяет финансовый профиль инвестиционного проекта – гра-

фик, отражающий зависимость чистого дисконтированного дохода по шагам расчета и этапам жизненного цикла проекта. На рисунке 1 представлены финансовые профили локальных проектов по строительству склада ООО «Солнышко» и ООО «Долина», а также их совместного проекта. Таким образом, данные графики наглядно демонстрируют преимущества инвестирования в условиях экономической интеграции.

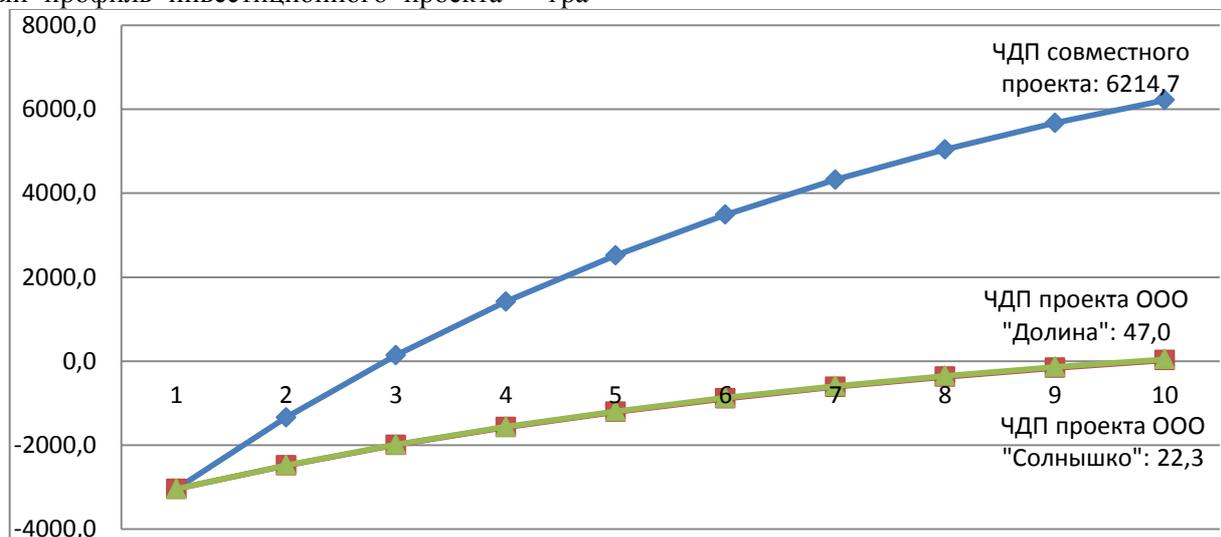


Рис. 1. Финансовые профили анализируемых инвестиционных проектов

Таблица 4

**Оценка инвестиционного решения по строительству и содержанию склада
для ООО «Солнышко» (тыс. руб.)**

Показатель	Горизонт планирования					
	2016	2018	2020	2022	2024	2025
Приток:						
Снижение затрат на аренду склада для собственных нужд	-	1500	1500	1500	1500	1500
Отток:						
Дополнительные затраты на охрану, персонал	-	-360	-360	-360	-360	-360
Отчисления на социальные нужды	-	-112,3	-112,3	-112,3	-112,3	-112,3
Дополнительные затраты на содержание склада	-	-200	-200	-200	-200	-200
Прочие затраты	-	-16,5	-16,5	-16,5	-16,5	-16,5
Налоги	-	-73,0	-67,9	-62,8	-57,7	-55,1
Суммарный отток денежных средств	3495,0	-761,9	-756,7	-751,6	-746,5	-743,9
Чистый денежный приток	-3495,0	738,1	743,3	748,4	753,5	756,1
Коэффициент дисконтирования	0,87	0,66	0,49	0,37	0,28	0,25
Дисконтированный ЧДП	-3040,7	487,2	364,2	276,9	211,0	181,5
Итого:	-3040,7	-1994,4	-1208,1	-610,4	-159,2	22,3

Таблица 5

**Оценка инвестиционного решения по строительству и содержанию склада для ООО «Долина»
(тыс. руб.)**

Показатель	Горизонт планирования					
	2016	2018	2020	2022	2024	2025
Приток:						
Снижение затрат на аренду склада для собственных нужд	-	1500	1500	1500	1500	1500
Отток:						
Дополнительные затраты на охрану, персонал	-	-360	-360	-360	-360	-360
Отчисления на социальные нужды	-	-112,3	-112,3	-112,3	-112,3	-112,3
Дополнительные затраты на содержание склада	-	-200	-200	-200	-200	-200
Прочие затраты	-	-10,5	-10,5	-10,5	-10,5	-10,5
Налоги	-	-73,0	-67,9	-62,8	-57,7	-55,1
Суммарный отток денежных средств	3495,0	-755,9	-750,7	-745,6	-740,5	-737,9
Чистый денежный приток	-3495,0	744,1	749,3	754,4	759,5	762,1
Коэффициент дисконтирования	0,87	0,66	0,49	0,37	0,28	0,25
Дисконтированный ЧДП	-3040,7	491,1	367,1	279,1	212,7	182,9
Итого:	-3040,7	-1985,9	-1193,2	-590,8	-135,9	47,0

Таблица 6

**Расчет ЧДП для ООО «Солнышко» и ООО «Долина»
при совместной реализации проекта по строительству и содержанию склада (тыс. руб.)**

Показатель	Горизонт планирования					
	2016	2018	2020	2022	2024	2025
Приток:						
Снижение затрат на аренду склада для собственных нужд	-	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0
Отток:						
Дополнительные затраты на охрану, персонал	-	-360	-360	-360	-360	-360
Отчисления на социальные нужды	-	-112,3	-112,3	-112,3	-112,3	-112,3
Дополнительные затраты на содержание склада	-	-200	-200	-200	-200	-200
Прочие затраты	-	-13,5	-13,5	-13,5	-13,5	-13,5
Налоги	-	-73,0	-67,9	-62,8	-57,7	-55,1
Суммарный отток денежных средств	3495,0	-758,9	-753,7	-748,6	-743,5	-740,9
Чистый денежный приток	-3495,0	2241,1	2246,3	2251,4	2256,5	2259,1
Коэффициент дисконтирования	0,87	0,66	0,49	0,37	0,28	0,25
Дисконтированный ЧДП	-3040,7	1479,1	1100,7	833,0	631,8	542,2
Итого:	-3040,7	139,8	2519,4	4319,4	5672,5	6214,7

Все вышеизложенное позволяет говорить о том, что интеграционные процессы расширяют инвестиционные возможности предприятий, в том числе, дают возможность для внедрения инноваций, которые для отдельно взятых хозяйствующих субъектов из-за высокого уровня необходимых единовременных затрат оказываются недостижимы. Таким образом, интегрированные корпоративные структуры вполне могут стать движущим фактором обеспечения инновационно-инвестиционной активности в экономической системе России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афоничкин А.И., Пустынникова Е.В.. Процессы интегрированного управления в корпоративных системах: монография /Ульяновск: УлГУ, 2010. 347 с.

2.Пустынникова Е.В. Процессы эффективного управления корпоративными структурами в экономических кластерах (на примере Улья-

новской области): автореферат дисс. докт. экон. наук. Ульяновск: УлГУ, 2012. 51с.

3.Пустынникова Е.В. Процессы интеграции экономических систем в региональные кластеры (на примере Ульяновской области): монография. Ульяновск: УлГУ, 2011. 242 с.

4.Касатов А.Д. Методология управления инвестиционной деятельностью интегрированных корпоративных структур в промышленности: автореф. дис. докт. экон. наук. Самара, 2011. 43 с.

5.Инновационная активность организаций (удельный вес организаций, осуществляющих технологические, организационные, маркетинговые инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций) [Электронный ресурс]. URL:

http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/science_and_innovations/science/# (дата обращения: 20.03.2016)

6.Лукаевич И.Я. Альтернативные подходы к оценке инвестиционных проектов // Финансы. 2010. № 9. С. 56–61.

Pustynnikova E.V., Romanova M.M.**FEATURES OF INVESTMENT ACTIVITIES IN THE INTEGRATION**

The integration processes in the economy contribute to the emergence of special economic entities - the integrated corporate structures. Their work is characterized by significant advantages based on the action of a synergistic effect, which ensures the coordination of interests of participating companies and the construction of a sustainable system of mutually beneficial cooperation. Much of these positive characteristics projected in the investment activity. In the survey conducted in the framework of the present article studies found its justification the idea that the implementation of investment activities, based on synergies into account, allows you to achieve higher rates of economic efficiency of investments. The performed SWOT-analysis of investment activity in the integrated corporate structure has allowed to identify the strengths, weaknesses, opportunities and threats to the investment in terms of integration. However, quantitative and qualitative preponderance of the positive aspects of joint investment allows us to speak about integration as a possible driving factor in the growth of innovation and investment activity of economic entities at the present stage.

Key words: *investment, strategy, integrated corporate structure, integration processes, a synergistic effect innovation potential, corporate culture.*

Пустынникова Екатерина Васильевна доктор экономических наук, профессор кафедры Экономики и организации производства

Ульяновский государственный университет

Адрес: Россия, 432000, Ульяновск, ул. Л. Толстого, д. 38

E-mail: ebrezneva@list.ru

Романова Мария Михайловна магистрант 1 курса «Экономическая безопасность организации»

Ульяновский государственный университет

Адрес: Россия, 432000, Ульяновск, ул. Л. Толстого, д. 38

E-mail: mariya-romanova-1993@bk.ru

Мурадова З.Р., канд. эконом. наук, доц.,
Магомедова З.М., магистрант
Дагестанский государственный технический университет

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР РЫНКА НЕДВИЖИМОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН

zaremamuradova@mail.ru

Российский рынок недвижимости отражает все проблемы российской экономики и одновременно является объектом активной инвестиционной деятельности. На рынке недвижимости переплетаются интересы всех экономических субъектов: и продавцов, и покупателей, и посредников, и государства. Каждый из участников рынка недвижимости для принятия решений должен иметь качественную, достоверную и актуальную информацию о состоянии рыночной среды и условиях сделок. В связи с этим большое значение имеет информационно-аналитическое обеспечение рынка недвижимости. В статье проведен информационно-аналитический обзор рынка недвижимости в Республике Дагестан: проведен анализ структуры рынка недвижимости по объекту купли-продажи, по типам сделок, по назначению объекта недвижимости и категории земель.

Ключевые слова: рынок недвижимости, первичный рынок, вторичный рынок, объекты сделок, Республика Дагестан.

Рынок недвижимости имеет большое значение как для эффективного развития экономики в целом, так и для решения социальных вопросов создания комфортных и качественных условий жизни населения и отражает основные процессы, происходящие в социально-экономическом развитии страны и его отдельных регионов. Так как рынок недвижимости реализуются интересы государства, инвесторов, посредников, домашних хозяйств, то основными субъектами на рынке недвижимости являются

- физические и юридические лица как покупатели;
- собственники имущества, фонды имущества, органы, уполномоченные местной властью, как продавцы;
- различные виды посредников, которые организуют процесс купли-продажи и передачи прав собственности;
- государственные органы, которые регистрируют право собственности и ведут учет информации о сделках с недвижимостью.

Каждый участник рыночных отношений должен располагать информацией, необходимой для принятия решений. Однако, информационно-аналитическое обеспечение рынка недвижимости в России в целом, а тем более в регионах, недостаточно развито. В первую очередь, информация о рынке недвижимости необходима государству, поэтому оно должно финансировать развитие организационных структур по системному и качественному информационно-аналитическому обеспечению рынка недвижимости как за счет бюджетных средств, так и на основе государственно-частного партнерства. Кроме того, информационно-аналитическое

обеспечение рынка недвижимости могут осуществлять коммерческие фирмы, для которых это является профессиональной деятельностью.

Информация о рынке недвижимости не является такой же открытой и доступной, как на рынке товаров и услуг, так как в сделках с недвижимостью не всегда указывается достоверная информация в связи с высоким уровнем государственных налогов и платежей. Применение устаревшего методического аппарата может привести к получению искаженного результата, не совпадающего с текущими реалиями и возможными ожиданиям рынка. Отсутствие единых верифицированных баз данных, необходимого объема информации или ее недоступность вынуждают оценщиков использовать сведения, которые с точки зрения достоверности могут быть подвергнуты сомнению. [1, с. 82].

На рынке недвижимости выделяются две его составляющие: первичный и вторичный рынок недвижимости.

На первичном рынке недвижимость как товар выступает впервые. Основными продавцами недвижимости в таком случае выступают государство в лице своих федеральных, региональных и местных органов власти, а также строительные компании – поставщики жилой и нежилой недвижимости.

На вторичном рынке недвижимость выступает как товар, ранее бывший в употреблении и принадлежащий определенному собственнику – физическому или юридическому лицу. [2, с. 29]

На основе доступной информации Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии рассмотрим основные

показатели развития рынка недвижимости Республики Дагестан.

Структура рынка недвижимости Республики Дагестан по виду объекта недвижимости в 2015 году представлена в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, общее количество объектов недвижимости в Республике Дагестан

в 2015 году составило 96867 объектов, из них наибольший удельный вес занимают помещения – 66,25 %, на втором месте – здания (32,01 %), на третьем месте земельные участки – 1,58 %. Остальные объекты: сооружения, объекты незавершенного строительства и не указанные объекты составляют всего лишь 0,15 % [3].

Таблица 1

Структура рынка недвижимости по виду объекта недвижимости Республики Дагестан в 2015 году [3]

№п\п	Объект недвижимости	Количество	Удельный вес, %
1	Общее количество объектов	96867	100
2	Помещение	64174	66,25
3	Здание	31007	32,01
4	Земельный участок	1530	1,58
5	Объекты незавершенного строительства	58	0,06
6	Сооружение	19	0,02
7	Не указан	68	0,07

Для изменения имущественных прав собственности или права пользования объектом на рынке недвижимости применяются различные виды сделок: купля-продажа, дарение, наследование, рента, ипотека, аренда, лизинг и другие. На рисунке 2 представлены виды сделок с недвижимостью в Республике Дагестан в 2015 году.

Из представленной в таблице 2 информации, можно сделать вывод, что наибольший

удельный вес из общего количества сделок с недвижимостью занимают договоры купли-продажи – 92225 сделок, что составляет 95,2 % от общего количества сделок. По договору купли-продажи продавец обязуется передать имущество в собственность покупателю, а покупатель обязуется принять имущество и уплатить за него определенную денежную сумму.

Таблица 2

Количество объектов по типам сделок и назначению объекта недвижимости и категории земель в Республике Дагестан в 2015 году [3]

№ п\п	Наименование показателя	Количество сделок	Удельный вес, %
1.	Количество объектов по типам сделок		
2.	Общее количество	96867	100
3.	Договор купли-продажи (без ипотеки)	92225	95,2
4.	Договор дарения	3789	3,91
5.	Договор аренды	536	0,55
6.	Договор приватизации	17	0,18
	Количество объектов по назначению и категории земель		
7.	Общее количество	96867	100

8.	Жилое помещение	63977	66,04
9.	Жилой дом	30752	31,75
10.	Земли населенных пунктов	1102	1,14
11.	Земли сельскохозяйственного назначения	362	0,37
12.	Нежилое здание	256	0,26
13.	Нежилое помещение	201	0,2
14.	Иное	155	0,16
15.	Земли промышленности	53	0,054
16.	Земли особо охраняемых территорий	7	–
17.	Земли лесного фонда	2	–

По договору дарения, который представляет собой безвозмездную передачу недвижимости собственником другому лицу, к которому переходит право собственности, осуществлено в Республике Дагестан в 2015 году 3789 сделок, что составляет 3,9%.

По договору аренды, согласно которому арендодатель обязуется предоставить арендатору имущество во временное пользование за определенную плату для осуществления предпринимательской деятельности или иных целей, в республике осуществлено 536 сделок, что составляет 0,55 %.

Такая структура рынка недвижимости по типу сделок свидетельствует о значительном преобладании рынка жилья по сравнению с рынком коммерческой недвижимости, так как на рынке коммерческой недвижимости преобладают сделки аренды, а не сделки купли-продажи, как на рынке жилья. Рынок коммерческой недвижимости в Республике Дагестан, несмотря на небольшое количество сделок, имеет большие перспективы роста в связи с развитием малого бизнеса и предпринимательства.

Представленные в таблице 2 данные показывают, что в Республике Дагестан в 2015 году из общего количества объектов недвижимости (96867 сделок) жилые помещения составляют 63977 сделок (66 %), жилые дома – 30752 (31,7 %), земли населенных пунктов – 1102 (1,1 %), остальное количество сделок в объеме 1036 (1,07 %) приходится на земли сельскохозяйственного назначения, нежилые здания, нежилые помещения, земли промышленности, земли особо охраняемых территорий и земли лесного фонда. Эти данные также отражают преобладающее развитие рынка жилой недвижимости в Республике Дагестан.

Для большей части населения наиболее актуальным остается рынок жилья. С начала года на рынок недвижимости существенное влияние оказывало снижение доходов населения, рост стоимости потребительских кредитов, изменение курса валют. Тем не менее, спрос на недвижимость поддерживается объективной потребностью населения в улучшении жилищных условий.

По данным официальной статистической отчетности на конец I квартала 2015 года средняя цена одного квадратного метра общей площади квартир на первичном рынке составила 37634 рубля, на вторичном рынке – 38241 рубль.

На первичном рынке стоимость квартир по сравнению с IV кварталом 2014г. выросла незначительно - на 0,3 % (с I кварталом 2014 года рост на 2,7 %). На вторичном рынке был отмечен рост цен на 0,8 % и 5,4 % соответственно.

Рост цен наблюдался почти во всех субъектах, входящих в состав Северо-Кавказского федерального округа. Для сравнения: на первичном рынке квартиры подорожали в Ставропольском крае – на 6,5 %, Республике Северная Осетия-Алания – на 4,8 %, Республике Дагестан – на 3,2 %, Республике Ингушетия – на 1 %, Карачаево-Черкесской Республике – на 0,6 %. В Чеченской Республике стоимость 1 м² общей площади квартир снизилась на 1,1 %.

На вторичном рынке жилья наибольший рост отмечен в Республике Ингушетия – на 14,2 %. Наименьший рост цен наблюдался в Республике Дагестан – на 4,8 %, Чеченской Республике – на 2,7 %, Карачаево-Черкесской Республике – на 0,5 %, Республике Северная Осетия-Алания - на 0,4 %. В Ставропольском крае квартиры подешевели на 2,3 %.

Таблица 3

Справка о средней стоимости строительства многоквартирных жилых домов массового спроса и ценах на рынке недвижимости по регионам Российской Федерации на ноябрь 2015 года

№ п/п	Наименование федерального округа и региона	Полная стоимость строительства жилых домов массового спроса на 1 м ² общей площади квартир жилых зданий (для вновь начинаемых строительством)	Средние рыночные показатели предложений на первичном рынке жилья, отнесенные на 1 м ² общей площади квартир домов массового спроса	Средние рыночные показатели предложений на вторичном рынке типового жилья, отнесенные на 1 м ² общей площади квартир жилых зданий
1.	Российская Федерация, в среднем	45519	48691	55253
2.	г. Москва	81079	139411	162485
3.	Северо-Кавказский федеральный округ			
4.	Республика Адыгея (Адыгея)	39795	47075	49438
5.	Республика Дагестан	31055	36736	40805
6.	Республика Ингушетия	29406	34785	37584
7.	Кабардино-Балкарская Республика	32261	38163	41233
8.	Республика Калмыкия	32450	38386	41475
9.	Карачаево-Черкесская Республика	29537	34940	37751
10.	Республика Северная Осетия – Алания	31041	36719	39673

Источник: [5] www.a-s-g.ru

Самые высокие цены на первичном рынке отмечены в Республике Ингушетия (50627 рублей), самые низкие – в Республике Дагестан (30614 рублей).

На вторичном рынке жилья самыми дорогими сложились квартиры в Карачаево-Черкесской Республике (44548 рублей за 1 м²), самыми дешевыми – в Ставропольском крае (33180 рублей за 1 м²). [4]

По данным Ассоциации строителей России средняя стоимость строительства многоквартирных жилых домов массового спроса и цены на рынке недвижимости по регионам Российской Федерации на ноябрь 2015 года составляют следующие величины (см. табл. 3).

Как видно из таблицы 2, по всем трем показателям цены в Республике Дагестан ниже, чем по Российской Федерации в целом. Однако, с учетом уровня доходов населения, жилье в Республике Дагестан не является столь доступным. Ипотечный банк «ДельтаКредит» опубликовал исследование, основанное на данных федеральной службы статистики. Согласно ему, сложнее всего в России купить жилье в своем регионе москвичам и жителям Республики Дагестан, проще всего – жителям Магаданской и Тюменской областей. Так, на одну зарплату среднестатистический россиянин может купить 0,61 м² недвижимости [6]. Среднестатистический житель Республики Дагестан может приобрести только 0,38 м² недвижимости.

Таким образом, на основе проведенного анализа рынка недвижимости Республики Дагестан, можно сделать вывод, что на рынке недвижимости в Республике Дагестан в качестве объектов купли-продажи преобладают помещения и здания; основной формой сделок являются сделки купли-продажи и дарения, что свидетельствует о неразвитости рынка коммерческой недвижимости; из общего количества объектов недвижимости преобладают жилые помещения и жилые дома; цены на недвижимость ниже, чем в среднем по Российской Федерации, однако с учетом уровня доходов жителей республики труднее всего приобрести жилье, по сравнению с другими регионами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корнилов Д.А. Технология информационно-аналитического обеспечения процесса индивидуальной оценки недвижимого имущества // Имущественные отношения в РФ. 2011. №7 С. 82–95.
2. Цыганенко В.С. Экономика рынка недвижимости. СПб: СПбГУИТМО, 2008. 120 с.
3. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. www.gosreestr.ru
4. Росстат [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. [М.,2016]. Режим доступа: <http://www.gks.ru>
5. Ассоциация строителей России. www.a-s-r.ru
6. Королева А. Недоступное жилье [Электронный ресурс]. expert.ru/2015/11/30/nedostupnoe-zhile

Magomedova Z. M., Muradova Z.R.

INFORMATION-ANALYTICAL REVIEW OF THE REAL ESTATE MARKET IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN

The Russian real estate market reflects all the problems of the Russian economy and at the same time is subject to active investment activities. In the real estate market are intertwined the interests of all economic agents: sellers, buyers, and intermediaries, and States. Each of the real estate market participants to make decisions must have a quality, reliable and relevant information about the state of the market environment and conditions of transactions. In this connection the great value has the information and analytical support of the real estate market. The article gives the information-analytical review of the real estate market in the Republic of Dagestan: the analysis of the structure of the market of the real estate object of sale, by type of transaction, purpose of the property and categories of land.

Key words: *real estate market, primary market, secondary market, the objects of transactions, Dagestan*

Мурадова Зарема Рамазановна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономического развития, маркетинга и бизнеса

Дагестанский государственный технический университет

Адрес: 367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, пр. И. Шамиля, д.70

E-mail: zaremamuradova@mail.ru

Магомедова Заира Магомедовна, магистрант.

Дагестанский государственный технический университет

Адрес: 367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, пр. И. Шамиля, д.70

Научное издание

«Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова»
№ 7, 2016 г.

Научно-теоретический журнал

Ответственный за выпуск Н.И. Алфимова
Компьютерная верстка А.В. Федоренко
Дизайн обложки Е.А. Гиенко

Учредитель журнала – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовой информации ПИ №ФС77-26533

Сдано в набор 01.05.16. Подписано в печать 14.06.16. Формат 60×84/8

Усл. печ. л. 28,71. Уч.-изд. л. 30,88.

Тираж 1000 экз. Заказ 177. 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