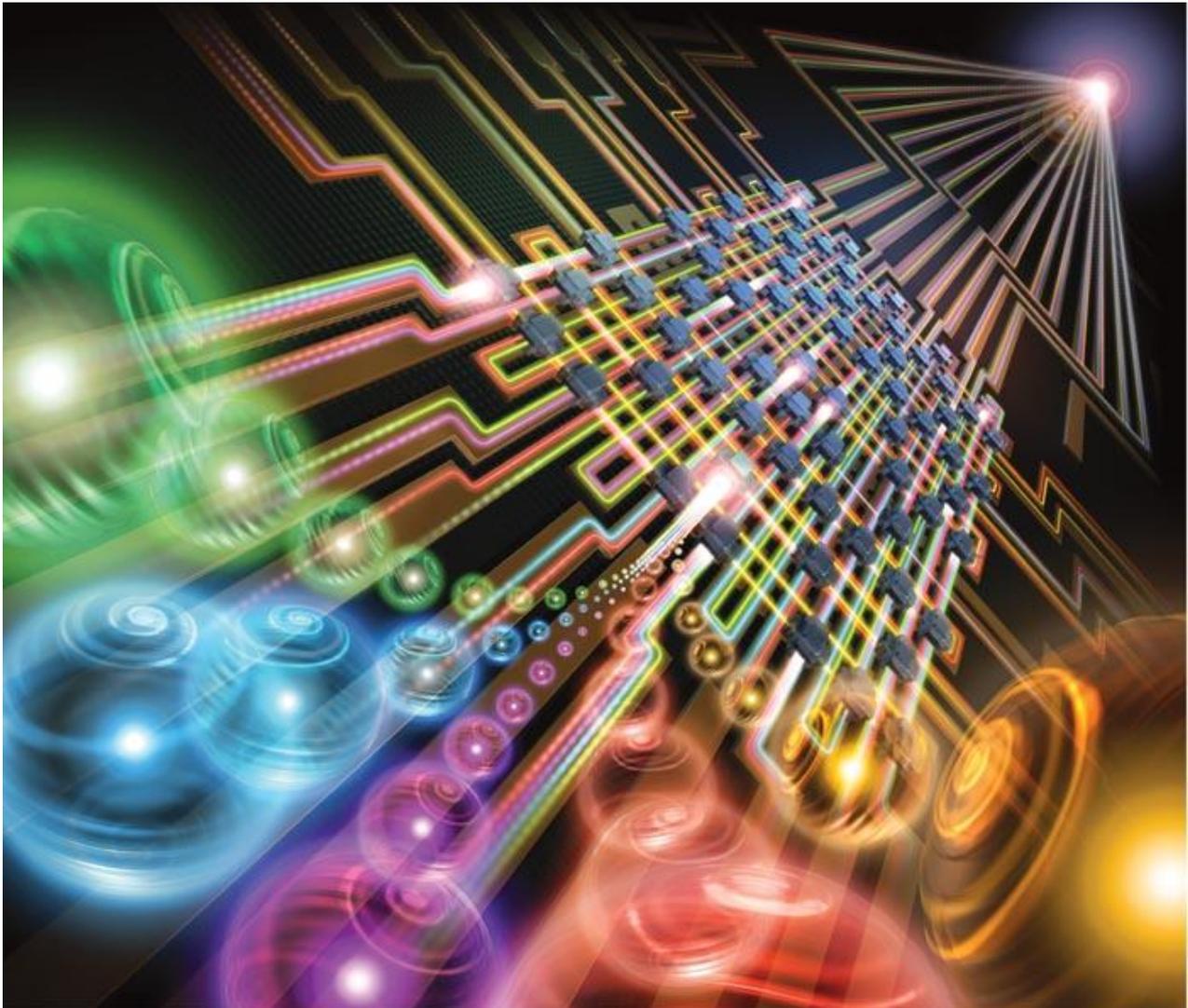




# **МОЛОДАЯ МЫСЛЬ: наука, технологии, инновации**



**Материалы VIII (XIV) Всероссийской научно-  
технической конференции студентов, магистрантов,  
аспирантов и молодых ученых  
21-25 марта 2016 года**

**Братск 2016**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Молодая мысль:  
наука,  
ТЕХНОЛОГИИ,  
ИННОВАЦИИ**

**Материалы VIII (XIV) Всероссийской  
научно-технической конференции  
студентов, магистрантов, аспирантов  
и молодых ученых  
21-25 марта 2016 года**

Братск

Издательство Братского государственного университета  
2016

УДК 72:624

Молодая мысль: Наука. Технологии. Инновации: материалы VIII (XIV) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: ФГБОУ ВО «БрГУ», 2016. – 296с.

ISBN 000-0-0000-0000-0

*Доклады и сообщения отражают основные результаты научно-исследовательской деятельности научно-педагогических работников, студентов, магистрантов, аспирантов Братского государственного университета и других вузов России по широкому кругу вопросов.*

**Редакционная коллегия:**

Люблинский В.А., к. т. н., профессор

Рунова Е. М., д.с-х.н., профессор

Никифорова В.А., д.б.н., профессор

Черутова М.И., к.э.н., профессор

Янюшкин А.С., д.т.н., профессор

Федяев А. А., д.т.н., профессор

Игнатъев И. В., к.т.н., профессор

Алпатов Ю.Н., д.т.н., профессор

Иванов В.А., д.т.н., профессор

Видищева Е.А., к. т. н., доцент

Глебушкина Л.В., ответственный секретарь

Орлова Ю.В., технический секретарь

Научно-техническая конференция зарегистрирована в Министерстве образования и науки РФ

ISBN 000-0-0000-0000-0

© ФГБОУ ВО «БрГУ», 2016

© Факультет магистерской подготовки, 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Строительство и архитектура*

<b>Агеева М.Г., Глебушкина Л.В., Перетолчина Л.В.</b> Проблемы реализации программы «Переселение граждан из аварийного жилищного фонда» в Сибирском федеральном округе.....	3
<b>Ахметова Л.Р.</b> Ретроспективный анализ проектных решений объектов детских дошкольных учреждений.....	7
<b>Герасимова Е.В., Свергунова Н.А.</b> Оценка учебно-воспитательных учреждений города Братска.....	11
<b>Григорьев Д.В., Уткин Д.Г.</b> Прочность наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов с зонным армированием из стальной фибры при кратковременном динамическом нагружении.....	15
<b>Грищенко А.В., Перетолчина Л.В., Глебушкина Л.В.</b> Экологические аспекты связи ландшафтного и градостроительного проектирования открытых городских пространств.....	18
<b>Макарова И.А., Дерунов С.И., Тимофеев Ю.А., Гаврищук Ю.С.</b> Способы регулирования свойств глинокремнеземистого керамического материала.....	23
<b>Зайцев И.А., Уткин Д.Г.</b> Прочность и деформативность изгибаемых железобетонных элементов со смешанным армированием .....	26
<b>Зуев Е.В., Федосов С.А., Кряжева Ю.М.</b> Методы определения прочности бетона....	28
<b>Ильичев В.А., Гуж Т.С., Козиков А.М.</b> Применение энергетического метода при автоматизации процесса расчета статически определимых и неопределимых стержневых систем на примере стальных ферм .....	32
<b>Фроловская А.В., Петрова Ю.М., Химченко Н.Н.</b> Исследование несущей способности элементов стропильной фермы из тонкостенных оцинкованных профилей....	35
<b>Кожанова А.С., Парфенов С.Г.</b> Расчет железобетонных конструкций в условиях высоких температур с учетом деформативных свойств бетона.....	39
<b>Кожанова А.С.</b> Исследование железобетонных плит, опертых по контуру.....	43
<b>Маргарян Д.Э., С.А. Белых С.А.</b> Легкий бетон на основе отходов.....	46
<b>Кобзов Д.Ю., Губанов В.Г., Корякина Д.С.</b> О совершенствовании конструкции длинноходовых гидроцилиндров .....	49
<b>Дудина И.В., Муска Е.А.</b> Особенности расчета внецентренно сжатых железобетонных колонн с учетом нелинейности материалов.....	52
<b>Краснов Д.Н., Царенкова Е.В.</b> Анализ методов восстановления работоспособности железобетонных конструкций.....	55
<b>Ломакина А.А.</b> Компоненты для сухих строительных смесей на основе вторичных ресурсов.....	59
<b>Свергунова Н.А., Рожкова М.Е.</b> Эффективность транспорта в решении задач городского развития .....	63
<b>Саидов Ф.Ю., Абдукундузов А.В.</b> Обзор оборудования для демонтажа строительных конструкций.....	66
<b>Сапегин А.В., Кривенко Е.И.</b> Особенности статического расчета на вероятностной основе многоэтажных зданий с железобетонным каркасом.....	70
<b>Косых А.В., Серышева Е.П.</b> К вопросу повышения коэффициента качества газобетонов.....	75
<b>Герасимова С.В.</b> Анализ деятельности культурно-досуговых учреждений города Братска .....	79

<b>Мурзакаева Т.М., Енджиевская И.Г., Енджиевский А.С.</b> Строительные растворы на основе цеолита Сахаптинского месторождения.....	82
<b>Маргарян Д.Э.</b> Изучение возможностей применения кремнезоля для повышения эффективности сухих строительных смесей.....	87
<b>Собчук Е.В., Шмырко А.А.</b> Оценка качества золы ТЭЦ ЗАО «Иркутскзолопродукт»	92
<b>Макарова И.А., Собчук Е.В., Шатских И.П.</b> Получение осветленного черепка из суглинка с повышенным содержанием карбонатов.....	94
<b>Зиновьев А.А., Собчук Е.В., Беков Ф.Б.</b> Эффективность получения и применения композиционного цемента на основе минеральных добавок из попутных продуктов местных производств.....	98
<b>Дудина И.В., Хохлова Н.В.</b> Анализ результатов оптимизации многопустотных панелей перекрытия для малоэтажного строительства.....	101
<b>Шарифов Д.М.</b> Процессы происходящие в бетонной смеси при обработке бетоноотделочной машины с термическим воздействием.....	104
<b>Шарифов Д.М.</b> Массообмен в процессе термообработки бетона. Температурные напряжения и деформации бетона при его термообработке.....	108
<b>Шарифов Д.М., Вельш Н.В., Федоров В.С., Герасимов С.Н.</b> Рабочий орган бетоноотделочной машины с термическим воздействием.....	111
<b>Попова А.А., Свергунова Н.А.</b> Понятие «безбарьерной среды» для маломобильной группы населения.....	114
<b>Видищева Е.А., Видищева Д.Д., Шехов Ш.П.</b> Международная практика «зеленого» строительства.....	117
<b>Бородина Д.А.</b> Обоснование состава комплексных добавок для сухих строительных смесей.....	120
<b>Попова А.А., Свергунова Н.А.</b> Доступность социально-культурных объектов для маломобильной группы населения.....	125
<b>Кожевникова К.Ф., Лисеенко М.А.</b> Определение начала прогрессирующего разрушения многоэтажного панельного здания.....	128
<b>Лисеенко М.А., Кожевникова К.Ф.</b> Влияние модуля упругости на податливость связей сдвига с учетом времени и перераспределение усилий в несущих системах многоэтажных зданий.....	131
<b>Видищева Д.Д., Шехов Ш.П.</b> Особенности адаптации требований «зеленых» стандартов к существующим объектам жилой недвижимости.....	134

## *Лесное и зеленое хозяйство, ландшафтное строительство*



<b>Скрябикова А.Ю.</b> Сравнительный анализ флоры заливов Братского водохранилища	138
<b>Гридневская Е.В., Чжан С.А.</b> Оценка состояния горимости лесов Сибири.....	140
<b>Сараева Е.А., Чжан С.А.</b> Влияние рубок ухода на продуктивность лесов в условиях Братского лесничества.....	142
<b>Шмыгун Ю.А., Пузанова О.А.</b> Влияния рекреационных нагрузок на состояние зеленых насаждений.....	145
<b>Новицкая Е.А., Пузанова О.А.</b> Проблемы лесовосстановления в Иркутской области.....	147

## Менеджмент

<b>Афанасьев А.А.</b> Право на идеальные результаты интеллектуальной деятельности.....	151
<b>Булатова Т.А.</b> Сущность кредитного риска в современной банковской деятельности.	153
<b>Груднина Е.Л.</b> Проблемы управления качеством образования в учреждении дополнительного образования детей (из опыта работы МАУ ДО “ДДЮТ” МО г.Братска).	155
<b>Куличкова Н.Г.</b> Проблемы муниципального управления в малых городах России.....	159
<b>Малина К.К.</b> Роль стратегического менеджмента в управлении организацией.....	162
<b>Саутин Р.А.</b> Использование проектных методов обучения в преподавании менеджмента в высшей школе.....	166
<b>Кудашкин В.А., Наумова Н.Н.</b> Основные подходы и методы оценки человеческого капитала организации: опыт зарубежных исследователей.....	170
<b>Свергунова Н.А.</b> Анализ состояния жилищного фонда города Братска в современных условиях.....	178
<b>Латушкина С.В.</b> Инвестиционная политика в энергетике региона в условиях реформирования отрасли.....	180
<b>Трифонова С.Н.</b> Проблемы маркетинга персонала в организациях здравоохранения г. Братска.....	185
<b>Шамсутдинова Д.С.</b> Инновационные разработки в охранном бизнесе.....	188

## Экология и природопользование

<b>Кудряшова М.В.</b> Основные проблемы экологизации образа жизни населения г. Н. Новгорода.....	192
<b>Латухин Ф.В.</b> Система раздельного сбора мусора как решение проблемы утилизации твёрдых бытовых отходов в Иркутской области.....	197
<b>Фадеева Я.В., Сторожилов И.В.</b> Охрана окружающей среды.....	202

## Современные технологические машины и оборудование

<b>Загребский Е.В., Камнев А.В., Коваль В.С.</b> Гидравлический амортизатор как объект исследования.....	206
<b>Загребский Е.В., Камнев А.В., Коваль В.С.</b> Методы и средства испытания гидравлических амортизаторов.....	208
<b>Файзов А.Х., Мамаев Л.А., Герасимов С.Н.</b> Вибрационный валковый рабочий орган бетоноотделочной машины.....	210
<b>Зеньков С.А., Дрюпин П.Ю., Кухарчук С.А.</b> Обзор гибких нагревательных элементов для снижения адгезии грунта к рабочим органам СДМ.....	214
<b>Клушин И.О., Герасимов С.Н., Федоров В.С., Мамаев Л.А.</b> Воздействия магнитного поля в сочетании с ультразвуковым ударным инструментом на	

незатвердевшие бетонные поверхности.....	219
<b>Избинский Р.В., Тусупбеков Н.Т., Скендилов К.А.</b> Устранение засаливания алмазных кругов при комбинированной электроалмазной обработке.....	221
<b>Избинский Р.В. Скендилов К.А., Тусупбеков Н.Т.</b> Износ алмазных кругов при комбинированной электроалмазной обработке.....	225
<b>Кузнецова Е.М.</b> Эффективное применение электроалмазной обработки.....	229
<b>Елтай М.З., Селина О.В., Иванов А.В., Попилова Т.Г.</b> Проблемы механической обработки высокопрочных материалов.....	232
<b>Сидоренко С.А.</b> Этапы автоматизации подготовки производства изделий из композиционных материалов.....	237
<b>Лосев Е.Д., Кузнецова Е.М., Попилова Т.Г.</b> Исследование тепловых процессов при токарной обработке конструкционных сталей твердосплавным инструментом.....	241

## *Теплоэнергетика и теплотехника*



<b>Сатторов М.Х.</b> Повышение эффективности и регулируемая вентиляция жилых многоэтажных зданий.....	248
<b>Федюнина Е.С., Сатторов М.Х.</b> Использование высокозольного непроектного угля на котлоагрегатах филиала ПАО «Иркутскэнерго» ТЭЦ-6.....	253

## *Электроэнергетика и электротехника*



<b>Дербин В.В.</b> Сравнение математических аппаратов при анализе гармонического состава сигнала.....	258
<b>Дербин В.В., Долматов Д.А.</b> Оценка надёжности воздушной линии 110 кВ «Огнёвка - Опорная».....	260

## *Автоматизация и управление*



<b>Тимчук Б.С.</b> Методы синтеза регуляторов для систем с транспортным запаздыванием.....	264
<b>Шуманский Э.К.</b> Исследование динамических свойств сушильной части пресспата... 268	268

## *Информационные системы и технологии*

.....

---

<b>Автайкина Д.Р.</b> Проблема автоматизации HR-процессов на предприятии.....	273
<b>Болякно В.А.</b> Синтез структуры многомерных систем управления на примере двумерной систем.....	275
<b>Бондин В.А.</b> К вопросу о симуляция атомного взаимодействия.....	277
<b>Маленкова И.Н.</b> Методические основы проведения аудита информационной безопасности.....	281
<b>Хлыстов А.Н.</b> Сложность МД-моделирования физических процессов.....	284

*Технология лесозаготовительных и  
деревообрабатывающих производств*

.....

---

<b>Вовк В.А., Гуленко В.Е.</b> Устройство для извлечения ядер из кедрового ореха.....	289
---	-----

## Строительство и архитектура



УДК 69.059; 332.812

### Проблемы реализации программы «Переселение граждан из аварийного жилищного фонда» в Сибирском федеральном округе

М.Г. Агеева, Л.В. Глебушкина, Л.В. Перетолчина

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** жилищный фонд, ветхое и аварийное жилье, адресная программа по переселению граждан, модернизация и реформирование жилищно-коммунального хозяйства, фонд реформирования ЖКХ.

*В статье проанализированы вопросы расселения из ветхого и аварийного жилья. Охарактеризовано современное состояние жилищного фонда с точки зрения аварийности и ветхости в целом по Российской Федерации, выделены проблемные регионы. Отражены сведения по реализации программы «Переселение граждан из аварийного жилищного фонда» в Сибирском федеральном округе за отчетный период 2014-2015 год. Обозначены проблемы, возникающие в процессе реализации программы.*

Одной из основных задач жилищной политики является решение проблемы ветхого и аварийного жилья. Ветхий фонд, с одной стороны, портит общий вид местности, производит негативное впечатление не только на самих горожан, но и на приезжих; с другой стороны, проживание в таких домах несет в себе зачастую прямую угрозу жизни. Кроме того, процессы в сфере переселения граждан из ветхого, аварийного жилья могут стать локомотивом для развития строительной отрасли и обеспечить мультипликативный эффект социально-экономического развития региона и страны.

Президентом РФ был подписан Федеральный закон о расселении из ветхого жилья, принятый 26 февраля 2010 года, регулирующий переселение граждан в пригодные для жизни жилищные помещения. Во всех регионах России была разработана адресная программа переселения (сноса) ветхого жилья. Программы разработаны в соответствии с Федеральным законом от 21 июля 2007 года N 185-ФЗ «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства». Реализация программы финансируется большей частью Фондом содействия реформированию ЖКХ и республиканским, областным или краевым бюджетами, остальное – местными муниципалитетами.

Состояние жилищного фонда характеризуют различные показатели. Показатели аварийного и ветхого жилья в основном представлены их долей в общей площади жилых помещений. Данные свидетельствуют о росте аварийности и ветхости жилья в Российской Федерации. Хотя в 2013 году наблюдается некоторое снижение показателя, тем не менее доля аварийных помещений имеет неуклонную тенденцию к росту. Если говорить о регионах, то наиболее высокий удельный вес аварийного и ветхого жилья приходится на следующие регионы: Республика Ингушетия – 22,8%, Республика Дагестан – 17,4%, Республика Тыва – 14,9%, Республика Саха – 14,4%, Ямало-Ненецкий автономный округ – 10,2%, Магаданская область – 10,0%, Астраханская область – 9,9%. «Лидерами» по ветхости и аварийности жи-

ля среди регионов Приволжского федерального округа можно считать Кировскую область – 7,3%, Республику Марий Эл – 4,9%, Пермский край – 3,5%, Оренбургскую область – 3,2%.

Ситуация по стране по реализации программы в целом, изображена на рис. 1. По данным Государственной корпорации - Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства в 2015 г. по данным ежемесячных отчетов расселено 2 400,48 тыс. м<sup>2</sup>. На контроле по Распоряжению Правительства РФ № 1743-р (целевые показатели с 2014 г. по 2017 г.) содержится 11 400,85 тыс. м<sup>2</sup> или 47 352 аварийных дома. Несмотря на положительную динамику в сфере расселения ветхого и аварийного жилья, благодаря Государственной программе по модернизации и реформированию ЖКХ, адресным программам по переселению населения, имеется ещё множество нерешенных проблем, связанных со сроками реализации программы, ответственностью за срыв сроков расселения, нормативно-правовой базой, механизмом «состыковки» адресных программ по переселению граждан из аварийного жилищного фонда и программ по улучшению жилищных условий и т. п.



а) б)

Рис.1. Данные, характеризующие исполнение программы переселения по Российской Федерации

В настоящее время муниципальное образование «город Москва», Калининградская область и Республика Ингушетия – досрочно завершают программу по переселению из аварийного жилья.

По Сибирскому федеральному округу ситуация отображена в табл. 1. При сравнительном анализе данных, были выявлены три степени реализации программы:

1. В Кемеровской, Новосибирской, Омской областях, Красноярском и Алтайском крае, Республике Хакасии переселение граждан из аварийного жилищного фонда в 90% случаев проходит по графику;

2. В Республике Тыва и Республике Алтай, в Томской области переселение граждан из аварийного жилищного фонда отстает от графика до 3-х месяцев и площадь аварийных домов составляет более 10% от площади всех аварийных домов, расселяемых в отчетный период 2014-2015 гг.;

3. Переселение граждан из аварийного жилищного фонда отстает от графика более 3-х месяцев и площадь аварийных домов составляет более 20% от площади всех аварийных домов, расселяемых в отчетный период 2014-2015 гг.: в Забайкальском крае, в Иркутской области, в Республике Бурятия.

Таблица 1

## Сведения по реализации программы «Переселение граждан из аварийного жилищного фонда» Сибирского федерального округа за отчетный период 2014-2015 год

№ п/п	Субъект Сибирского федерального округа (количество многоквартирных домов, шт)	Общая оценка отчетного периода 2014-2015 годов
1	2	3
1	Алтайский край (531)	По 19 домам расселение отстает от графика более 3 месяцев (8.67 тыс. м <sup>2</sup> ). По 14 домам расселение отстает от графика до 3 месяцев (3.93 тыс. м <sup>2</sup> ). По 76 домам расселение идет по графику (24.94 тыс. м <sup>2</sup> ). По 84 домам завершено расселение в этап 2014-2015 годов (25.67 тыс. м <sup>2</sup> ). По 2 домам данных нет. По 24 домам идут судебные процессы (10.55 тыс. м <sup>2</sup> ). По 213 домам расселение не начиналось (46.99 тыс. м <sup>2</sup> ).
2	Забайкальский край (429)	По 204 домам расселение отстает от графика более 3 месяцев (20.02 тыс. м <sup>2</sup> ). По 18 домам расселение отстает от графика до 3 месяцев (2.44 тыс. м <sup>2</sup> ). По 2 домам завершено расселение в этап 2014-2015 годов (0.96 тыс. м <sup>2</sup> ). По 11 домам данных нет. По 3 домам идут судебные процессы (1.81 тыс. м <sup>2</sup> ). По 169 домам расселение не начиналось (44.57 тыс. м <sup>2</sup> ).
3	Иркутская область (1 920)	По 159 домам расселение отстает от графика более 3 месяцев (37.97 тыс. м <sup>2</sup> ). По 60 домам расселение отстает от графика до 3 месяцев (18.15 тыс. м <sup>2</sup> ). По 132 домам расселение идет по графику (49.53 тыс. м <sup>2</sup> ). По 99 домам завершено расселение в этап 2014-2015 годов (33.33 тыс. м <sup>2</sup> ). По 257 домам идут судебные процессы (83.92 тыс. кв.м). По 845 домам расселение не начиналось (216.08 тыс. м <sup>2</sup> ).
4	Кемеровская область (2 264)	По 8 домам расселение отстает от графика до 3 месяцев (5.15 тыс. м <sup>2</sup> ). По 484 домам расселение идет по графику (101.86 тыс. м <sup>2</sup> ). По 888 домам завершено расселение в этап 2014-2015 годов (137.51 тыс. м <sup>2</sup> ). По 7 домам данных нет. По 30 домам идут судебные процессы (10.77 тыс. м <sup>2</sup> ). По 524 домам расселение не начиналось (111.55 тыс. м <sup>2</sup> ).
5	Красноярский край (729)	По 13 домам расселение отстает от графика более 3 месяцев (0.45 тыс. м <sup>2</sup> ). По 27 домам расселение отстает от графика до 3 месяцев (2.90 тыс. м <sup>2</sup> ). По 81 дому расселение идет по графику (24.50 тыс. м <sup>2</sup> ). По 153 домам завершено расселение в этап 2014-2015 годов (44.20 тыс. м <sup>2</sup> ). По 1 дому данных нет. По 70 домам идут судебные процессы (27.99 тыс. м <sup>2</sup> ). По 238 домам расселение не начиналось (80.56 тыс. м <sup>2</sup> ).
6	Новосибирская область (823)	По 16 домам расселение отстает от графика более 3 месяцев (2.80 тыс. м <sup>2</sup> ). По 18 домам расселение отстает от графика до 3 месяцев (0.44 тыс. м <sup>2</sup> ). По 123 домам расселение идет по графику (31.35 тыс. м <sup>2</sup> ). По 148 домам завершено расселение в этап 2014-2015 годов (33.64 тыс. м <sup>2</sup> ). По 2 домам данных нет. По 27 домам идут судебные процессы (8.88 тыс. м <sup>2</sup> ). По 179 домам расселение не начиналось (29.71 тыс. м <sup>2</sup> ).
7	Омская область (1 039)	По 3 домам расселение отстает от графика более 3 месяцев (0.63 тыс. м <sup>2</sup> ). По 41 дому расселение отстает от графика до 3 месяцев (3.07 тыс. м <sup>2</sup> ). По 100 домам расселение идет по графику (14.35 тыс. м <sup>2</sup> ). По 301 дому завершено расселение в этап 2014-2015 годов (39.75 тыс. м <sup>2</sup> ). По 28 домам данных нет. По 50 домам идут судебные процессы (16.76 тыс. м <sup>2</sup> ). По 230 домам расселение не начиналось (39.48 тыс. м <sup>2</sup> ).
8	Республика Алтай (65)	По 2 домам расселение отстает от графика более 3 месяцев (1.41 тыс. м <sup>2</sup> ). По 8 домам расселение отстает от графика до 3 месяцев (2.30 тыс. м <sup>2</sup> ). По 3 домам расселение идет по графику (1.03 тыс. м <sup>2</sup> ). По 4 домам завершено расселение в этап 2014-2015 годов (0.53 тыс. м <sup>2</sup> ). По 2 домам идут судебные процессы (0.97 тыс. м <sup>2</sup> ). По 17 домам расселение не начиналось (6.05 тыс. м <sup>2</sup> ).
9	Республика Бурятия (1 098)	По 155 домам расселение отстает от графика более 3 месяцев (33.20 тыс. м <sup>2</sup> ). По 11 домам расселение отстает от графика до 3 месяцев (2.47 тыс. м <sup>2</sup> ). По 174 домам расселение идет по графику (15.70 тыс. м <sup>2</sup> ). По 60 домам завершено расселение в этап 2014-2015 годов (10.80 тыс. м <sup>2</sup> ). По 98 домам данных нет. По 27 домам идут судебные процессы (10.08 тыс. м <sup>2</sup> ). По 385 домам расселение не начиналось (82.37 тыс. м <sup>2</sup> ).
10	Республика Тыва (183)	По 100 домам расселение отстает от графика до 3 месяцев (40.62 тыс. м <sup>2</sup> ). По 8 домам расселение идет по графику (0.63 тыс. м <sup>2</sup> ). По 2 домам завершено расселение в этап 2014-2015 годов (0.94 тыс. м <sup>2</sup> ). По 67 домам расселение не начиналось (18.71 тыс. м <sup>2</sup> ).
11	Республика Хакасия (136)	По 28 домам расселение идет по графику (8.51 тыс. м <sup>2</sup> ). По 28 домам завершено расселение в этап 2014-2015 годов (8.91 тыс. м <sup>2</sup> ). По 1 дому идут судебные процессы (0.09 тыс. кв.м). По 51 дому расселение не начиналось (12.88 тыс. м <sup>2</sup> ).

1	2	3
12	Томская область (380)	По 9 домам расселение отстает от графика более 3 месяцев (5.80 тыс. м <sup>2</sup> ). По 20 домам расселение отстает от графика до 3 месяцев (6.50 тыс. м <sup>2</sup> ). По 55 домам расселение идет по графику (9.75 тыс. м <sup>2</sup> ). По 30 домам завершено расселение в этап 2014-2015 годов (11.94 тыс. м <sup>2</sup> ). По 127 домам расселение не начиналось (34.75 тыс. м <sup>2</sup> ).

Отставание от графика более 3-х месяцев обуславливается большим процентом судебных процессов, что влечет за собой неисполнение программы в полном объеме и срыв сроков переселения граждан.

Несмотря на множество реализующихся программ, остаются пробелы в законодательстве, которые необходимо устранить. При принятии новых нормативно-правовых актов необходимо учесть мнения всех заинтересованных сторон - Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства, регионов, подрядчиков, граждан.

Несомненно, должны быть скорректированы критерии очередности. Признание жилого помещения непригодным для проживания граждан осуществляется межведомственной комиссией, создаваемой федеральным органом исполнительной власти, органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации, органом местного самоуправления в зависимости от принадлежности жилого помещения к соответствующему виду жилищного фонда. Критерии и технические условия отнесения жилых помещений к категории ветхого и аварийного жилья на сегодняшний день являются одной из самых острых проблем в сфере аварийного жилищного фонда. Это объясняется тем, что во многих субъектах РФ отсутствует нормативно-правовые акты, в которых четко определены и законодательно прописаны критерии аварийности. В настоящее время определены только критерии аварийности на территории Российской Федерации, утвержденные Постановлением Госстроя России в 2004 году.

Основной задачей государства в жилищной политике должно оставаться решение проблем в сфере переселения граждан из ветхого и аварийного жилья. Всем гражданам страны должны быть созданы безопасные и благополучные условия проживания. Только совместная работа всех заинтересованных сторон над решением рассматриваемой проблемы может привести к положительным результатам.

## Литература

1. Ветхий и аварийный жилищный фонд // Сайт Федеральной службы государственной статистики. – Режим доступа: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/population/jilf/jkh42.htm](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/jilf/jkh42.htm) – Загл. с экрана.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации от 30.11.1994 N 51-ФЗ;
3. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 188-ФЗ;
4. Распоряжению Правительства РФ № 1743-р (ред. от 12.02.2016) «Об утверждении комплекса мер, направленных на решение задач, связанных с ликвидацией аварийного жилищного фонда»
5. Федеральный закон РФ от 25.12.2012 г. № 271-ФЗ «О внесении изменений в Жилищный кодекс РФ и отдельные законодательные акты РФ и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов РФ»;
6. Федеральный закон от 21 июля 2007 года N 185-ФЗ «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства»;
7. Государственная корпорация — Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства. Режим доступа: <https://www.reformagkh.ru/>
8. Глебушкина Л.В. Социальная оптимизация жилого фонда при реконструкции городов Восточной Сибири / Л.В. Глебушкина // Academia. Архитектура и строительство. М., 2011. – №1. – С. 81-87

УДК 332.05

## Ретроспективный анализ проектных решений объектов детских дошкольных учреждений

Л.Р. Ахметова

Сибирский Федеральный Университет, Инженерно-строительный институт, Красноярск

**Ключевые слова:** ДДУ, нормы проектирования, анализ.

*Обратимся к истории и вспомним, когда же возникли первые ДДУ и почему они стали такими востребованными в современном мире. По каким нормам проектирования возводились первые обособленные здания ДДУ и как данные нормы эволюционировали до актуальных на сегодняшний день. Что положительного и отрицательного даёт нам применение типовых проектов строительства.*

На сегодняшний день в России большая часть детей в возрасте от 1,5 до 7 лет посещают детские дошкольные учреждения.

В России первые детские сады были открыты в 60-х гг. XIX века. Это были бесплатные детские сады, как, например, благотворительное учреждение при «Обществе дешевых квартир для детей работниц Петербурга» (1866 г.) [1]. Наравне с ними открывались частные и дорогостоящие дошкольные образовательные учреждения. В Москве первым таким стал детский сад при пансионе девиц Герке, созданный в 1866 г.

Система дошкольных образовательных учреждений активно развивалась, и через три десятилетия в России появилось несколько десятков детских садов: платных и бесплатных, для детей дворян, интеллигенции, рабочих [1].

Никаких особых требований, регламентирующих количество детей, размер и оборудование помещений не было, как и не регламентировалась стоимость содержания ребенка. Детские сады чаще всего открывались на квартире владельца, на съемной квартире, в здании школы и при других учебных заведениях.

Однако с течением времени, общество стало осознавать важность детских дошкольных учреждений, в которых родители могли бы не просто оставлять детей под присмотром, пока сами заняты работой. А в которых можно было бы обучать, развивать детей с ранних лет.

Так, 20 ноября 1917 года, была принята официальная «Декларация по дошкольному воспитанию» [1]. Этот документ гарантировал бесплатное образование и воспитание детей дошкольного возраста. Следом, в 1918 году был открыт первый педагогический факультет с дошкольным отделением в Московском государственном университете. В 1938 году были опубликованы «Устав детского сада», определявший задачи работы, структуру и особенности функционирования дошкольных учреждений, и «Руководство для воспитателей детского сада», содержащее методические указания по разделам работы с детьми [1].

Поскольку в послевоенное время страна стала активно выходить из экономического кризиса, а занятость населения стала возрастать и демографическая ситуация в стране улучшилась, то мощности, уже существовавших на тот момент ДДУ при учебных заведениях или на квартирах, стало недостаточно для принятия всех желающих детей.

Таким образом, появилась потребность в проектировании и строительстве отдельно стоящих зданий под ДДУ, вследствие чего возникла необходимость разработки норм и правил проектирования и строительства таких учреждений.

В процессе развития строительства детских садов, при выборе проектных решений, необходимо было учитывать следующие социальные факторы:

– рост численности населения и, как следствие, увеличение плотности жилой застройки;

- расширение потребительского диапазона;
- увеличение видов образовательных услуг;
- повышение требований к комфортности;
- появление инновационных педагогических технологий;
- изменение материально-технической базы строительства.

Нормы проектирования также адаптируются и изменяются под действием данных факторов. В настоящий момент, мы можем проследить историю этих изменений на первых разработанных нормах проектирования:

1. СНиП II-Л.3-62 «Детские ясли-сады. Нормы проектирования». 01.01.1963.
2. СНиП II-Л.3-71 «Детские ясли-сады. Нормы проектирования». 01.01.1972.
3. СНиП II-64-80 «Детские дошкольные учреждения. Нормы проектирования». 01.01.1981.
4. ВСН 49-86 «Детские дошкольные учреждения. Нормы проектирования». 01.07.1987.

Эти нормы состоят из разделов. Проанализируем, что регламентировалось при проектировании детских садов в разделах первого СНиПа, и какие изменения были внесены в эти же разделы в последующих нормах. Выявленные отличия сведём в таблицу 1.

Таблица 1

Анализ и выявление отличий в разделах первых норм проектирования

Нормы	Разделы						
	Земельные участки	Объемно-планировочные решения	Противопожарные требования	Водоснабжение и канализация	Отопление и вентиляция	Освещение	Электрооборудование
1	2	3	4	5	6	7	8
СНиП II-Л.3-62	35-40 м <sup>2</sup> на 1 место	- здание проектируют высотой не более 2-х этажей; - разделение в объемных решениях при проектировании ясли-сада для дневного и круглосуточного пребывания детей	-указана степень огнестойкости	-здания должны быть оборудованы водопроводом и канализацией	- централизованное и печное отопление; - нагревательные приборы - радиаторы; -вытяжная канальная вентиляция с естественным и механическим побуждением; - окна должны иметь верхние откидные фрамуги с рычажными фрамужными приборами и с боковыми щитами	- регламентируется освещенность дорожек на территории и участка	- помещения должны быть оборудованы радио, телефоном, звонками, однако, не указано какие именно помещения

1	2	3	4	5	6	7	8
СНиП П-Л.3-71	30-45 м <sup>2</sup> на 1 место (с увеличением количества мест площадь уменьшается)	- здание проектируют высотой не более 2-х этажей; -с данного СНиПа здания проектируют универсальными для дневного и круглосуточного пребывания детей; - увеличено нормативное значение площадей многих комнат; -с данного СНиПа здания проектируются с бассейном	-степень огнестойкости зданий не изменилась	-с данного СНиПа появляются пункты, касаемые бассейна	– нагревательные приборы - радиаторы, конвекторы с кожухами, трубчатые нагревательные элементы, встроенные в бетонные панели; -расчетные температуры и кратности обмена воздуха в помещениях больше, чем в предыдущем СНиПе; - регламентируется размещение помещений с учетом сквозного и углового проветривания; - 50% оконных проёмов должны быть оборудованы верхними фрамугами	-нормы освещенности помещений искусственным светом выше, чем в предыдущем СНиПе; -ориентация окон в помещениях прежняя	- с данного СНиПа здания должны быть оборудованы радио, телефоном, звонками с указанием в каких именно помещениях какое оборудование должно находиться
СНиП П-64-80	- 30-40 м <sup>2</sup> на 1 место; - территория должна иметь ограждение	– допускается проектировать 3-х этажное здание при определенных условиях;	-степень огнестойкости зданий не изменилась	-с данного СНиПа здания должны быть оборудованы системами хозяйственно-питьевого, противопожарного и горячего водоснабжения, канализацией и водостоком	-пункт отопления и вентиляции повторяет предыдущий СНиП	-раздел освещения отсутствует, все нормы по освещенности помещений включены в объемно-планировочные решения; -ориентация окон в помещениях прежняя	- с данного СНиПа предусмотрена автоматическая пожарная сигнализация

1	2	3	4	5	6	7	8
ВС Н 49- 86	- до 50 мест - 40 м <sup>2</sup> ; 50-145 мест - 35 м <sup>2</sup> ; 145-290 мест - 34 м <sup>2</sup> ; 290-340 - 33 м <sup>2</sup> ; 560-600 мест - 30 м <sup>2</sup> ; - детальное описание обустройства площадки	-здание проектируют высотой не более 3-х этажей; -нет ясли-сада для круглосуточного пребывания детей; - предусматривается проектирование бассейна; -дается описание и нормы проектирования каждого помещения	-степень огнестойкости зданий не изменилась	- раздел водоснабжения и канализации повторяет предыдущий СНиП	- регламентировается пространство от низа прибора до уровня пола; -расчетные температуры и кратности обмена воздуха в помещениях больше, чем в предыдущем СНиПе; - более подробно регламентируется вытяжка воздуха; - применение асбестоцементных воздуховодов в системе вентиляции не допускается	-раздел освещения повторяет предыдущий СНиП	-установка двухсторонней селективной связи кабинета заведующего с рядом помещений в зданиях на 240 мест и более

На данный момент эти нормы проектирования потеряли актуальность. На их базе, с внесением изменений, были созданы другие:

1. Проектирование детских дошкольных учреждений справочное пособие к СНиП 2.08.02-89. 01.01.1992.

2. СанПиН 2.4.1.1249-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных учреждений». 20.06.2003

3. СанПиН 2.4.1.2660-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы в дошкольных организациях». 20.12.2010.

4. СанПиН 2.4.1.3049-13 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций». 29.05.2013.

В новых нормах вводятся изменения и добавляются следующие разделы:

- типовые планы размещения ДДУ;
- примеры организации территории участка дошкольных учреждений;
- предусматривается размещение зданий с учетом защиты от шума;
- оговариваются проезды для пожарных машин;
- регламентируются материалы для ограждений;
- детально рассматривается отделка помещений;
- регламентируются требования к оборудованию помещений;
- оговаривается рекомендуемое оборудование для игровых площадок;
- требования к организации физического воспитания.

На сегодняшний день, использование типовых проектов стало популярным. Их применение позволяет сэкономить на стадии проектирования. Однако у типовых проектов есть свои минусы. Поскольку санитарные, пожарные и прочие нормы и правила меняются быстро, то типовые проекты становятся не пригодными для многократного применения, как становятся непригодными и нормы, опираясь на которые, были разработаны эти проекты.

Проведенный ретроспективный анализ дает представление о факторах, влияющих на выбор проектных решений и отражает эволюцию норм проектирования на примере первых разработанных правил.

### Литература

1. Леонтьев, М.П. История появления детских садов [Электронный ресурс] : URL <http://mpleontiev.ru/интересные-факты/история-появления-детских-садов.html>.
2. СНиП II-Л.3-62 «Детские ясли-сады. Нормы проектирования». – Введ. 01.01.1963. – Москва: НИИ АСИА СССР при участии ЦНИИЭП, 1963. – 12 с.
3. СНиП II-Л.3-71 «Детские ясли-сады. Нормы проектирования». – Введ. 01.01.1972. – Москва: ЦНИИЭП, 1972. – 30 с.
4. СНиП II-64-80 «Детские дошкольные учреждения. Нормы проектирования». – Введ. 01.01.1981. – Москва: ЦНИИЭП, 1981. – 17 с.
5. ВСН 49-86 «Детские дошкольные учреждения. Нормы проектирования». – Введ. 01.07.1987. – Москва: ЦНИИЭП, 1987. – 34 с.
6. Проектирование детских дошкольных учреждений. Справочное пособие к СНиП 2.08.02-89. – Введ. 01.01.1992. – Москва: ЦНИИЭП. – 94 с.
7. СанПиН 2.4.1.1249-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных учреждений». – Введ. 20.06.2003. – 50 с.
8. СанПиН 2.4.1.2660-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы в дошкольных организациях». – Введ. 20.12.2010. – 93 с.
9. СанПиН 2.4.1.3049-13 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций». – Введ. 29.05.2013. – 81 с.

УДК 711

## Оценка учебно-воспитательных учреждений города Братска

Е.В. Герасимова, Н.А. Свергунова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** объекты социальной инфраструктуры, учебные и воспитательные учреждения.

*В работе представлена оценка потребности жителей города Братска в объектах и услугах социально-культурной сферы, проблема удовлетворения потребности населения в детских дошкольных и образовательных учреждениях.*

Город Братск является одним из крупных центров Сибири, население составляет порядка 250 тыс. человек. Планировочная структура города Братска довольно сложная. Город состоит из ряда жилых образований, разобщенных между собой р. Ангарой, водохранилищем, промышленными предприятиями, лесными массивами. Наиболее крупный жилой район сложился в южной части города на базе развития двух промышленных предприятий: лесопромышленного комплекса и алюминиевого завода. В состав Южного района входят Центральный жилой район и примыкающий к городской границе пос. Порожский. Северный район, расположенный в 30 км к северу от Центрального, состоит из пяти жилых образований: Энергетика и Падуна, расположенных на левом берегу Ангары и ж.р. Гидростроитель, Осиновка, Сухой – на правом берегу.

Инфраструктура образовательной системы Братска включает все типы и виды учреждений высшего, начально-профессионального, общего, дошкольного и дополнительного образования. Братск находится на втором месте в Иркутской области по количеству школ и на третьем – по количеству детских садов [1].

В городе функционируют 177 учебно-воспитательных учреждений, в том числе:

1. 16 учреждений начального, среднего, высшего профессионального образования.
2. 60 дошкольных образовательных учреждений, в них воспитывается 11 445 детей.
3. Три лицея и гимназия, где обучается 3211 человек, что составляет 14 % от общего числа учащихся.
4. 37 общеобразовательных учреждений дневной формы обучения, в том числе одна основная школа, две – начальных. В них обучается 19 705 учащихся.
5. Две открытые и одна вечерняя (сменная) школы с числом обучающихся 613 человек.
6. Три специальных (коррекционных) школы. В данных учреждениях получают образования 418 человек.
7. Один детский дом на 123 места, где на сегодняшний день содержат и воспитывают 102 ребенка.
8. Семь учреждений дополнительного образования.
9. Одна Православная гимназия.

В Постановлении № 439 от 30.03.2009 г. «Об утверждении Плана реализации генерального плана города Братска на период до 2030 года» [2] в целях обеспечения устойчивого развития территории города Братска, запланированы следующие меры по развитию учебно-воспитательной сети, представленные в табл. 1.

В концепции социально-экономического развития города Братска (2008-2017 г.г.) в качестве преимуществ выделен значительный научно-образовательный комплекс специальных и высших учебных заведений, он же обозначен как «точка роста», способная существенно влиять на экономический потенциал города. Направление развития в образовании и науке нацелено на улучшение качества и доступности услуг, организацию отдыха детей, а также удовлетворение потребностей экономики и социальной сферы города в профессиональных кадрах, эффективное использование имеющегося научного потенциала города.

Таблица 1

План реализации генерального плана города Братска на период до 2030 года

№ п/п	Мероприятия / объекты строительства	Сроки подготовки документации	Сроки строительства
1	2	3	4
1.	Подготовка проектно-сметной документации и строительство объектов капитального строительства местного значения в городе Братске		
1.1.	Строительство объектов социального назначения в Центральном округе города Братска		
1.1.1.	Детские дошкольные учреждения 25 микрорайона – 8 учреждений	2009-2012 гг.	2012-2030 гг.
1.1.2.	Детские дошкольные учреждения 26 микрорайона – 3 учреждения	2009-2012 гг.	2012-2030 гг.
1.1.3.	Школы 25 микрорайона – 4 школы	2009-2012 гг.	2012-2030 гг.
1.1.4.	Школы 26 микрорайона – 2 школы	2009-2012 гг.	2012-2030 гг.
1.1.5.	Детские дошкольные учреждения в микрорайонах Центрального округа	2009-2012 гг.	2012-2015
1.1.6.	Реконструкция детских оздоровительных лагерей «Крылатый», «Олимп»	2009-2012 гг.	2012-2030 гг.

1	2	3	4
1.1.7.	Школа-сад в 18 микрорайоне	2009-2010 гг.	2010-2015 гг.
1.1.8.	Детское дошкольное учреждение в жилом районе Порожский	2009-2012 гг.	2012-2030 гг.
1.2.	Строительство объектов социального назначения в Падунском округе города Братска		
1.2.1.	Детские дошкольные учреждения в жилом районе Падун	2009-2010 гг.	2010-2030 гг.
1.2.2.	Детские дошкольные учреждения в жилом районе Энергетик	2009-2010 гг.	2010-2030 гг.
1.2.3.	Школы в жилом районе Энергетик	2009-2010 гг.	2010-2030 гг.
1.2.4.	Школа-сад на 22 класса 5А микрорайон (корректурa проекта) в жилом районе Энергетик	2009-2010 гг.	2010-2030 гг.
1.3.	Строительство объектов социального назначения в Правобережном округе города Братска		
1.3.1.	Реконструкция детского дошкольного учреждения № 80 по улице Центральной жилой район Осиновка	2009-2010 гг.	2010-2030 гг.
1.3.2.	Строительство детского дошкольного учреждения в жилом районе Сухой	2009-2012 гг.	2012-2030 гг.

Современная вместимость основных учреждений культурно-бытового обслуживания значительно отстоит от объемов, предусмотренных генеральным планом от 1986 г. Низка обеспеченность учреждениями здравоохранения, детскими дошкольными учреждениями, культуры. Следует отметить, что обеспеченность населения детскими дошкольными учреждениями, поликлиниками, клубами, кинотеатрами и др. в настоящее время ниже уровня 1986 г.

Оценка потребности жителей города в объектах и услугах социально-культурной сферы проводилась на основании социальных нормативов и норм, утвержденных распоряжением Правительства России от 3 июня 1996 года № 1063-р «Методикой определения нормативной потребности субъектов РФ в объектах социальной инфраструктуры», одобренной распоряжением Правительства России от 19 октября 1999 года № 1683-р.

В настоящее время эти нормы и нормативы не являются обязательными к исполнению, а используются как социальные ориентиры и имеют рекомендательный характер.

Используемые в работе нормативы потребности в местах в дошкольных учреждениях и дневных общеобразовательных школах несколько изменены по сравнению с теми, которые утверждены указанными выше документами. Так, норматив потребности в местах в дошкольных учреждениях составляет не 60 мест на 100 детей в возрасте 1-6 лет, а 90 мест на 100 детей в возрасте 2-5 лет, что больше соответствует современной ситуации. Сейчас до 2-х лет дети, как правило, воспитываются дома, а в возрасте 6 лет большая часть детей начинает учиться в общеобразовательных школах. Соответственно школьный возраст принят не 7-17, а 6-17 лет, - федеральным законом об образовании установлено, что с 6 лет дети могут посещать школу. При этом сам норматив потребности в ученических местах не менялся.

В сфере образования одной из главных задач является ускоренное развитие детских дошкольных учреждений в период до 2015 года, поскольку число детей дошкольного возраста (2-5 лет) заметно выросло. Если на начало 2007 года их численность составляла почти 11

тыс. человек, то по первому варианту расчетов их число достигнет максимума в 2016 году (13,1 тыс. человек), а второму – в 2017 году (15,6 тыс. человек), т.е. в эти годы будет максимальная потребность в местах в дошкольных учреждениях. В последующие годы число детей дошкольного возраста начнет уменьшаться (табл. 2) и составит в 2030 году по первому варианту 10,3 тыс., а второму – 11,5 тыс. человек.

Таблица 2

Потребность в дошкольных образовательных учреждениях в г. Братске (тыс. мест)

Годы	Падунский		Правобережный		Центральный		Братск	
	Варианты		Варианты		Варианты		Варианты	
	1	2	1	2	1	2	1	2
2006	1,6		0,8		5,3		7,7	
2010	2,5	2,5	1,7	1,7	6,6	6,8	10,8	11
2015	2,7	3,2	1,9	2,2	7,2	8,3	11,8	13,7

Особую значимость проблеме удовлетворения потребности населения в детских дошкольных учреждениях придает тот факт, что ее решение является важным звеном в реализации государственной программы повышения рождаемости. В связи с этим на федеральном уровне поставлена вполне конкретная задача обеспечения потребности населения в дошкольных учреждениях, число которых в целом по России после 1990 года (87,9 тыс. учреждений) уменьшилось почти в 2 раза.

На июнь 2006 года в Братске функционировало 56 дошкольных учреждений, в том числе в Падунском округе 13, Правобережном - 7 и Центральном – 36 единиц. Нормативное количество мест в них составило 7668 единиц, а фактическое число воспитанников было на 3 тыс. человек больше - 10760 детей. Все дошкольные учреждения муниципальные. Следует отметить, что проектная мощность дошкольных учреждений на июнь 2006 года составляла 13,2 тыс. мест, но была пересмотрена (Постановление мэра г. Братска № 75 от 26.01.2000 г. исходя из норм СанПиНа).

Как уже отмечалось, для расчета перспективной потребности в местах в дошкольных учреждениях использовался норматив 90 мест на 100 детей в возрасте 2-5 лет, который более реально отражает фактическую потребность, чем традиционно используемый норматив 60 мест на 100 детей в возрасте 1-6 лет.

Организовать к 2017 году работу дополнительно даже 20 дошкольных учреждений – задача сверхсложная. В жилом районе Порожский строительство единственного детского сада (на 140 мест) ведется с 1995 года. Поэтому предлагается внимательно рассмотреть вопрос с нормативным обеспечением местами в дошкольных учреждениях, а также возобновления работы дошкольных учреждений, которые по разным причинам были закрыты – только с 1999 года их количество уменьшилось с 63 до 56 единиц. Администрация решила вопрос дефицита мест в дошкольных учреждениях путем использования зданий некоторых общеобразовательных школ под детские дошкольные учреждения, поскольку в городе количество ученических мест превышает и будет существенно превышать число учащихся.

В общем образовании, в отличие от дошкольного, складывается иная ситуация - сокращение числа детей школьного возраста (6-17 лет), а следовательно и учащихся дневных общеобразовательных школ продолжится. Так, число детей школьного возраста при любом варианте к 2012 году уменьшится – с 34,6 до 30,3 тыс. человек, что будет всего на 3,6 тыс. человек больше числа учащихся в 2006/2007 учебном году. После 2012 года численность детей школьного возраста начнет увеличиваться при обоих вариантах и достигнет максимума в 2025 году – соответственно 38,5 и 43,3 тыс. человек. К 2030 году численность опять уменьшится - до 36,6-40 тыс. человек, превысив численность 2007 года.

В 2006/2007 учебном году в городе работало 48 дневных общеобразовательных школ, в том числе 44 муниципальных, 3 государственных и 1 негосударственная. Число обучающихся в этих школах составило 26,7 тыс. человек. Общее число учащихся составило примерно 77% от числа детей школьного возраста.

Общее число ученических мест составляет 44,3 тыс. единиц, что почти в 1,7 раза больше числа учащихся. Причем практически во всех школах число учащихся меньше количества ученических мест.

Потребность в ученических местах рассчитывалась исходя из норматива 85 мест на 100 детей школьного возраста. Данный норматив включает еще одно условие – при такой потребности во вторую смену должны заниматься не более 10% учащихся. Можно сказать, что уже к 2020 году обучение должно проходить только в первую смену, поэтому потребность в ученических местах на 10% не уменьшится.

Как видно из табл. 3, даже максимальный рост потребности в ученических местах не превысит их фактическое число на начало 2007 года. Однако, если и закрывать какие-то школы, то в первую очередь функционирующие в приспособленных помещениях. Принципиальное решение этого вопроса заключается в формировании сети школ с учетом радиуса обслуживания проживающих детей в микрорайонах города, что требует отдельных проработок.

Таблица 3

Потребность в дневных общеобразовательных школах в г. Братске (тыс. ученических мест)

Годы	Падунский		Правобережный		Центральный		Братск	
	Варианты		Варианты		Варианты		Варианты	
	1	2	1	2	1	2	1	2
2006	9,5		7,6		27,2		44,3	
2010	6,0	6,0	4,1	4,1	16,0	16	26,1	26,1
2015	6,3	6,5	4,3	4,4	16,7	17,0	27,3	27,9
2020	7,4	8,2	5,0	5,5	18,8	20,5	31,3	34,2
2025	8,0	9,2	5,3	6,0	19,4	21,6	32,8	36,8
2030	7,9	9,1	5,2	5,7	17,8	19,2	30,9	34,0

### Литература

1. Герасимова Е.В., Свергунова Н.А. Особенности размещения объектов учебно-воспитательной деятельности на территории города Братска / Молодая мысль: Наука. Технологии. Инновации: материалы VII (XIII) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: Изд-во БрГУ, 2015. – 255 с.
2. Официальный сайт города Братска [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.bratsk-city.ru>
3. Официальный сайт для размещения информации о государственных (муниципальных) учреждениях [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bus.gov.ru/pub/home>
4. Генеральный план г. Братск. Пояснительная записка. Том II. ОАО Российский институт градостроительства и инвестиционного развития «Гипрогор»: Москва, 2015. - 103с.

УДК 6 24.012.454

## Прочность наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов с зонным армированием из стальной фибры при кратковременном динамическом нагружении

Д. В. Григорьев, Д.Г.Уткин

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск

**Ключевые слова:** стальная фибра, наклонное сечение, поперечная сила

Доклад посвящен актуальной на сегодняшний день проблеме, связанной с отсутствием описания поведения наклонного сечения изгибаемых железобетонных элементов с зонным армированием из стальной фибры при кратковременном динамическом нагружении. В данном докладе будут рассматриваться результаты ручных расчетов.

Одним из главных посылов развития строительной индустрии является разработка и внедрение конструкций из высокопрочных материалов. Применение различных современных добавок в бетоне является не только ядром для модификации старых и зарождения новых строительных технологий, но и выявляет пути к построению универсальных решений, которые повлияют на физические и механические свойства, позволят противостоять образованию трещин и усадки, выдерживать большие динамические нагрузки.

В практике строительства широкое применение приобретает один из новых и перспективных композитных материалов – сталефибробетон. Использование технологии армирования стальной фиброй позволяет достигать проектных характеристик при меньшей металлоемкости и толщине конструкций, повышая их надежность при эксплуатации. Следует отметить, анализ обзора литературного материала [2,5] показал, что не существует единого современного подхода к описанию поведения наклонного сечения изгибаемых железобетонных элементов с зонным армированием из стальной фибры в наклонном сечении при кратковременном динамическом нагружении.

Расчет прочности элемента выполняем по наклонному сечению на действие поперечных сил, совмещенному с разрушающей наклонной трещиной. На рис.1 показана балка, подвергшаяся теоретическому расчету. В расчете использовалось армирование с длиной фибры равной 40 мм. Процент фибрового армирования  $\mu$  был взят в размере 2,5% от общего объема бетона.

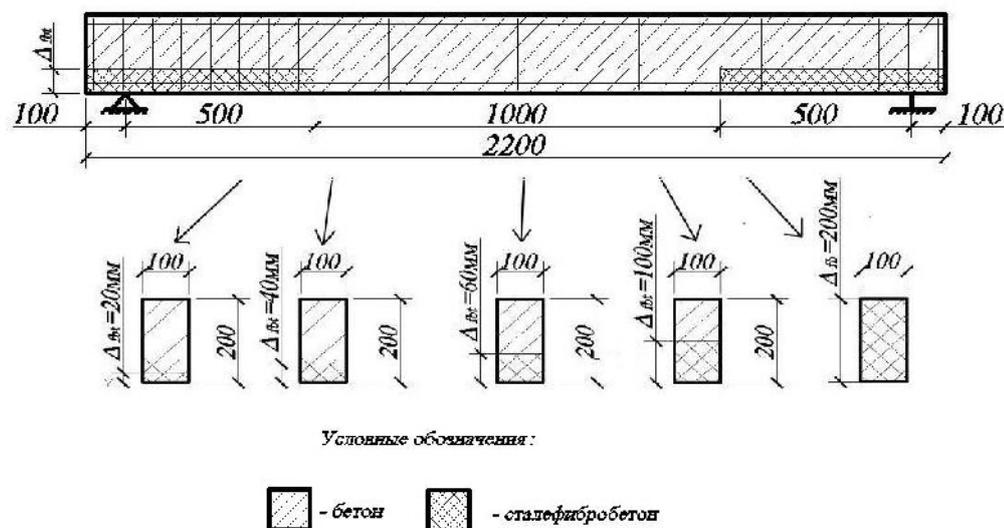


Рис.1. Программа теоретических исследований и конструкции экспериментальных образцов

Вычисления по наклонному сечению на действие поперечных сил совершается на базе уравнения равновесия внешних и внутренних поперечных сил, действующих в наклонном сечении с длиной проекции  $S$  на продольную ось элемента с добавлением коэффициента динамического упрочнения. На рис.2 показана расчетная схема усилий, действующих на наклонное сечение.

Были рассмотрены случаи:

1. Сталефибровое наклонное сечение без поперечной арматуры.
2. Сталефибровое наклонное сечение с поперечной арматурой.

А также был произведен расчет простого бетонного сечения с поперечной арматурой для сопоставления и анализа полученных результатов.

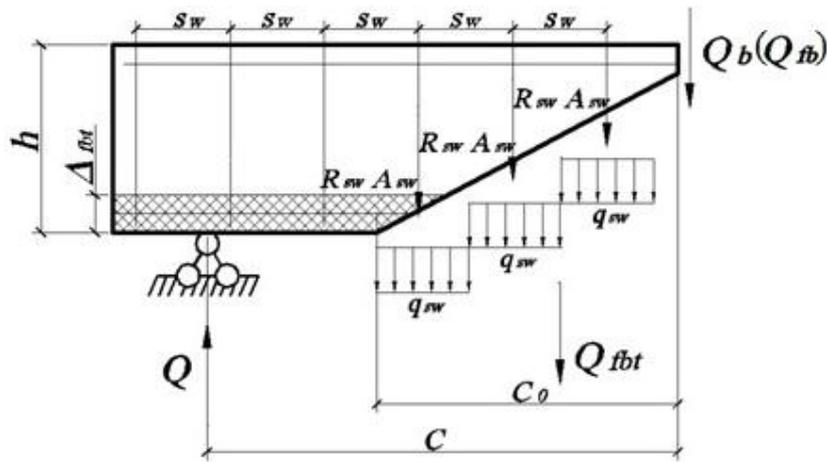


Рис. 2. Расчетная схема сталефибробетонного элемента

Условие прочности балки с зонным армированием из стальной фибры в приопорных частях без поперечной арматуры включает в себя 3 основных слагаемых:

$$Q \leq Q_b + Q_{fb} + Q_{fbt},$$

где  $Q$  - поперечная сила, действующая в наклонном сечении с проекцией трещины  $C_0$  на продольную ось элемента;

$Q_b$  - поперечная сила, воспринимаемая бетоном в наклонном сечении элемента

$Q_{fb}$  - поперечная сила, воспринимаемая сжатой зоной из сталефибробетона в наклонном сечении элемента;

$Q_{fbt}$  - поперечная сила, воспринимаемая растянутой зоной из сталефибробетона в наклонном сечении элемента.

Для учета поперечной арматуры в наклонном сечении с зонным армированием вводим дополнительное слагаемое:

$$Q \leq Q_b + Q_{fb} + Q_{fbt} + Q_{sw},$$

где  $Q_{sw}$  - поперечная сила, воспринимаемая поперечной арматурой в наклонном сечении рассматриваемого элемента.

Исходя из экспериментальных данных [1] коэффициенты динамического упрочнения  $k$  для бетона, арматуры и сталефибробетона были взяты равными 1.3, 1.4 и 1.5 соответственно. Для расчета коэффициентов в зависимости от времени действия динамической нагрузки вычисления производятся по формулам:

$$k_{bc,d} = 1.531 - 0.217 * \lg \tau + 0.013 * (\lg \tau)^2 \text{ - для сжатого бетона}$$

$$k_{bt,d} = 1.458 - 0.157 * \lg \tau + 0.012 * (\lg \tau)^2 \text{ - для растянутого бетона}$$

$$k_{si,d} = 1.645 - 0.3326 * \lg \tau + 0.037 * (\lg \tau)^2 \text{ - для арматуры}$$

$$k_{fbi,d} = 1.558 - 0.31 * \lg \tau + 0.062 * (\lg \tau)^2 \text{ - для сжатого сталефибробетона}$$

$$k_{fbti,d} = 1.485 - 0.25 * \lg \tau + 0.059 * (\lg \tau)^2 \text{ - для растянутого сталефибробетона}$$

Для более наглядного представления, по результатам произведенных расчетов наклонного сечения сталефиброжелезобетонного элемента по вышеуказанным формулам построен график (рис.3.)

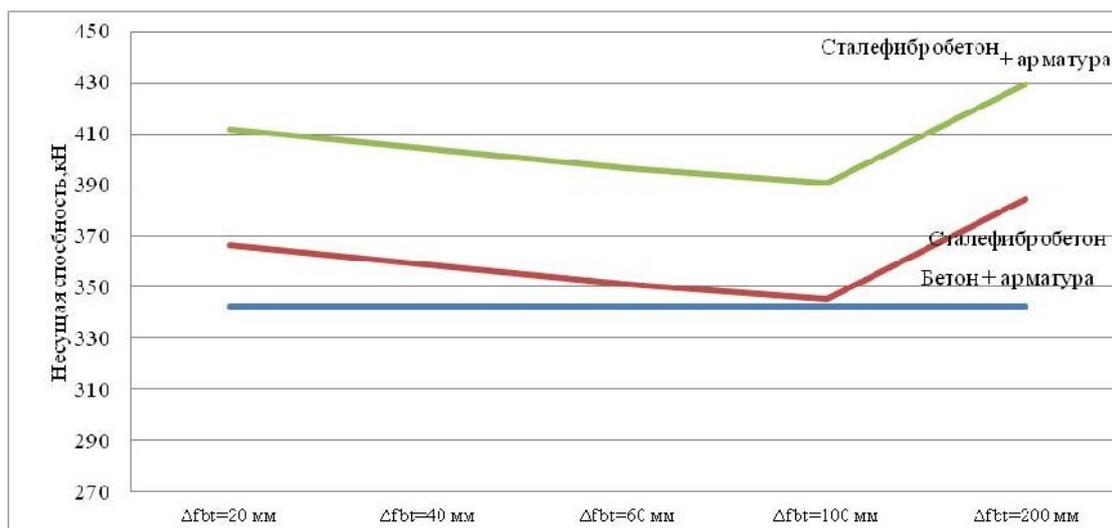


Рис.3 График изменения несущей способности сталефибробетонного элемента за счет увеличения зонного армирования в его приопорных частях

Из расчетов на наклонное сечение можно сделать вывод, что при увеличении зоны сталефибрового армирования без поперечной арматуры несущая способность наклонного сечения увеличивается на 12-15%, а с использованием поперечной арматуры наклонное сечение работает более эффективно на 20%. Наиболее высокую несущую способность элемент приобретает при толщине зонного армирования по всей высоте сечения.

### Литература

1. Уткин Д.Г. Совершенствование метода расчета прочности сжато-изогнутых железобетонных элементов с зонным армированием из стальной фибры при кратковременном динамическом нагружении /Д.Г.Уткин//Дисс. ... к.т.н. – Томск,2009. – 183 с.
2. СП – 52 – 104 – 2009\* Сталефибробетонные конструкции. – М., 2009 – 89 с.
3. СНиП 52 – 01 – 2003 Бетонные и железобетонные конструкции. – М., 2003 – 161 с.
4. Родевич В.В., Галяутдинов З.Р. Расчет наклонных сечений железобетонных элементов при действии кратковременной динамической нагрузки // Вестник Томского гос. архит.-строит. ун-та. – Томск. - 2000. - №2. – С.126-131.
5. Плевков, В.С., Уткин Д.Г. / Прочность железобетонных элементов с армированием из стальной фибры при кратковременном динамическом нагружении / В.С. Плевков, Д.Г. Уткин // Научно-технический журнал «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений», Москва, 2014, № 5. – с. 38-44.

УДК 712.25; 711.5

## Экологические аспекты связи ландшафтного и градостроительного проектирования открытых городских пространств

А.В. Грищенко, Л.В. Перетолчина, Л.В. Глебушкина

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** защита от шума, ландшафтное проектирование, градостроительное проектирование, открытые городские пространства, комфорт городской среды.

*В статье обоснована необходимость учета шума в проектировании открытых городских пространств, применения различных способов, обеспечивающих достижение нор-*

*мативных требований, определяющих качество городской среды. Показаны приемы планировочной организации и благоустройства городских магистралей на основе соблюдения принципов ландшафтного и градостроительного проектирования, учета знаний экологических особенностей объекта.*

Город – это сложносформированная пространственная система, элементами которой являются территории различного назначения. Открытые городские пространства являются важными элементами градостроительной системы. В статье рассматриваются городские магистрали, так как именно наличие транспорта в открытом пространстве воспринимается горожанами наиболее остро в связи с высоким уровнем шума в непосредственной близости к транспортной оси.

Проблема борьбы с шумом приобретает все большую остроту. С физической точки зрения звук (шум) представляет собой волновое колебание упругой среды. Орган слуха человека в результате процесса эволюции приспособился воспринимать не все колебательные процессы, а лишь колебания, частота которых находится в пределах от 16 до 20 000 Гц, т. е. от 16 до 20 000 колебаний в 1 с.

Шум отрицательно влияет на организм человека: является причиной его частичной или полной глухоты, вызывает сердечно-сосудистые и психические заболевания, нарушает обмен веществ.

Санитарно-гигиенические требования к жилой застройке, определяют необходимость защиты населения от вредного воздействия городского шума.

В целях снижения городского шума проводят специальные градостроительные мероприятия, которые дают максимальный эффект при комплексном их применении: удаляют жилые дома от проезжей части; в качестве шумозащитных экранов на магистрали размещают общественные здания, автостоянки, сооружения торгового и коммунального назначения (склады, магазины, мастерские, небольшие бесшумные предприятия); создают инженерные шумозащитные сооружения, конструкции и устройства (стены, экраны), выемки, насыпи и специальные полосы зеленых насаждений. Уменьшение шума от транспорта достигается за счет рациональной трассировки транспортных магистралей, выведения их с территории жилого района и определенного ограничения скорости движения транспорта.

Для достижения оптимального снижения шума согласно п. 11.6 СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений [3] расстояние от края основной проезжей части магистральных дорог до линии регулирования жилой застройки следует принимать не менее 50 м, а при условии применения шумозащитных устройств, обеспечивающих требования СП 51.13330, не менее 25 м. [5].

В градостроительной практике на данный момент не так много примеров и вариантов решения этой проблемы. Так наиболее известным примером является жилой район Куркино, который включает в себя 8-мь районов Северо-Западного административного округа города Москвы. Жилой район Куркино имеет статус экспериментального, где впервые в московской практике проектирования и строительства была определена единая организация, осуществляющая экологическое сопровождение всех видов проектных работ. Планировочное решение жилого района Куркино принималось в расчете на сохранение естественных потоков вещества и энергии. План застройки района практически повторяет рисунок ландшафтной структуры территории, обтекая основные природные оси и ядра. При этом вертикальная планировка рельефа на территории практически не проводится, не вырубается ни один древесный массив, сохраняются все ручьи и пруды [4].

На рисунке 1 видно, как требования СП 42.13330.2011 отразились на планировочной организации района. Районные магистрали отделены от застройки многочисленными бульварами (Лазурный, Северный, Родионовский, Куркинский и др.).

В градостроительной практике проектирование таких зеленых полос ведется, в основном, как ландшафтного объекта (бульвары, скверы, набережные и т.п.), а не как специализированной шумозащитной полосы.

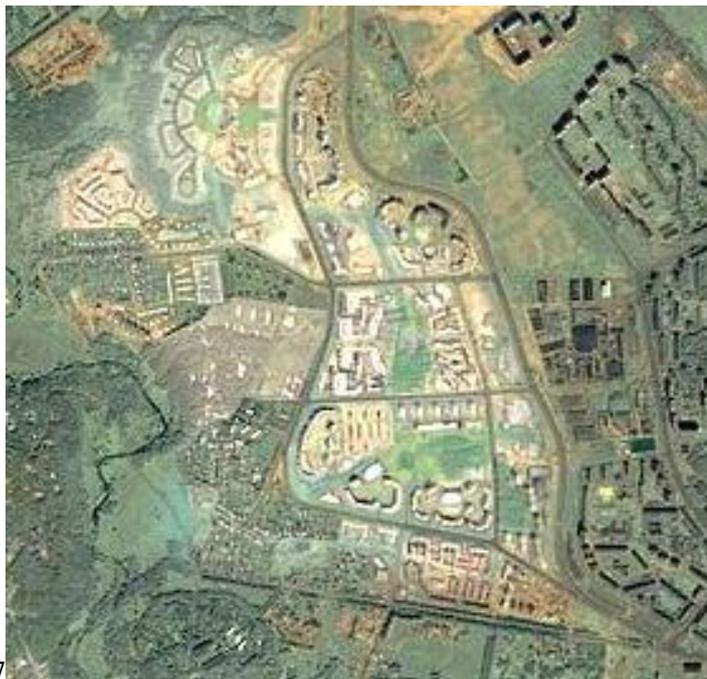


Рис.1. Жилой район Куркино

В соответствии с классификацией бульвары относят к территориям общего пользования [2]. Главная цель при организации бульваров в городской среде – это создание необходимых комфортных условий на пешеходных участках. При строительстве города бульвары являются связующим звеном между объектами озеленения общественного пользования, то есть включены в непрерывную систему зеленых насаждений.

Архитектурно-планировочное решение бульвара в первую очередь задается его габаритами, климатическими условиями и расположением на плане города. Назначение в свою очередь также зависит от расположения объекта по отношению к коммуникационным осям. Если он находится на жилой улице или набережной, его используют больше для отдыха и прогулок. На магистрали с транспортным движением бульвар служит для транзитного передвижения пешеходов. С учетом данных условий решается главная планировка бульвара. В первом случае для набережных или жилых улиц можно применять приемы планировки в пейзажном стиле с преобладанием групповых посадок и устройством площадок отдыха. Во втором случае — главной задачей бульвара будет защита от пыли и шума, обеспечение комфортных условий для пешеходов. Более широкий бульвар дает также возможность изолировать площадки для отдыха от транзитного пешеходного движения. При организации же узких бульваров приходится ограничиваться непосредственно только устройством аллей. В зависимости от климатических условий на бульваре будут преобладать либо затененные, либо открытые пространства [2].

Анализ эффективности бульвара как средства защиты от шума был проведен в г. Екатеринбурге. Целью работы являлось определение влияния плотности и структуры насаждений бульваров г. Екатеринбурга на снижение уровня шума (рисунок 2). Результаты исследований представлены в табл. 1 и на рисунке 2 [1].

По результатам исследования были сделаны выводы о том, что защитные противошумовые функции насаждений бульваров зависят, прежде всего от структуры насаждений, плотности посадки и в меньшей степени от видового состава. Насаждения, где плотность посадок деревьев выше 200 шт./га, а структура насаждения сложная — многоярусная, с присутствием и рядовых и групповых посадок, более успешно выполняют данные функции и даже при небольшой ширине бульвара (полоса насаждений 15 м) снижают уровень шума на 13 %.

Таблица 1

Средние значения уровня шума на бульварах г. Екатеринбург

Наименование бульвара	Ширина бульвара, м	Размещение деревьев	Средние значения уровня шума, дБА			
			Плотность посадки, шт./га	в целом по бульвару	на центр. дорожке	на внешней стороне
ул. Мира	19 – 22	— рядовое Д — групповое К	Д	63 ± 1,1	65 ± 1,1	64 ± 1,3
			К			
ул. Посадская	25 – 30	— рядовое Д — групповое Д — групповое К	Д	67 ± 0,6	63 ± 0,5	70 ± 0,7
			К			
ул. Ленина	10 – 12	— рядовое Д — рядовое К (фрагментарно)	316	69 ± 0,5	69 ± 0,5	71 ± 0,6

Д – деревья; К - кустарники

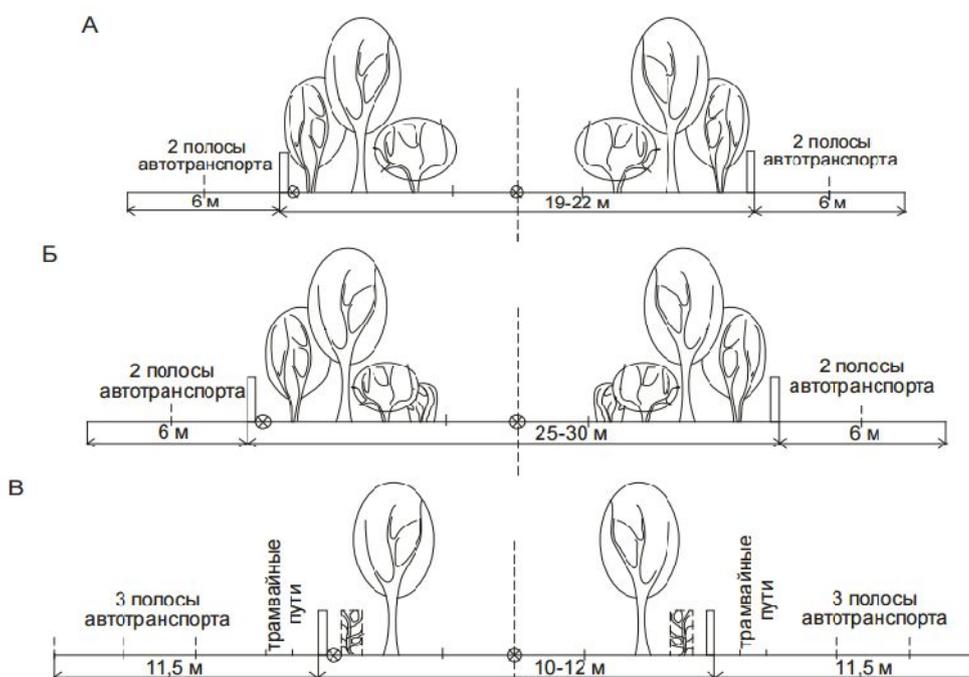


Рис. 2. Схемы поперечных профилей бульваров г.Екатеринбург:  
А — по ул. Мира; Б — по ул. Посадской; В — по ул. Ленина

Результаты исследований направленных на изучение эффективности зеленых насаждений по снижению уровня шума обобщены и приведены в таблице 2.10 учебного пособия «Зелёная природа города» [2].

Автор обращает внимание проектировщиков на то, что шумозащитная полоса не может иметь ширину менее 10 м и должна быть плотно засажена растительностью смешанного типа, т.е. и лиственными и хвойными породами в виде деревьев и кустарников различной высоты. Наиболее эффективной является полоса шириной 20 м при 4-х рядной посадке хвойных деревьев в шахматном порядке и кустарником в двухъярусной живой изгороди – снижение шума на 13-14 дБА, что составляет 17% от уровня шума районной магистрали, как правило, превышающего 80 дБА.

Студентами, магистрами и бакалаврами обучающимися по направлению 08.03.01 (08.04.01) «Строительство» в рамках выполнения курсовых и дипломных проектов были

предложены и подвергнуты анализу с точки зрения защиты от шума различные профили магистральных улиц. Приведем только два (Рис. 3.).

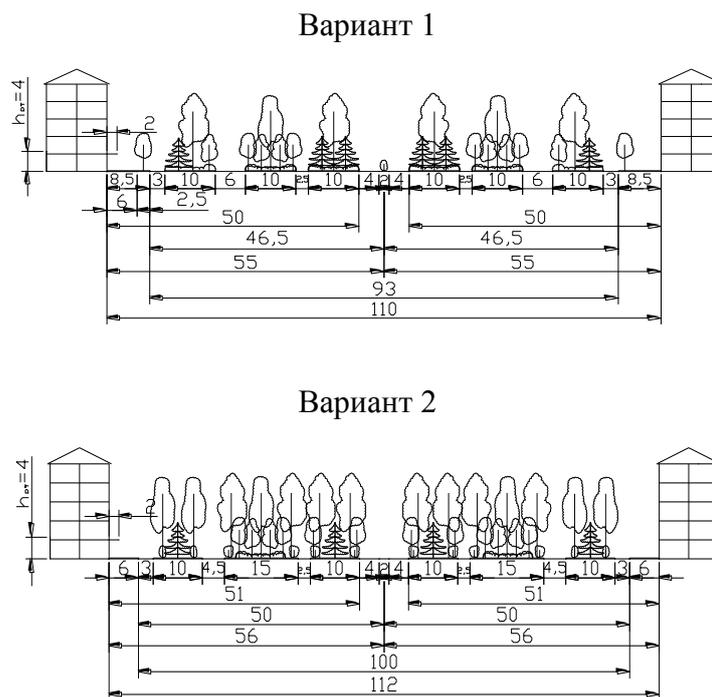


Рис. 3. Примеры поперечных профилей районной магистрали

Районная магистраль соответствует нормативным требованиям  $L_{\text{Аэкв}7,5} = 45$  дБА только при наличии 2-х полос зеленых насаждений по 10 м и одной полосы шириной 15 м.

Таким образом, при сопоставлении характеристик открытого городского пространства в виде районной магистрали необходимо учитывать расположение полос озеленения в её морфологической структуре, характер рельефа, взаимодействие с застройкой, плотность транспортной сети и др. Системное прочтение полученных проектных предложений будет способствовать выявлению взаимосвязи существующей между морфологией открытого городского пространства и его экологической эффективностью. Можно предположить, что исследования проведенные при выполнении магистерских диссертаций помогут определиться с набором показателей, которые влияют на качество объекта проектирования и их параметры.

### Литература

1. Аграрный вестник Урала № 2 (94), 2012 г Шумозащитная функция насаждений городских бульваров Т. Б. Сродных, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Е. И. Лисина, аспирант, УГЛТУ
2. Горохов, В.А. Зеленая природа города. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Архитектура –с, 2005. – 528 с.
3. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений
4. ЭЖР «Куркино» - экоэффективный менеджмент инвестиционно-строительного процесса <http://terraplan.ru/arhiv/24-4-6-2006/172-lr.html>
5. СП 51.13330.2011 (Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003) Защита от шума и акустика залов.

УДК 691.41

## Способы регулирования свойств глинокремнеземистого керамического материала

И.А. Макарова, С.И. Дерунов, Ю.А. Тимофеев, Ю.С. Гаврищук

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** Керамический материал, пыль газоочистки производства ферросплавов, суглинки, добавки, технологические параметры.

*Получение керамических материалов с широким спектром свойств возможно на основе пыли газоочистки производства ферросплавов. Для направленного регулирования физико-технических свойств кремнеземистого черепка реализуется смешивание основного компонента с закарбонизованным суглинком. Рассматриваются разные способы регулирования свойств: ввод флюсующих добавок (органоминеральных и минеральных), варьирование технологических параметров изготовления изделий (влажности шихты и удельного давления прессования).*

Оценка эффективности керамических материалов в архитектуре связана с положительным опытом их применения в течение многих сотен лет. С эстетической точки зрения важны ощущения «чистоты» светложгущихся изделий, «теплоты» материалов красного цвета различных оттенков, «штучности» керамического кирпича, оставляющей впечатление «ручной» работы.

Перспективность использования пыли газоочистки производства ферросплавов (ПППФ) в сырьевых керамических массах обусловлена ее высокой дисперсностью, аморфным состоянием, наличием органических примесей. Химический состав ПППФ представлен в табл.1.

Таблица 1

Усредненный химический состав ПППФ (мас.%) за 2011 год

SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MgO	Влага	ППП
70,63	1,76	1,09	0,54	1,15	3,25	2,44	0,37	11,39

Исследование формирования свойств обжигового материала из ПППФ при последовательном нагревании в диапазоне температур 500...950°С показало, что черепок характеризуется низкой средней плотностью (970...1060 кг/м<sup>3</sup>), высоким водопоглощением (46...55 мас.%) и открытой пористостью (45...53 %). Это обусловлено развитой исходной микропористостью кластерных частиц ПППФ и относительно высоким содержанием органических примесей (11,4 мас.%). Установлено, что максимальную прочность (34,9 МПа) и коэффициент конструктивного качества (35,2 МПа) имеют образцы, обожженные при 950°С. Однако, на поверхности образцов, термообработанных при 750...950°С зафиксированы трещины в связи с избыточной кристобалитизацией. Синтез кристобалита при обжиге сопровождается с увеличением объема твердой фазы и развитием дефектности структуры. Повышенные значения коэффициента размягчения (1,28...2,33) при температуре обжига 800...900°С свидетельствует о проявлении материалом гидравлических свойств.

Известны способы направленного структурообразования кремнеземистых керамических изделий путем корректирования состава сырьевых масс алюмосиликатными компонентами. В качестве последних изучены зола-унос от сжигания углей Ирша-Бородинского месторождения и глиежи Богучанского месторождения [1,2]. При этом сочетаются кислый компонент (ПППФ) с щелочесодержащим (высококальциевая зола-унос) или полукислым компонентом (глиежи).

Целью данного исследования является сравнительных анализ способов регулирования свойств глинокремнеземистого керамического материала.

Для направленного структурообразования реализуется смешивание ПППФ с закарбонизованным суглинком Анзебинского месторождения (СГЛ). Базовый состав шихты включает 70 мас.% ПППФ и 30мас.% СГЛ. При термической деструкции суглинка в процессе обжига образуется поликомпонентная газовая фаза, включающая газы-восстановители ( $H_2$ , CO и др.) и пары воды. Это способствует активации поверхности сырьевых частиц и направленному фазообразованию [3, 4]. Химический состав Анзебинского суглинка представлен в табл.2.

Таблица 2

Химический состав суглинка Анзебинского месторождения (мас.%)

SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	ППП
54,34	3,84	1,43	12,44	5,84	5,44	2,0	2,66	0,71	10,36

В данной работе рассматриваются разные способы регулирования физико-технических свойств глинокремнеземистого материала. В частности, изучено влияние флюсующих добавок (органоминеральных и минеральных) и технологических параметров изготовления (влажности шихты и удельного давления прессования).

В качестве флюсующих органоминеральных добавок исследованы отходы производства алюминия – просыпь от дробления угольной футеровки электролизеров (УФ) и минеральный шлам от газоочистки (ШГО). Отработанная УФ алюминиевых электролизеров образуется при капитальном ремонте катодного узла электролизеров. В настоящее время УФ утилизируется частично: крупные куски используются в качестве флюса на предприятиях черной металлургии, а просыпь от дробления (фракция до 3мм) вывозится в отвал. Химический состав отхода (по данным Братского алюминиевого завода, 2010г.) в мас. %:  $Fl_2O_3$  – 3,5;  $SiO_2$  – 2,2; C – 54,8;  $CaF_2$  – 2,6; Al – 25; Na – до 12; F – 11,9. Количество образования отхода (2010г.) – 9846 т.

Шлам минеральный от газоочистки производства алюминия образуется в результате очистки электролизных газов и состоит (мас.%) из:  $Al_2O_3$  – 38,6;  $CaO+CaF$  – 3,4; F – 15,8; C – 28,3;  $Na_2SO_4$  – 12;  $SiO_2$  – 0,3;  $Fe_2O_3$  – 1,6.

Данный отход перекачивается по технологическому трубопроводу на шламохранилище.

Средний диаметр частиц ШГО – 7...20мкм. Объем образования – 10...13кг/т Al [7].

В производственной деятельности наиболее предпочтительно использование смешанных шламовых отходов (ШО) рекультивированного шламового поля БрАЗа, в котором накоплено 450-470тыс.т. отходов. Естественная абсолютная влажность таких отходов составляет 18,4% и близка к карьерной влажности местного суглинка Анзебинского месторождения.

Расход флюсующих добавок УФ и ШГО принят сверх 100 % базовой шихты. Исследование проводилось на образцах цилиндрах диаметром 40 мм и массой 40 г., полученных методом полусухого прессования при удельном давлении 20 МПа и влажности пресспорошка 19 мас.% (с добавкой УФ) и 20 мас.% (с добавкой ШГО). Физико-технические свойства глинокремнеземистого материала с флюсующими органоминеральными добавками представлены в табл.3.

Использование флюсующих органоминеральных добавок позволяет получить материал пониженной средней плотности (1300...1400 кг/м<sup>3</sup>). Установлено, что образцы с добавкой 1мас.% УФ характеризуются максимальными значениями предела прочности при сжатии (23,3 МПа) и коэффициента конструктивного качества (17,4МПа). Получение изделий класса средней плотности 1,2 (ГОСТ 530-2012) возможно при выпуске пустотелого кирпича пустотностью 10 %.

Повышенные значения коэффициента размягчения (табл.3) являются предпосылкой для получения обжиговых композитов, омоноличивание которых может протекать по схеме «обжиг-последующее увлажнение».

Таблица 3

Физико-технические свойства глинокремнеземистого материала с органоминеральными добавками

№	Количество УФ, мас. %	Количество ШГО, мас. %	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение, мас. %	Коэффициент размягчения	Коэффициент конструктивного качества, МПа
1	1	-	1,33	23,3	28,0	1,43	17,4
2	5	-	1,33	12,5	24,7	1,20	9,5
3	9	-	1,30	10,4	26,8	1,07	8,1
4	-	5	1,40	15,0	27,2	1,18	10,7
5	-	10	1,32	8,12	29,7	1,12	6,3
6	-	15	1,33	6,19	29,2	1,68	4,7

Примечание. Температура обжига образцов - 900°С; образцы с добавкой ШГО обжигались в заводской печи, с добавкой УФ – в лабораторной печи.

Для повышения прочности керамического черепка с добавкой 5 мас.% ШГО использовался способ уплотнения сырца путем подбора технологических параметров, а именно влажности пресспорошка и удельного давления прессования [5]. Оптимизация результатов эксперимента показала, что оба фактора являются весьма значимыми. Установлено, что рациональными технологическими параметрами являются влажность пресспорошка 22 мас.% и удельное давление 28,5 МПа. Очевидно, при таких параметрах развивается механизм диффузионного твердофазового спекания за счет высокой степени дефектности структуры и поверхностной энергии основного компонента ПППФ. Это способствует сокращению пути диффузии атомов и вакансий и увеличению числа контактов (перемычек), перемещение которых приводит к заполнению пор материалом. Комплексный анализ полученных данных показал, что предел прочности при сжатии глинокремнеземистого керамического материала соответствует 47,5 МПа (прогнозируемая марка М300), марка по морозостойкости – F50, водопоглощение -24,4 мас.%, класс средней плотности полнотелых изделий – 1,4.

Универсальность силикатной матрицы «ПППФ+СГЛ» подтверждается результатами предварительных испытаний экспериментальных образцов с минеральными добавками. В качестве минеральных добавок (плавней) апробированы золошлаковая смесь от сжигания смеси углей Жеронского и Ибрейского месторождений на Усть-Илимской ТЭЦ и стеклобой. Установлено, что ввод добавок (5 мас.% сверх основной шихты) при пониженной температуре (800°С) позволяет получить материал, средняя плотность которого соответствует 1450...1500 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии – 33 МПа, водопоглощение – 23...25 мас. %, коэффициент размягчения – 1,03...1,24. Повышение температуры обжига до 950°С способствует значительному росту средней плотности до 1905 кг/м<sup>3</sup>, пределу прочности при сжатии до 88 МПа и снижению водопоглощения до 7,8 мас.%. Указанные характеристики близки по значению к требуемым показателям для клинкерного кирпича II и III сорта [6]. Клинкерный кирпич применяют для мощения дорог, тротуаров, кладки фундаментов и сводов стен, подверженных большой нагрузке; для облицовки зданий, при устройстве полов производственных зданий, в гидротехническом строительстве. В традиционной технологии для изготовления клинкерного кирпича используют главным образом тугоплавкие глины с широким интервалом спекания. При этом температура обжига клинкерного кирпича 1200...1250°С.

Таким образом, предлагаемые способы интенсификации спекания и направленного структурообразования обеспечивают формирование заданного комплекса свойств глинокремнеземистого керамического материала на основе высокодисперсного отхода ферросплавного производства.

## Литература

1. Лохова, Н.А. Обжиговой материал на основе микрокремнезема / Н. А. Лохова, И.А. Макарова, С.В. Патраманская: монография – Братск: БрГТУ, 2002. – 163 с.
2. Лохова, Н.А. Морозостойкие строительные керамические материалы и изделия на основе кремнеземистого сырья: монография. – Братск: БрГУ, 2009. – 268 с.
3. Макарова, И.А. Стеновая керамика с лигносодержащими добавками на основе продуктов сульфатной переработки древесины: дис. ... канд. техн.наук: 05.23.05 / Макарова И.А.; НИСИ. – Новосибирск, 1993. -170с.
4. Макарова, И.А. Анализ сырьевой базы производства керамических изделий Иркутской области / И.А. Макарова, Н.А. Лохова, З.И. Гура, А.Л. Макарова // Системы. Методы. Технологии, 2012. - №4(16) – С. 109...112.
5. Мухтаров, Н.И. Сравнительный анализ способов упрочнения структуры кремнеземистых керамических материалов / Н.И. Мухтаров, А.Л. Макарова, М.И. Цинделиани, В.А. Казаков, Е.О. Сулименко //«Энергия молодых – строительному комплексу»: Материалы всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых. – Братск: Изд-во БрГУ- 2013-С.181...186.
6. Айрапетов, Г.А. Строительные материалы: Учебно-справочное пособие / Г.А. Айрапетов, О.К. Безродный, А.Л. Жолобов и др.; под ред.Г.В. Несветаева – 2-е изд. перераб. и доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2005 – С.326...327.
7. Куликов, Б.А. Утилизация фторосодержащих отходов алюминиевого производства в цементной промышленности / Б.П.Куликов, В.В.Баринов, М.Д.Николаев, И.В.Пыркова, С.А.Шувалов // Экология и промышленность России, май 2012. - С.4...6.

УДК 624.012.46

## Прочность и деформативность изгибаемых железобетонных элементов со смешанным армированием

И. А. Зайцев, Д.Г. Уткин

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск

**Ключевые слова:** Стальная фибра, зонное армирование, прочность, деформативность, высокопрочная арматура

*Расчёт прочности нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов с использованием высокопрочной арматуры в растянутой зоне сечения и зонного сталефибрового армирования в сжатой зоне сечения при статическом и кратковременном динамическом нагружении по нормативным источникам, а также в электронно-вычислительном комплексе SCAD. Выявление особенностей работы таких элементов.*

В последние годы все чаще возникает необходимость учитывать при расчете и проектировании несущих строительных конструкций возможность воздействия на них кратковременных динамических нагрузок аварийного характера. Такие нагрузки могут вызвать значительные деформации конструкций, их разрушение, что может привести к значительным материальным потерям, травмам и гибели людей.

Одним из новых и эффективных строительных материалов, деформативные и прочностные свойства которого были исследованы и проанализированы различными российскими и зарубежными учеными [1,2], является сталефибробетон.

Метод расчёта сталефиброжелезобетонных элементов по двум группам предельных состояний, представленный в СП 52-104-2009 «Сталефибробетонные конструкции» [3] подразумевает расчёт статически нагруженных элементов. Таким образом, задача изучения влияния смешанного армирования на работу изгибаемых сталефиброжелезобетонных элементов при кратковременном динамическом нагружении остаётся достаточно актуальной при расчёте и проектировании экономически выгодных и надёжных несущих конструкций.

В рамках теоретических исследований авторами статьи были рассчитаны изгибаемые железобетонные элементы с зонным сталефибровым армированием сжатой зоны сечения. В качестве растянутых рабочих стержней была применена высокопрочная арматура классов А800 и Вр1200 без предварительного напряжения и арматура класса А400. Модель балки с использованием комбинированного армирования представлена на рис. 1.

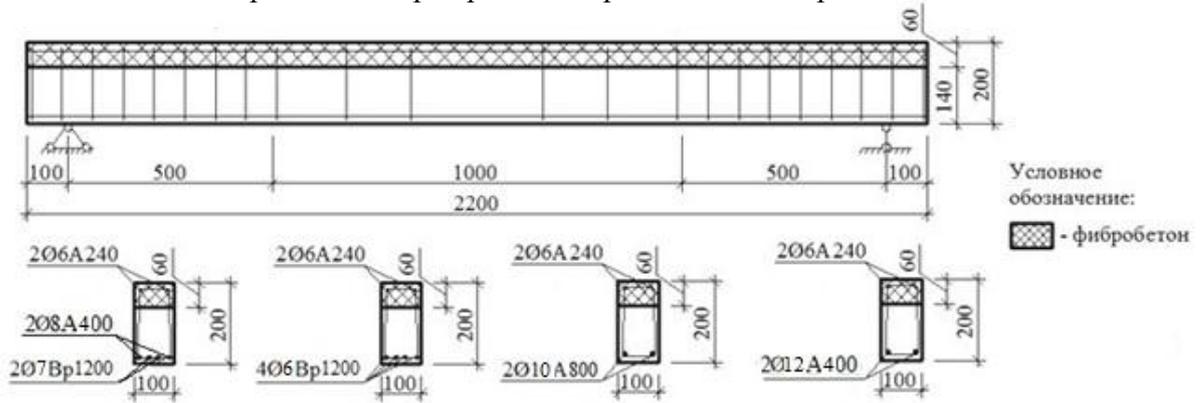


Рис. 1. Программа теоретических исследований и конструкции экспериментальных образцов

Полученные значения несущего момента и высоты сжатой зоны представлены на рис. 2 и 3:

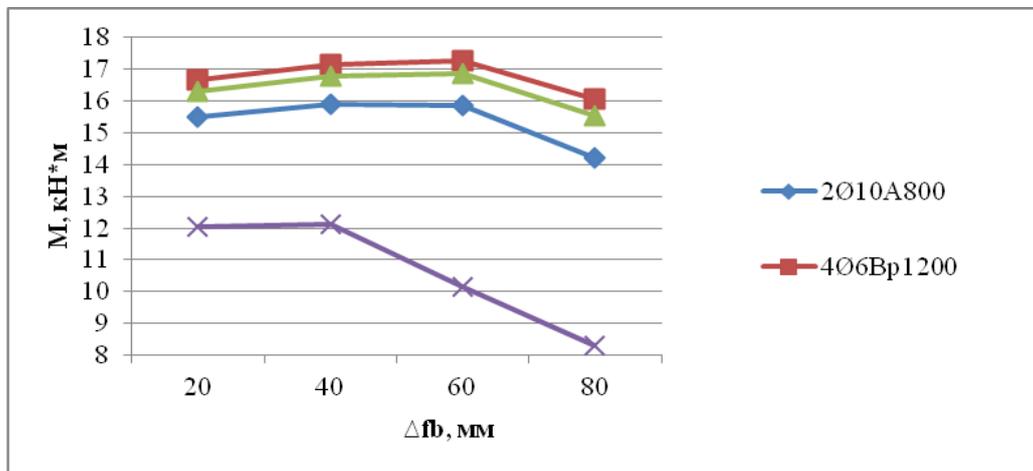


Рис. 2. Результаты расчёта балки при статическом нагружении

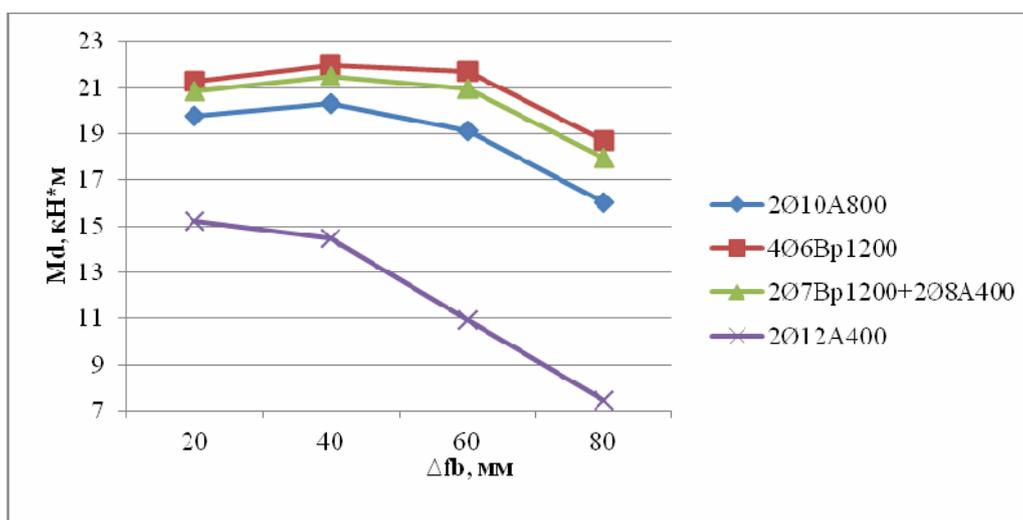


Рис. 3. Результаты расчёта балки при динамическом нагружении

В целях исследования деформативности железобетонных балок со смешанным армированием была рассчитана модель балки с использованием зонного фибрового армирования, равного 20 мм, в сжатой зоне сечения и высокопрочной арматуры класса А800 в растянутой зоне сечения при статическом нагружении. Полученные в результате расчёта в ПК SCAD представленные выше модели балки перемещения представлены на рис.4:

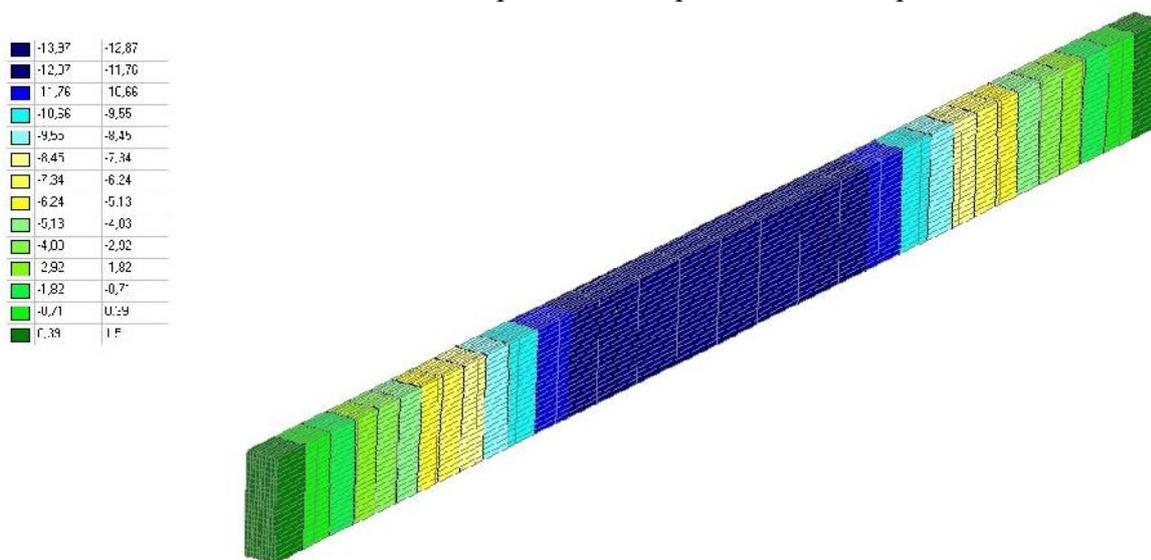


Рис. 4. Отображение изополей и изолиний перемещений балки

По итогам, полученным в результате расчёта железобетонной балки с комбинированным армированием следует вывод, что при увеличении зоны фибрового армирования с 20 мм до 80 мм максимальный показатель несущей способности данного элемента при статическом нагружении достигается при величине зонного фибрового армирования, равного 60 мм, а при кратковременном динамическом нагружении - 40 мм.

### Литература

1. Рабинович, Ф.Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции / Ф.Н. Рабинович // М.: Изд-во АСВ, Москва – 2004. - 560 с.
2. Уткин Д.Г. Деформирование изгибаемых сталефиброжелезобетонных элементов со смешанным армированием при кратковременном динамическом нагружении / Д.Г. Уткин

// Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета №5-2015. Научно-технический журнал. Томск 2015. с. 80-89.

3. СП 52-104-2009 Сталефибробетонные конструкции. М., НИИЖБ – филиал ФГУП «НИЦ Строительство» Росстроя России, 2010г., 89с

УДК 624-2/-9

## **Методы определения прочности бетона**

**Е.В. Зуев, С.А. Федосов, Ю.М. Кряжева**

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** прочность бетона, приборы неразрушающего контроля, ударный импульс, метод пластической деформаций, ультразвуковой метод.

*В статье ставится задача определения фактических характеристик материалов методами неразрушающего контроля, в частности, определения прочности, изложенных в нормативно-технической литературе. Рассматриваются следующие методы: пластической деформаций, упругого отскока, ударного импульса, ультразвукового контроля. Выявлена и обоснована необходимость использования неразрушающих методов контроля прочности, описаны принципы проведения испытаний. Испытания проводились на бетонном кубе стандартных размеров, полученные результаты проанализированы между собой, сделаны соответствующие выводы о достоверности испытаний.*

Последнее время все более остро встают вопросы о долговечности зданий 60-х годов массовой застройки и о пригодности их для эксплуатации, и обеспечение эксплуатационной надежности зданий и сооружений вероятностным методом. Для решения данных задач необходима оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций зданий и сооружений. Оценка напряженно-деформированного состояния основывается на определении прочности бетона и арматуры. Данная статья была основана на рассмотрении методов определения фактических прочностных характеристик бетона по методикам изложенным в нормативно-технической литературе. Сегодня существует обширная инструментальная база для определения прочности бетона в конструкциях неразрушающими методами. Результаты, представленные в статье, получены эмпирическим путем, сопоставлены между собой и проанализированы.

Приборы неразрушающего контроля (ПНК) - условно принятый в технической литературе термин, включающий в себя приборы для толщинометрии и дефектоскопии покрытий и материалов, для определения твердости и прочности материалов, а также ряд других характеристик. Измерения вышеназванных параметров производятся различными методами: ультразвуковым (УЗ), рентгенографическим, вихретоковым, ударно-импульсным, упругого отскока, пластической деформации, магнитным, магнитопорошковым, термографическим, оптическим, импедансным, а также рядом других менее распространенных методов [1].

Наибольшее распространение методы неразрушающего контроля (НК) получили в области дефектоскопии металлов и изделий из твердых пластмасс. По этому вопросу выпущено огромное количество литературы, проводятся сотни исследований и экспериментов. Но в данной статье рассматриваются методы и средства НК применительно к изделиям и сооружениям из бетона и железобетона.

Параметрами, подвергаемыми неразрушающему контролю в бетонах, являются прочность, величина защитного слоя, влажность, морозоустойчивость, влагонепроницаемость и ряд других. При производстве ЖБИ также контролируют натяжение арматуры и величину

вибрации при уплотнении бетонной смеси. Но основным контролируемым параметром для бетонов является прочность на сжатие [2].

На точность измерения прочности при измерении неразрушающими методами могут оказывать влияние такие факторы как: тип цемента, состав цемента, тип заполнителя, условия твердения, возраст бетона, влажность и температура поверхности, тип поверхности, карбонизация поверхностного слоя бетона и еще ряд других менее значимых факторов.

Для оценки методов неразрушающего контроля были проведены лабораторные испытания образца бетонного куба размером 100x100x100 мм.

Прочность, определенная молотком Кашкарова [2], составила 39,3 МПа.

Прочность определенная помощью электронного измерителя прочности бетона ИПС - МГ4.01 [2], составила R=31,9 МПа.

Прочность, определенная с помощью использования измерителя прочности ударно-импульсного ОНИКС-2.6 [2], составила R=44,1 МПа.

Прочность, определенная с помощью использования ультразвукового прибора УКС-МГ4С [3], составила R=32,36 МПа.

Прочность, определенная ультразвуковым прибором УК-10ПМС [3], составила 22,7 МПа.

Прочность, определенная с помощью ультразвукового прибора ПУЛЬСАР 2.2 [3], составила R=36,5 МПа.

Прочность, определенная с помощью гидравлического лабораторного пресса П-125 [4], составила R=27,95.

Полученные результаты испытаний сведены в таблицу.

Таблица 1

Результаты проведенных испытаний

Наименование прибора	Прочность образца R, МПа	Скорость прозвучивания образца V, м/сек	Время прозвучивания T, мкс
1. Молоток Кашкарова	34,33	—	—
2. ИПС - МГ4.01	31,9	—	—
3. ОНИКС-2.6	44,1	—	—
4. УКС-МГ4С	32,36	3701	26,4
5. УК-10ПМС	22,7	3853,51	25,95
6. ПУЛЬСАР 2.2.	36,5	4178	24,05
7. П-125	27,95	—	—

Анализируя, показания ультразвуковых приборов можно сделать следующие выводы: скорость ультразвука примерно одинакова, прибор УК-10ПМС показал самую низкую прочность.

Такие показания прибора могут объясняться моральным износом прибора. Вследствие этого износа нам не удалось ввести линейную градуировочную зависимость, которая была получена для бетона на местных заполнителях.

Линейная градуировочная зависимость типа:

$$Y = BX + D (1),$$

где коэффициенты B и D представляют параметры линейной градуировочной зависимости

Для бетона на местных заполнителях и цементе имеется экспоненциальное уравнение градуировочной зависимости типа:

$$Y=0,2014e^{0,0012X}$$

Используя пакет MS Office Excel, получаем линейную зависимость типа:

$$Y=0,0122X-24,317$$

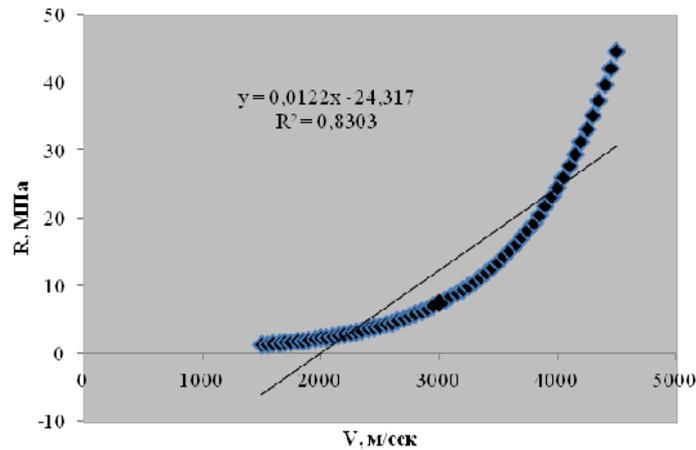


Рис.1. Градуировочная зависимость

В первых трех испытаниях определялась поверхностная прочность кубика. На основании того, что показания ультразвуковых приборов более точны, так как позволяют исследовать само тело бетонного образца, поверхностная прочность получилась завышена. Это может быть связано с условиями хранения образца, его возрастом.

Приборы УКС-МГ4С и УК-10ПМС показали примерно равные результаты по скорости ультразвука. Результаты измерений с помощью прибора ПУЛЬСАР 2.2 несколько завышены. Разница в показаниях ультразвуковых приборов может объясняться отсутствием градуировочной зависимости.

Для достоверности разрушающего метода необходима серия испытаний, которая имеет нормальное распределение. Из за этого существует вероятность погрешности, что в итоге приводит к заниженным значениям. Также при проведении испытания наблюдалась удовлетворительная схема разрушения образца (рис 2, А). Неудовлетворительное разрушение представлено на (рис 2, Б). [5]

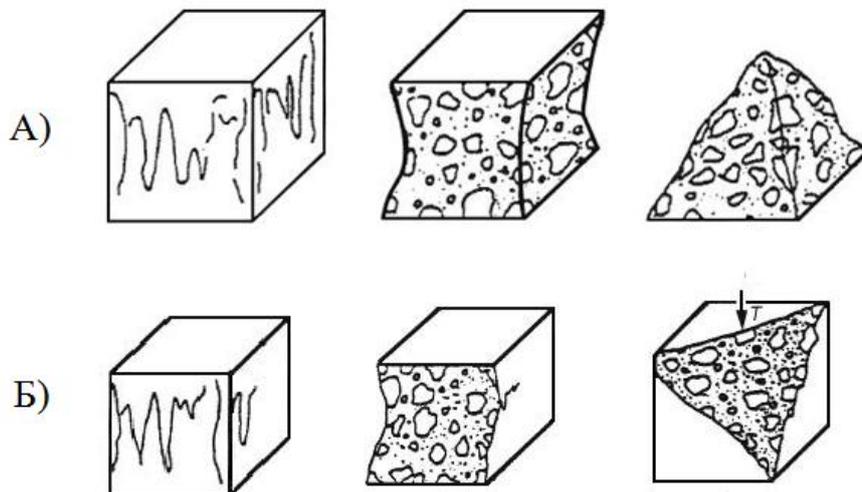


Рис. 2. А) - удовлетворительное разрушение образца; Б) - неудовлетворительное разрушение образца

В заключении можно сказать, что эксперт, руководствуясь своим мнением, принимает один или два результата за достоверные. В большинстве случаев более достоверные результаты дают ультразвуковые методы исследования, которые подтверждаются разрушающим методом.

## Литература

1. Бербеков Ж. В. Неразрушающие методы контроля прочности бетона // Молодой ученый. — 2012. — №11. — С. 20-23.
2. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. [Электронный ресурс]: ИС "Кодекс: Интранет".
3. ГОСТ 17624-2012 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности. [Электронный ресурс]: ИС "Кодекс: Интранет".
4. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. [Электронный ресурс]: ИС "Кодекс: Интранет".
5. ГОСТ 18105-2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. [Электронный ресурс]: ИС "Кодекс: Интранет".

УДК 624.01: 69.059.3

## Применение энергетического метода при автоматизации процесса расчета статически определимых и неопределимых стержневых систем на примере стальных ферм

В.А. Ильичев, Т.С. Гуж, А.М. Козиков

Брянский государственный инженерно-технологический университет, г. Брянск

**Ключевые слова:** энергетический метод, автоматизация расчета, стальные конструкции

*Рассмотрены теоретические положения энергетического метода для статического расчета фермы, на основе которых была создана программы ЭВМ, получившая практическое подтверждение. Проведена формализация расчетной схемы и её автоматического перехода в основную систему, распознавание и выделение внутренних и внешних узлов и стержней. Представлена математическая модель статического расчета фермы.*

Рассмотрим применение энергетического метода при разработке математической модели расчета статически определимых и неопределимых стержневых систем на примере стальных ферм. Суть метода: из закона сохранения энергии и его интерпретации выводится следующее основное уравнение:

$$\vec{r} + \vec{t} = \mathbf{0}, \quad (1)$$

где  $\vec{r}$  – вектор реакций внутренних сил упругости;

$\vec{t}$  – вектор реакций внешних сил [1].

Эти реакции возникают в дополнительных опорных стержнях основной системы, которая получается в автоматическом режиме из расчетной системы путем постановки дополнительных опорных связей в каждый внутренний узел по направлению возможных перемещений. Отметим, что за внутренние узлы принимаются все узлы, кроме узлов, прикрепленных к «земле». К внутренним стержням относятся все стержни, в том числе и опорные. При смещении узлов фермы, в дополнительных опорах возникают реакции от сил упругости и внешних силовых воздействий, то есть:

$$R_i + T_i = 0, i = \overline{1, 2 MB}, \quad (2)$$

где  $MB$  – количество внутренних узлов расчетной схемы; означает количество горизонтальных и вертикальных опорных реакций.

В матричной форме уравнение (2) имеет следующий вид:

$$Lr_{\Delta} \cdot \bar{\Delta} + Lt_{\Delta} \cdot \bar{\Delta} = \mathbf{0}, \quad (3)$$

где  $Lr_{\Delta}$  и  $Lt_{\Delta}$  соответственно: матрица влияния реакций в дополнительных связях от сил упругости, возникающих от единичного смещения ( $\Delta$ ) дополнительных связей; матрица влияния внешних воздействий  $Lt_{\Delta}$  при единичных смещениях ( $\Delta$ ) дополнительных связей.

В матричной форме уравнение (2) имеет следующий вид:

$$Lr_{\Delta} \cdot \bar{\Delta} + Lt_{\Delta} \cdot \bar{\Delta} = \mathbf{0}, \quad (3)$$

где  $Lr_{\Delta}$  и  $Lt_{\Delta}$  соответственно: матрица влияния реакций в дополнительных связях от сил упругости, возникающих от единичного смещения ( $\Delta$ ) дополнительных связей; матрица влияния внешних воздействий  $Lt_{\Delta}$  при единичных смещениях ( $\Delta$ ) дополнительных связей.

Таким образом, перемещения узлов и продольные силы в стержнях фермы от  $i$ -го нагружения ( $\bar{t}_i$ ) определяются из следующих выражений:

$$\bar{\Delta}_i = -Lr_{\Delta}^{-1} \cdot \bar{t}_i$$

$$N_i - LN_{\Delta} \cdot Lr_{\Delta}^{-1} \cdot \bar{t}_i; \quad i = \overline{1, KVS}, \quad (4)$$

где  $LN_{\Delta}$  – матрица влияния продольных сил от перемещений;  
 $KVS$  – количество всех нагружений.

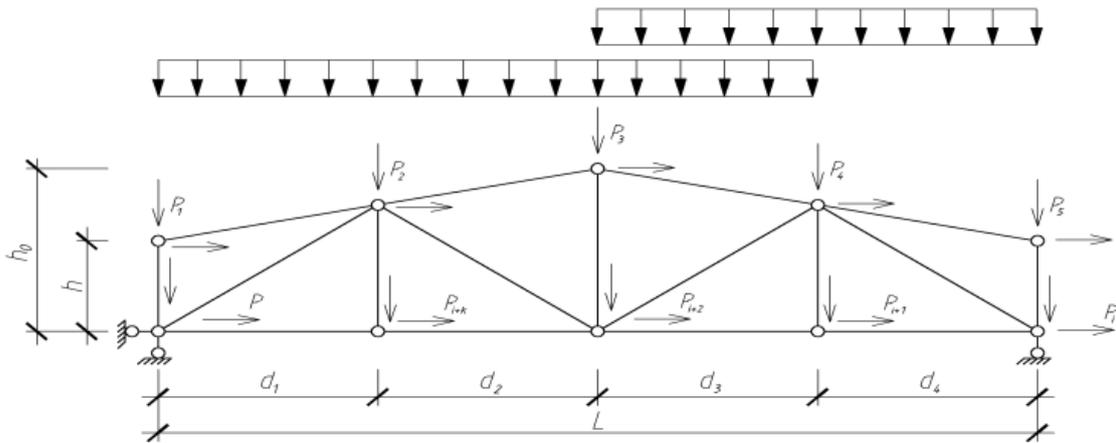


Рис.1. Заданная система

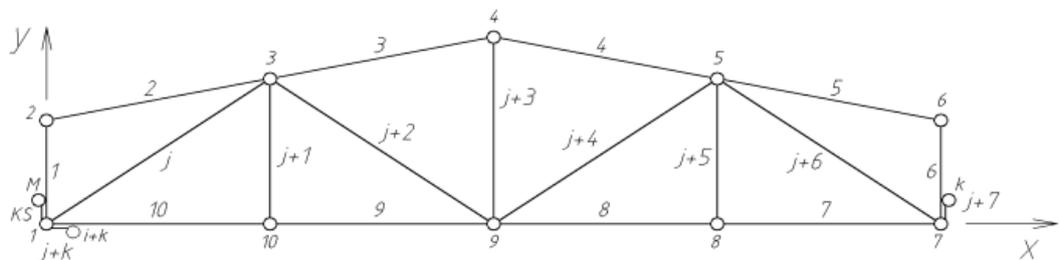


Рис.2. Расчетная система

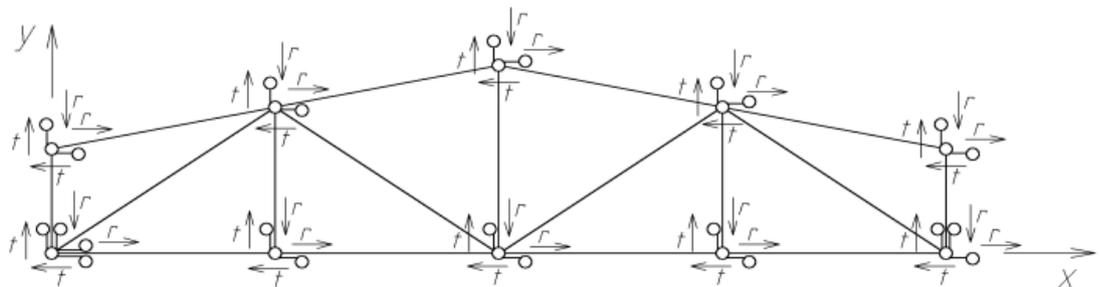


Рис. 3. Основная система

Для получения расчетных значений узловых перемещений и продольных сил производится анализ влияния каждой кратковременной нагрузки всех групп временных нагружений на возможные min-max значения:

$$\begin{aligned} \Delta_{i,max}^p &= \Delta_i^n + K_c \cdot \sum_{j=1}^{kgvn} \Delta_{i,j,max} & ; i = \overline{1,2 \cdot MB}; k = \overline{1,KS} \\ \Delta_{i,min}^p &= \Delta_i^n + K_c \cdot \sum_{j=1}^{kgvn} \Delta_{i,j,min} & ; i = \overline{1,2 \cdot MB}; k = \overline{1,KS} \\ N_{k,max}^p &= N_i^n + K_c \cdot \sum_{j=1}^{kgvn} N_{k,j,max} & ; N_{k,min}^p = N_i^n + K_c \cdot \sum_{j=1}^{kgvn} N_{k,j,min} \end{aligned} \quad (5)$$

где  $K_c$  – коэффициент сочетания;  $kgvn$  – количество групп кратковременных нагрузок;  $2MB$  – первые  $MB$  горизонтальные перемещения узлов, последние  $MB$  вертикальные перемещения [2].

Для формирования основных расчетных матриц  $Lr_\Delta$ ,  $LN_\Delta$  используются матрица направляющих косинусов  $LNC = [\cos \alpha_{i,j}]$ , матрица направляющих синусов  $LNS = [\sin \alpha_{i,j}]$ , и матрица жесткостей  $Lf = \left\{ \frac{d_i}{EF_i} \right\}$ . Здесь индекс  $i$ -относится к номеру стержня ( $i=l, KS$ ),  $j$ -относится к номеру узла, в котором сходятся  $i$ -ые стержни ( $i=l, MB$ ).

Развернутая форма матрицы влияния продольных сил от внешней нагрузки  $LNP$  имеет следующий вид:

$$LNP = LN_\Delta \cdot Lr_\Delta = \begin{array}{cc} MB & MB \\ \hline LN_\Delta^r & LN_\Delta^s \\ \hline \end{array} KS \cdot \begin{array}{cc} Lr_\Delta^{r,r} & Lr_\Delta^{r,s} \\ \hline Lr_\Delta^{s,r} & Lr_\Delta^{s,s} \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} MB \\ MB \end{array}$$

$$\begin{aligned} \text{где } LN_\Delta^r &= LF^{-1} \cdot LNC, LN_\Delta^s = LF^{-1} \cdot LNS; \\ Lr_\Delta^{r,r} &= LNC' \cdot LF^{-1} \cdot LNC; Lr_\Delta^{s,s} = LNC' \cdot LF^{-1} \cdot LNS \end{aligned} \quad (6)$$

Отметим, что весь статический расчет производится с помощью простых матриц  $LNC$ ,  $LNS$ ,  $LF$ . Структура матрицы  $LNP$  отвечает требованиям расчета статически неопределимых систем.

Основное уравнение для проведения статического расчета:

$$LrN \cdot LN_\Delta \cdot \vec{\Delta}_N + Lr_\Delta \cdot \vec{\Delta}_N = \mathbf{0} \quad (7)$$

Это уравнение получено как частный случай основного уравнения расчета. Здесь учитываются только продольные внутренние силы и принимается основная система с учетом обжатия стержней. Матрица  $Lr_\Delta$  учитывает изменение внешних нагрузок в деформированном состоянии фермы;  $LrN$  – матрица реакций внутренних сил упругости в дополнительных связях основной системы от единичных продольных сил,  $LrN$  – матрица влияния продольных сил от единичных узловых смещений. Обе матрицы получены для основной системы энергетического метода. Узловые перемещения  $\vec{\Delta}_N$  выражаются из уравнения (7) следующим образом:

$$\vec{\Delta}_N = -L_{\Delta r} \cdot \vec{R}, \quad (8)$$

где  $L_{\Delta r}$  – матрица влияния перемещений от внутренних сил упругости  $R$ , возникающих в расчетной системе. При равенстве (замене)  $T$  и  $R$ :

$$\vec{\Delta}_N = L_{\Delta r} \cdot \vec{R}, \quad (9)$$

где  $L_{\Delta r}$  – матрица влияния перемещений от внешней нагрузки. Продольные силы определяются через перемещения следующим образом:

$$\vec{N} = LN_\Delta \cdot \vec{\Delta}_N \text{ или } \vec{N} = LN_\Delta \cdot L_{\Delta r} \cdot R \quad (10)$$

Для определения перемещений и продольных сил в ферме необходимо автоматизировать составляющие матриц  $LN_\Delta$  и  $L_{\Delta r}$  с учетом различных применяемых загрузок. Выражения (9) и (10) примут вид:

$$\overline{\Delta N}_i = L_{\Delta r} \cdot \overline{R}_i \quad (11)$$

$$\overline{N}_i = L_{N\Delta} \cdot L_{\Delta r} \cdot \overline{R}_i, \quad i = 1, KVS, \quad (12)$$

где  $KVS$  – количество всех загружений.

Имея значения перемещений  $\overline{\Delta N}_i$  и  $N_i$  можно получить расчетные значения при невыгодном сочетании загружений [3].

$$\Delta N_p = \{\Delta_{i,max} \cdot \Delta_{i,min}\}, \quad i = 1, 2 \dots 2MB \quad (13)$$

$$N_p = \{N_{i,max} \cdot N_{i,min}\}, \quad i = 1, 2 \dots KS \quad (14)$$

Таким образом, выше рассмотрена матричная модель статистических расчетов, реализацией которой являются перемещение узлов и расчетные усилия для каждого стержня фермы.

Отметим, что приводимые формулы применяются для статически определимых и статически неопределимых (внутренним и внешним образом) ферм. Конструктивный расчет системы выполняется согласно требованиям СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции» [4].

Следует сказать, что на основе представленных в данной статье алгоритмов и методов была разработана программа ЭВМ, получившая практическое подтверждение.

### Литература

1. Юдин, Ю.Я. Энергетический метод в автоматизации инженерных расчетов [Текст]/ Ю.Я. Юдин – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1986. – 265 с.
2. Геммерлинг, Г.А. Система автоматизированного проектирования стальных конструкций [Текст]/ Г.А. Геммерлинг – М.: Стройиздат, 1987. – 210 с.
3. Гусаков, А.А. Системотехника строительства. [Текст]/ А.А. Гусаков – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2002. – 768 с.
4. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. – М., 2011 – 177 с.

УДК 69.04

## Исследование несущей способности элементов стропильной фермы из тонкостенных оцинкованных профилей

А.В. Фроловская, Ю.М. Петрова, Н.Н. Химченко

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

**Ключевые слова:** легкие стальные конструкции, тонкостенные холодногнутые профили, методика расчета ЛСТК, редуцированная площадь сечения, несущая способность элементов

*В статье приведен анализ существующих методик расчета элементов из стальных тонкостенных профилей, на основе которого выполнен расчет несущей способности стропильной фермы. Исследования элементов стропильной фермы из стальных оцинкованных профилей проводились с учетом редуцирования поперечных сечений и без. Данная работа проводилась по запросу изготовителя тонкостенных конструкций. В результате получено, что особенности работы тонкостенных профилей (редуцирование сечения, изменение механических характеристик стали по сечению, наличие остаточных деформаций и геометрических несовершенств формы) оказывают существенное влияние на несущую способность конструкции в целом.*

История применения в строительстве легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) в Европе, США и Канаде насчитывает около 50-ти лет. Область применения таких

конструкций многообразна: здания и сооружения различного назначения при новом строительстве и при реконструкции. Постепенно ЛСТК выходят и на отечественный рынок, учитывая большой накопленный опыт проектирования и строительства зданий и сооружений из металлических конструкций в нашей стране.

Одной из причин, сдерживающих развитие этой отрасли, является недостаточное развитие в России нормативной базы для их расчета и проектирования. При этом тонкостенные конструкции из гнутых профилей, изготовленные из оцинкованного листа с толщинами до 2 мм, обладают рядом особенностей, учет которых необходим при проектировании.

Существуют различные методики расчета ЛСТК, описанные в Еврокоде [1], Американском стандарте AISI [2], а также в рекомендациях В.З. Власова [3]. Требования нормативных документов СП 16.13330.2011 [4] и СНиП II-23-81\* [5] имеют ограничение по толщине профилей (от 4 мм), но они и не учитывают особенностей работы тонкостенных конструкций, включая редуцирование, что может привести к потере несущей способности и последующего разрушения.

Авторская методика Власова В.З. [3] уникальна сама по себе, но в то же время имеет некоторые несовершенства. Согласно его теории, тонкостенный профиль при потере общей устойчивости не изменяет формы, т.е. подразумевается его жесткость во всех направлениях, хотя экспериментальные исследования, указанные в Еврокоде [1] - говорят об обратном. Автор также не учитывает потерю местной устойчивости профиля, и в то же время примерно 75% обрушений зданий из ЛСТК происходят именно по этой причине.

Проанализировав существующие методики расчета, можно выделить несколько способов расчета, с помощью которых допускается конструирование тонкостенных профилей. Например, существует два альтернативных варианта проектирования тонкостенных профилей (рис. 1):

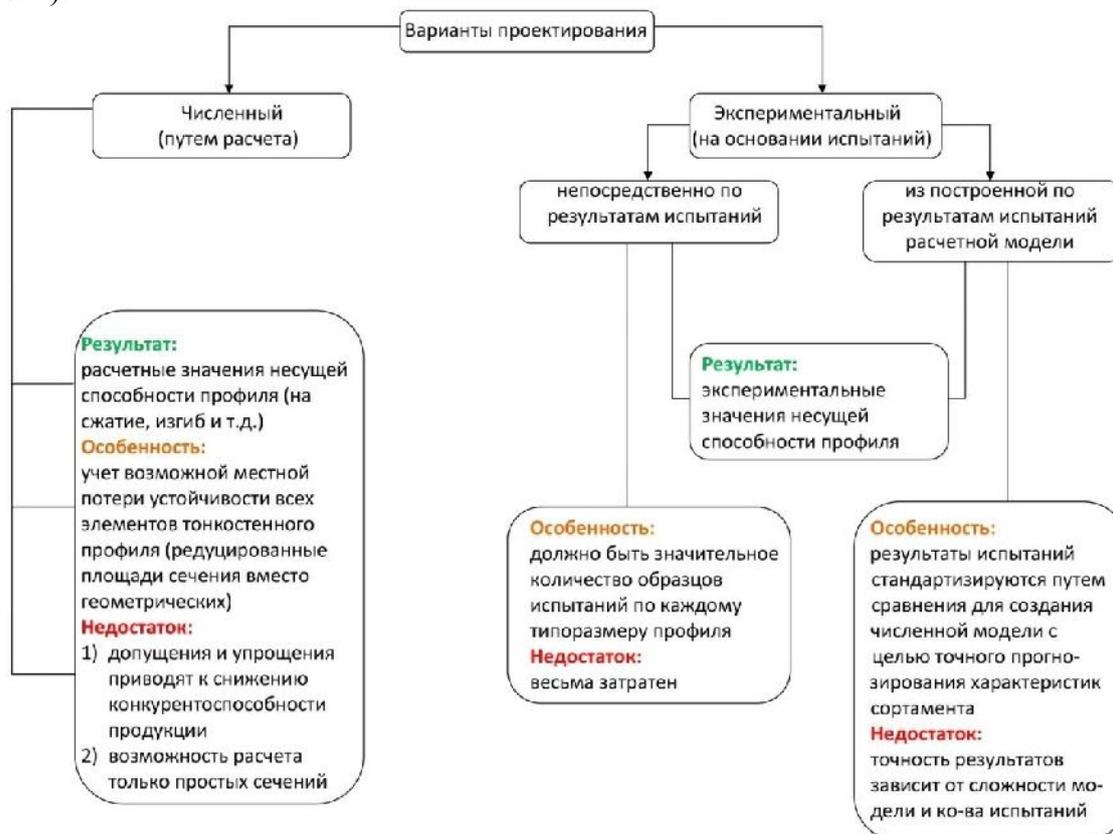


Рис.1. Варианты проектирования тонкостенных профилей

Между собой они отличаются принципиальным подходом: первый – численный вариант на основе расчетов, а второй – экспериментальный – на основе численных и натуральных исследований. Каждый вариант имеет свои особенности и недостатки. В результате мы получаем несущую способность тонкостенных профилей независимо от подхода.

В данной работе проведено исследование и сопоставительный анализ расчета тонкостенных элементов стропильной фермы с учетом редуцирования площади поперечного сечения и без по заказу изготовителя тонкостенных конструкций. Задачей авторов является проверка несущей способности конструктивного решения стропильной фермы пролетом 8 м, представленной на рисунке 2, в V снеговом районе. Аналогичный вариант был применен в качестве конструкций покрытия в г. Красноярске (III снеговой район). Шаг ферм в обоих вариантах 3 м.

Поперечные сечения элементов фермы приняты из условия, что гнутые профили изготавливаются из листовой стали размером 1250x2500 мм без отходов:

- нижний пояс - П-образный профиль 150x85x2 мм;
- верхний пояс - П-образный профиль 150x85x2 мм;
- крайние стойки - П-образный профиль 145x87x2 мм;
- промежуточные стойки и раскосы - П-образный профиль 145x55x1,5 мм.

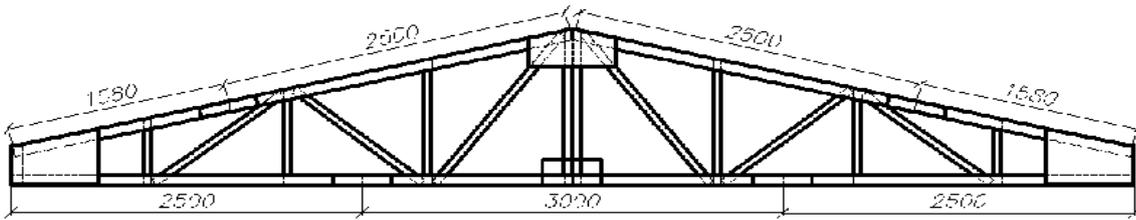


Рис. 2. Конструктивное решение стропильной фермы

К отличительным особенностям профилей, связанным с их тонкостенностью, относятся редуцирование сечения, изменение механических характеристик стали по сечению, наличие остаточных деформаций и геометрических несовершенств формы. При расчете элементов воспользуемся численным путем, указанным на рисунке 1. Расчет эффективных характеристик сечения (учет редуцирования) выполним с учетом требований норм [1].

Ниже приведен пример расчета площади поперечного сечения с учетом редуцирования верхнего и нижнего пояса фермы, поперечное сечение которых представлено на рисунке 3.

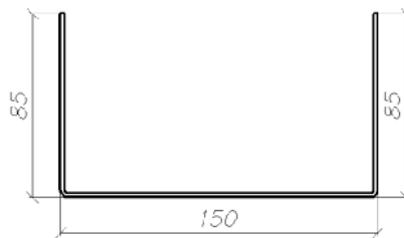


Рис. 3. Сечение элементов верхнего и нижнего пояса

Размеры поперечного сечения:

Высота сечения	$h=150$ мм
Ширина полки	$b_1=b_2=85$ мм
Номинальная толщина	$t_{nom}=2$ мм
Толщина стали	$t=1.96$ мм
Расчетный предел текучести	$f_v=280$ Н/мм <sup>2</sup>

$$h_p = h - t_{nom} = 150 - 2 = 148 \text{ мм}$$

$$b_{p1} = b_{p2} = b_1 - t_{nom} = 85 - 2 = 83 \text{ мм}$$

Шаг 1. Определение эффективной ширины полок

Для соотношения напряжений  $\psi=1$  (равномерное сжатие),  $k_\sigma = 0.43$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_{yb}}};$$

$$\lambda_{pb} = \frac{\frac{b_{p1}}{t}}{28.4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_{\sigma}}} = \frac{\frac{83 \cdot 96}{1}}{28.4 \cdot \sqrt{\frac{235}{280}} \cdot \sqrt{0.43}} = 2.482;$$

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0.188}{\lambda_p^2} = \frac{2.482 - 0.188}{2.482^2} = 0.372 < 1.0;$$

$$b_{eff} = \rho \cdot b_{p1} = 0.372 \cdot 83 = 30.876 \text{ мм};$$

Шаг 2. Определение эффективной ширины стенки

При равномерном сжатии соотношение напряжений  $y=1$  и коэффициент потери устойчивости  $k_{\sigma} = 4$  (для внутреннего сжатого элемента):

$$\lambda_{pb} = \frac{\frac{h_p}{t}}{28.4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_{\sigma}}} = \frac{\frac{148 \cdot 96}{1}}{28.4 \cdot \sqrt{\frac{235}{280}} \cdot \sqrt{4}} = 1.45;$$

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \varphi)}{\lambda_p^2} = \frac{1.45 - 0.055 \cdot (3 + 1)}{1.45^2} = 0.585 < 1.0;$$

$$h_{eff} = \rho \cdot h_p = 0.585 \cdot 148 = 86.58 \text{ мм};$$

$$h_{e1} = h_{e2} = 86.58 \cdot 0.5 = 43.29 \text{ мм};$$

$$A_{eff} = t \cdot [h_{e1} + h_{e2} + 2 \cdot b_{eff}] = 1.96 \cdot [86.58 + 2 \cdot 30.88] = 290.75 \text{ мм}^2.$$

Поперечное сечение верхнего и нижнего поясов элементов фермы с учетом эффективных характеристик (с учетом редуцирования) представлено на рисунке 4.

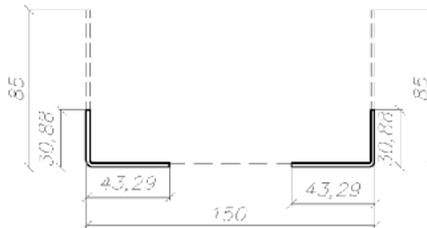


Рис. 4. Сечение элементов с учетом эффективных характеристик

Расчет внутренних усилий элементов стропильной фермы выполнен с использованием программного комплекса SCAD Office. Результаты расчета усилий (максимальные значения) и геометрических характеристик элементов стропильной фермы приведены в таблице 1.

Таблица 1

Элемент	Усилия, кН	Геометрические характеристики сечения без учета редуцирования			Характеристики поперечного сечения с учетом редуцирования		
		$A, \text{ см}^2$	$i_{x2}, \text{ см}$	$i_{y2}, \text{ см}$	$A_{eff}, \text{ см}^2$	$i_{x2}, \text{ см}$	$i_{y2}, \text{ см}$
верхний пояс	81,93	6,32	6,14	2,63	2,907	6,3	2,7
нижний пояс	-80,61	6,32	6,14	2,63	2,907	6,3	2,7
крайние стойки	-39,03	6,3	6,05	2,67	2,895	6,21	2,75
промежуточные стойки	-10,12	3,78	5,65	1,84	1,645	5,82	1,9
раскосы	-14,49	3,78	5,65	1,84	1,645	5,82	1,9

Проверку несущей способности элементов выполним: при растяжении – по прочности; при сжатии – по прочности и устойчивости. Результаты расчета приведены в таблице 2.

Таблица 2

Элемент	$R_y \cdot \gamma_c$ , МПа	Проверка сечения без учета редуцирования		Проверка сечения с учетом редуцирования	
		прочность	устойчивость	прочность	устойчивость
верхний пояс	266	129,6	-	<b>281,8</b>	-
нижний пояс	266	127,6	184,6	<b>277,2</b>	<b>401,2</b>
крайние стойки	266	62,0	82,6	134,8	179,8
промежуточные стойки	266	35,7	32,02	61,5	73,6
раскосы	224	38,3	46,7	88,1	107,3

В результате расчета получено, что несущая способность элементов стропильной фермы пролетом 8 м без учета редуцирования обеспечена как по прочности, так и по устойчивости. При проверке сечений с учетом редуцирования прочность элементов решетки фермы обеспечена, а верхнего и нижнего пояса - нет.

При выполнении дальнейших исследований с целью подготовки рекомендаций изготовителю тонкостенных конструкций были рассмотрены следующие показатели:

- уменьшение шага стропильных ферм;
- увеличение поперечного сечения элементов.

В результате получено, что при принятых исходных данных (ферма пролетом 8 м, V снеговой район) необходимо уменьшить шаг до 1,5 м, что не рационально с точки зрения материалоемкости и трудозатрат. При увеличении поперечного сечения от 150 до 250 мм – значительных изменений характеристик эффективного сечения не произошло. Следовательно, при данных климатических условиях, наиболее целесообразным является постановка дополнительной колонны в центре пролета здания, что приведет к уменьшению расчетного пролета стропильной фермы.

При проверке несущей способности стропильной фермы пролетом 6 м с использованием вышеуказанных поперечных сечений в III снеговом районе (г. Красноярск) несущая способность элементов обеспечена с учетом редуцирования.

В заключении можно отметить, что для исключения аварийности зданий и сооружений с использованием несущих конструкций из стальных тонкостенных профилей необходимо учитывать при расчете особенности работы профилей, связанных с их тонкостенностью.

На основе проведенных исследований разрабатываются практические рекомендации, включающие область применения стропильных ферм из стальных тонкостенных холодногнутых профилей в зависимости от снегового района, пролета и шага ферм, а также типов поперечного сечения.

### Литература

1. EN 1993-1-3:2006. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-3: General rules. Supplementary rules for coldformed members and sheeting. – Brussels: CEN, 2006. – 134 p.
2. AISI S100-2007. North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members. – Washington: American Iron and Steel Institute, 2007. – 198 p.
3. Власов, В.З. Тонкостенные упругие стержни Текст. / В.З. Власов. М.: ГИФМЛ, 1959. - 568 с.
4. Свод правил СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция. СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции. – М.: ФГУП ЦПП, 2010. - 173с.
5. Строительные нормы и правила СНиП II-23-81\* Стальные конструкции [Текст]. - Введ. 1982-01-01. - М: ФГУП ЦПП, 2005. -90с.

## Расчет железобетонных конструкций в условиях высоких температур с учетом деформативных свойств бетона

А.С. Кожанова, С.Г. Парфенов

Брянский государственный инженерно-технологический университет, 241037, г. Брянск, пр-т Станке Димитрова, 3. parfenovaas@mail.ru

**Ключевые слова:** деформативные свойства бетона, ползучесть, модуль упругости, высокая температура.

*Приведены исследования влияния высоких температур на деформативные свойства бетона для выявления функциональной зависимости упругих характеристик бетона от температуры и получения уравнений, учитывающих деформации ползучести при высоких температурах. На основании результатов экспериментальных исследований деформативных свойств бетона при высоких температурах ( $T > 100^\circ\text{C}$ ) построены функции модуля упругости и меры ползучести бетона. Получены реологические соотношения, описывающие деформативный процесс бетона при высоких температурах, пригодные для решения инженерных задач.*

Правильный учет свойств материалов и проектирование строительных конструкций, которые могли бы успешно функционировать при высоких температурах, является одной из наиболее актуальных и трудных задач. Трудность усугубляется тем, что при таких уровнях температур прочностные характеристики материалов являются убывающими функциями температуры, а значительные градиенты температурного поля вызывают большие температурные напряжения, которые нередко представляют собой важный фактор, определяющий прочность и долговечность сооружения.

Высокотемпературное воздействие существенно влияет на деформативные характеристики строительных материалов, а наличие температурного градиента превращает их в термически неоднородные. Снижение модуля упругости с ростом температуры непосредственно уменьшает жесткость конструкции, что может спровоцировать большие термоупругие деформации и привести к качественному перераспределению усилий и напряжений в элементах конструкций. Температура является одним из основных факторов, определяющих реологические свойства материалов [5].

Бетон, который при нормальных температурах имеет свойство убывающей во времени ползучести, при высоких температурах проявляет деформативные свойства, присущие металлам [3]. Деформации ползучести во времени развиваются неограниченно и могут привести к разрушению как бетонных, так и железобетонных элементов строительных сооружений.

Деформативные свойства бетона, как наследственно упругого тела, достаточно корректно описываются известными соотношениями Маслова-Арутюняна. Предложенные Н.Х.Арутюняном [1] функции, аппроксимирующие модуль упругости и меру ползучести бетона учитывают возраст бетона в момент нагружения и позволяют получать близкую к действительности картину напряженно-деформированного состояния бетонных сооружений или их элементов.

Рассмотрим график зависимости модуля упругости бетона от температуры, полученный экспериментальным путем [4] и представленный на рисунке 1.

Нами предлагается экспоненциальная функция, которая позволит без существенного снижения точности аппроксимации, упростить дальнейшие математические выкладки

$$E = E_1 e^{-\lambda_1 T} . \quad (1)$$

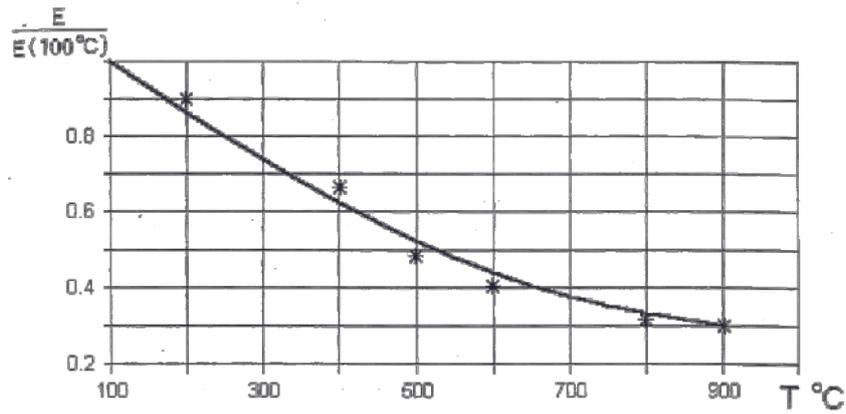


Рис. 1. Температурная зависимость модуля упругости бетона от температуры

\* – экспериментальные данные

Из условия минимизации среднеквадратичной ошибки определяем постоянные аппроксимации

$$E_1 = 2,326 \cdot 10^4 \text{ МПа}; \lambda_1 = 0,00151.$$

На рисунке 1 приведен график аппроксимирующей функции. Максимальное отклонение от экспериментальных результатов составляет 3,8%, что вполне допустимо для инженерных расчетов.

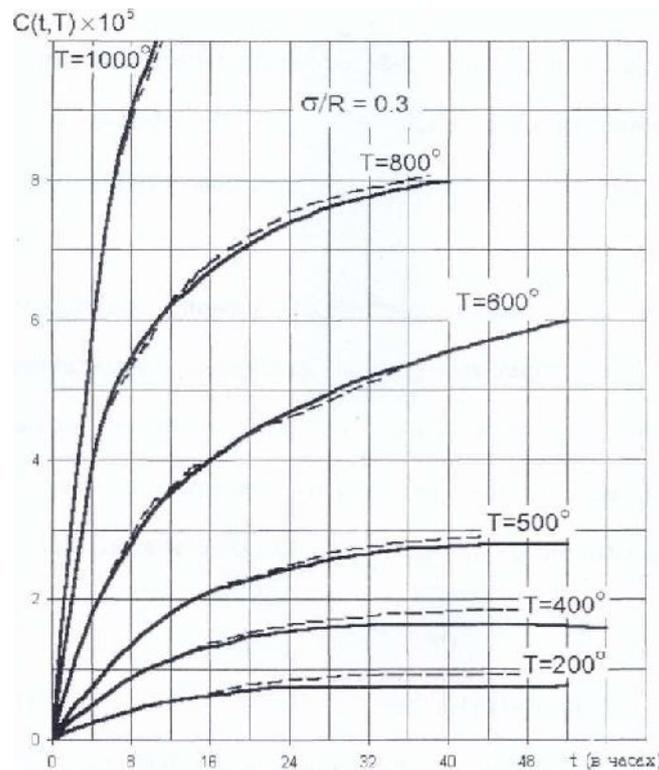


Рис.2. Кривые ползучести бетона для напряжений  $\sigma/R = 0,3$

————— – эксперимент, - - - - - по формуле

Наиболее полные экспериментальные исследования ползучести бетона при температурах выше  $100^\circ\text{C}$  приведены в работах [6-9]. В данных работах определены и построены графики изменения во времени деформации ползучести бетона в зависимости от продолжительности действия нагрузки, от относительных напряжений  $\sigma/R$  ( $R$ -предел, прочности бетона) и от температуры. С начала и до конца опытов напряжения и температура испытываемых образцов оставались постоянными. Полученные кривые ползучести для напряжений  $\sigma/R = 0,3$  приведены на рисунке 2.

Приведенные кривые ползучести показывают, что при сравнительно низких температурах скорость деформации ползучести в течение времени затухает, однако продолжитель-

ность экспериментов не позволяет подтвердить, что она стремится к нулю. Для более высоких температур деформация ползучести бетона со временем может увеличиваться беспрестанно, то есть по характеру протекания деформации ползучести, бетон становится весьма близким к металлам.

Аппроксимировать полученные экспериментальные зависимости единым аналитическим выражением для ядра ползучести, охватывающего весь интервал изменения температуры ( $100^{\circ}\text{C} \div 1000^{\circ}\text{C}$ ), затруднительно.

Так как наша цель заключается в исследовании высокотемпературных задач термоползучести, мы выбираем аналитическое выражение меры ползучести бетона, которая наилучшим образом описывает ползучесть бетона при средних температурах, допуская небольшие погрешности для температур ниже  $300^{\circ}\text{C}$  и выше  $800^{\circ}\text{C}$  [10].

$$\varepsilon(T, t, \sigma) = \frac{\sigma}{E(T)} + f(\sigma) \cdot C(t, T) \quad (2)$$

$$C(t, T) = C_0(1 - e^{-\gamma t})e^{\delta_1 T} \quad , \quad (3)$$

где  $C_0 = 2,18 \cdot 10^{-4} \text{ МПа}^{-1}$ ;  $\gamma = 0,032 \text{ 1/час}$ ;  $\delta_1 = 0,0036 \text{ 1/}^{\circ}\text{C}$ .

При определении параметров ползучести принято, что кривые ползучести подобны, а влияние возраста бетона на модуль упругости-деформации ползучести не учитывается, так как при высоких температурах играет второстепенную роль [2].

На основании тех же экспериментов построен график функции  $f(\sigma)$  (рис.3). Представленный график показывает, что для напряжений  $\sigma/R \leq 0,6$  с достаточно высокой точностью функцию  $f(\sigma)$  можно принимать линейной.

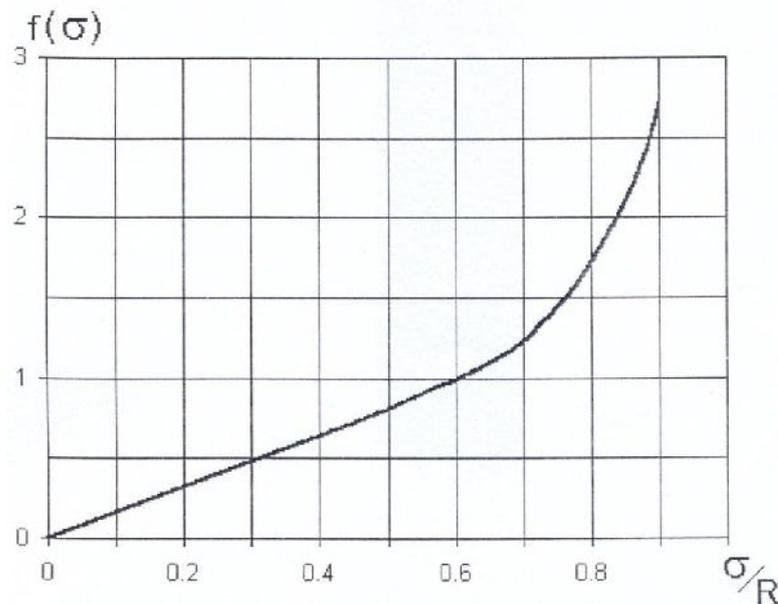


Рис. 3. График функции  $f(\sigma)$

Учитывая, что коэффициент температурного расширения бетона при высоких температурах меняется незначительно и принимая принцип суперпозиции по времени, приведем основные реологические соотношения для бетона, когда модуль упругости и мера ползучести являются функциями температуры

$$\varepsilon_{ij} = \alpha_0 T(I, s, t) + \frac{(1 - \nu)\sigma_{ij}(t) - \nu S(t)\delta_{ij}}{E(T)} + \int_0^t \frac{(1 + \nu)\sigma_{ij}(\tau) - \nu S(\tau)\delta_{ij}}{E(T)} \cdot K(t - \tau, T) \alpha \cdot \tau, \quad (4)$$

где  $S = \sum_t \sigma_{ij}$ ,  $K(t - \tau, T) = E(T) \frac{\partial}{\partial \tau} \cdot C(t - \tau, T)$ ,

$\alpha_0$ - усредненный коэффициент расширения бетона.

Функции модуля упругости и меры ползучести соответствуют выражениям (1) и (3).

В заключении следует указать, что данные функции, описывающие деформативные свойства бетонов при высоких температурах, могут быть успешно использованы для решения различных инженерных задач.

### Литература

1. Арутюнян, Н.Х. Расчет строительных конструкций с учетом ползучести [Текст] / Н.Х. Арутюнян, А.А. Зевин – М.: Стройиздат. – 1988. – 257 с.
2. Галустов, К.З. Нелинейная теория ползучести бетона и расчет железобетонных конструкций [Текст] / К.З. Галустов – М.: Физматгиз. – 2006.
3. Гениев, Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона [Текст] / Г.А. Гениев, В.Н. Киссюк, Г.А. Тюпин - М.: Стройиздат. – 1974. - 316 с.
4. Тамразян, А.Г. Огнеударостойкость несущих железобетонных конструкций высотных зданий [Текст] / А.Г. Тамразян // Жилищное строительство. – 2005. - №1. – С. 7.
5. Тамразян, А.Г. Динамическая устойчивость сжатого железобетонного элемента как вязкоупругого стержня [Текст] / А.Г. Тамразян // Вестник МГСУ. – 2011. - №1-2. – С. 193-196.
6. Тамразян, А.Г. Экспериментальные исследования внецентренно сжатых железобетонных элементов при кратковременных динамических нагружениях в условиях огневых воздействий [Текст] / А.Г. Тамразян, Л.А. Аветисян // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. - №4. – С. 24-28.
7. Аветисян, Л.А. К определению несущей способности внецентренно сжатых железобетонных колонн при динамических нагружениях в условиях огневых воздействий [Текст] / Л.А. Аветисян, А.Г. Тамразян // В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. Сборник материалов Международной научной конференции. – 2015. - С. 119-124.
8. Тамразян, А.Г. К учету коэффициента динамического упрочнения при расчете железобетонных колонн в условиях огневых воздействий [Текст] / А.Г. Тамразян, Л.А. Аветисян // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. - №9 (92). – С. 133-138.
9. Тамразян, А.Г. Расчет внецентренно сжатых железобетонных элементов при динамическом нагружении в условиях огневых воздействий [Текст] / А.Г. Тамразян // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. - №3. – С. 29-35.
10. Tamrazyan A. Reduce the impact of dynamic strength of concrete under fire conditions on bearing capacity of reinforced concrete columns [Текст] / A. Tamrazyan // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Т. 475476. – С. 1563-1566.

УДК 624.45: 620.193.4

## Исследование железобетонных плит, опертых по контуру

А.С. Кожанова

Брянский государственный инженерно-технологический университет, 241037, г. Брянск, пр-т Станке Димитрова,3, parfenoovaas@mail.ru

**Ключевые слова:** деформативные характеристики бетона, прогибомер Максимова, разрушающая нагрузка.

*Проведены экспериментальные исследования прямоугольных железобетонных плит, опертых по контуру, под распределенной нагрузкой. Рассмотрены различные методы расчета железобетонных плит по прочности и деформативности. Произведено сопоставление теоретических и экспериментальных результатов расчета.*

Существуют различные методики расчета железобетонных плит, находящихся под действием распределенной нагрузки, и важно понимать, насколько каждый из них близок к практическим данным.

Для экспериментальных исследований были запроектированы и изготовлены три железобетонные плиты размером 1080x680 мм (рис. 1.). Армирование плит (рис. 1.) принято в виде плоской сетки С1 ячейкой 200x200 мм с рабочей арматурой диаметром 3 мм класса Вр-I,  $R_s=410$  МПа.

Параллельно с изготовлением основных образцов были изготовлены вспомогательные бетонные кубы размерами 150x150x150, предназначенные для получения фактических прочностных и деформативных характеристик бетона на момент проведения испытаний. Испытания вспомогательных образцов бетона произведены по методике ГОСТ 10180-90.

В результате испытаний были определены основные характеристики бетонов. Для образцов с проектным классом бетона В40:  $R_{bn}=29$  МПа,  $R_b=22$  МПа,  $R_{bt}=1,4$  МПа,  $E_b=36,8 \cdot 10^3$  МПа.

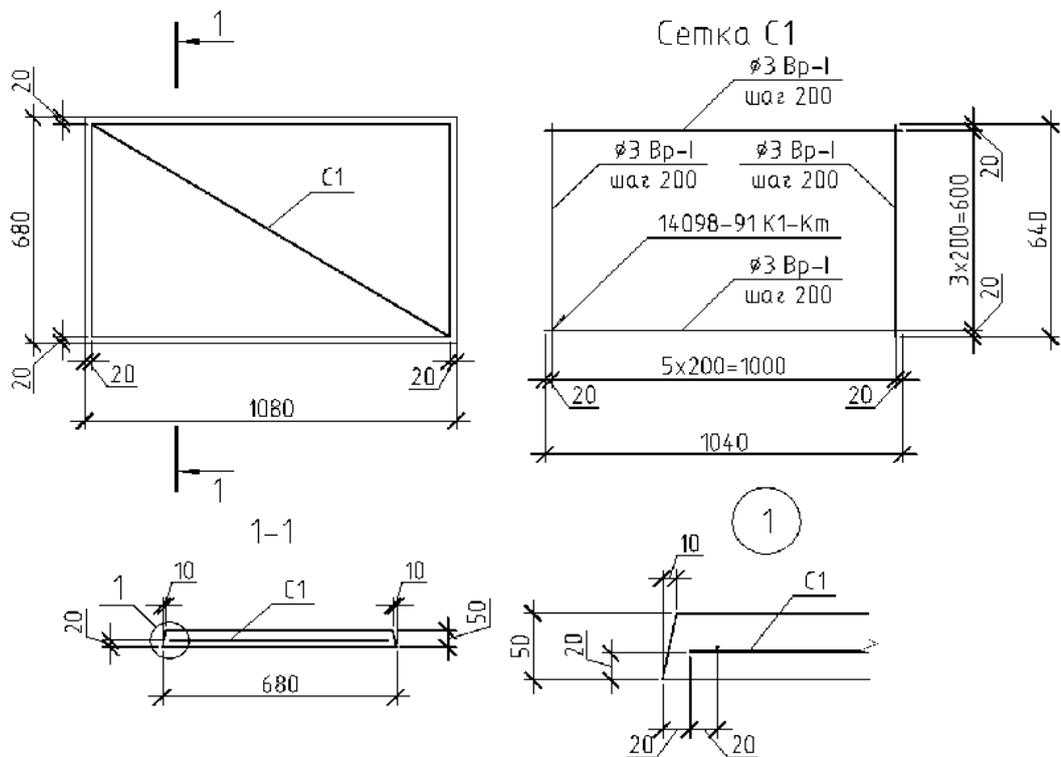
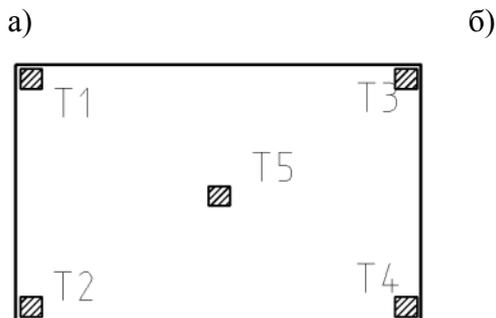


Рис.1. Схема конструктивного решения и армирования

Нагрузка на плиту прикладывалась ступенями с выдержкой в течение 10 минут на каждой ступени. При проведении испытаний измерялись и фиксировались следующие опытные величины: прогибы бетона плиты, значение текущей нагрузки. Измерение прогибов бетона производилось с использованием прогибомеров Максимова. Схема расстановки прогибомеров представлена на рисунке 2а.



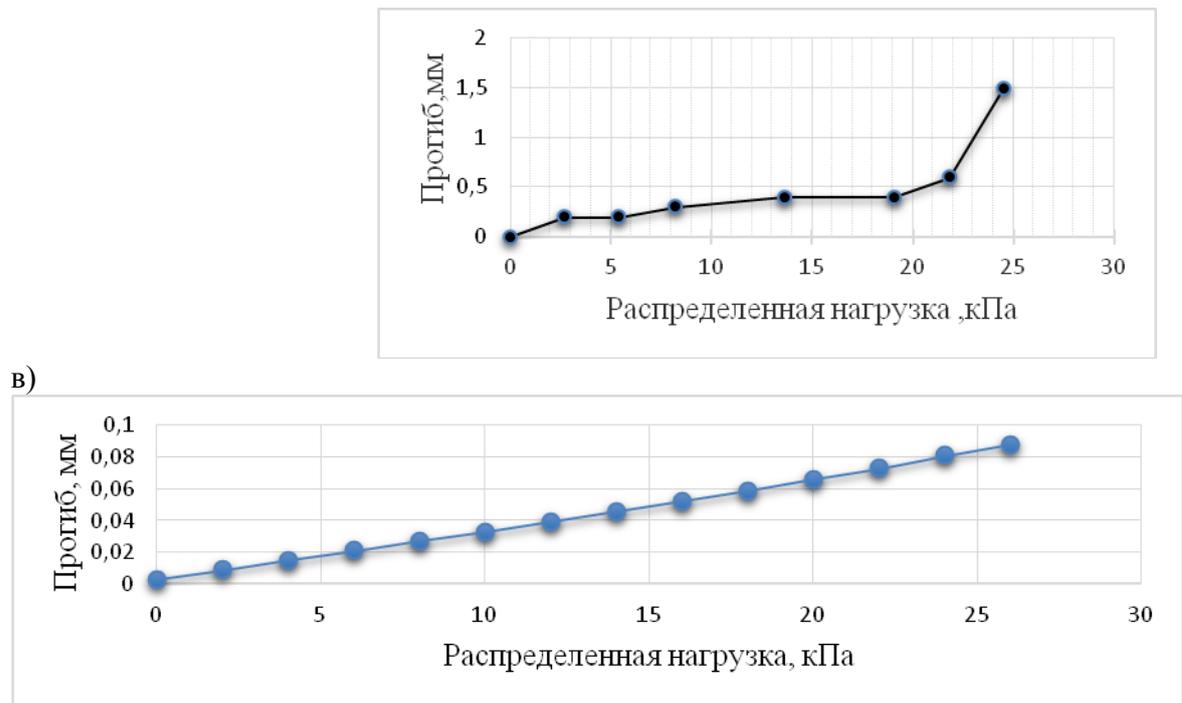


Рис. 2. Схема установки прогибомеров (Т) на опытной конструкции (а), график прогибов в центре плиты от нагрузки (б), результаты вычислений программном комплексе Eurosoft StarkES (в).

В результате, в ходе испытаний установлена разрушающая нагрузка  $q = 24,5$  кПа.

Расчёт опытных конструкций железобетонных плит выполнялся в двух вариантах: 1) с учетом пространственной работы плиты; 2) численным методом с использованием программного комплекса Stark ES рисунок 2в.

В плитах, свободно опертых по контуру (рисунок 3), с отношением пролетов  $\lambda = l_2 / l_1 \leq 3$  ( $1,03/0,63=1,635$ ) при равномерно распределенной нагрузке  $q$ , разрушающая нагрузка определялась по формулам [1]:

$$q_1 \leq \frac{24 \cdot (\overline{M}_1 + \overline{M}_2)}{l_1^2 \cdot (3l_2 - l_1) \cdot \gamma_n}, \quad (1)$$

где  $\overline{M}_1$  - предельный момент усилий в арматуре, пересекающей сечение, относительно приведенного центра тяжести сжатой зоны, определенного с учетом увеличения плеч сил за счет прогиба плиты;

$\overline{M}_2$  - предельный обобщенный момент усилий в арматуре;

$l_1$  и  $l_2$  - соответственно короткий и длинный расчетные пролеты;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по назначению .

$$q_2 \leq \frac{24 \cdot (\overline{M}_1 + \overline{M}_2)}{l_1^2 \cdot (3l_2 - l_1) \cdot K_{sp} \cdot \gamma_n}, \quad (2)$$

где  $\overline{M}_1$  и  $\overline{M}_2$  - предельные моменты усилий в арматуре;

$K_{sp}$  - коэффициент, учитывающий влияние пространственной работы и концентрации арматуры в центре плит.

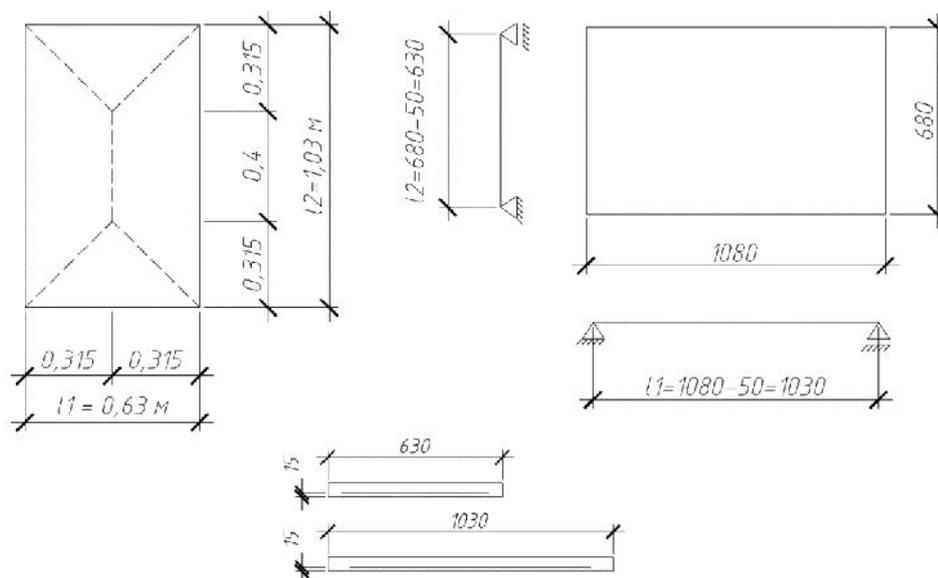


Рис. 3. Расчетная схема плиты

Подставив исходные данные, получили следующие результаты:  $q_1=23,9$  кПа,  $q=21,1$  кПа. Результаты вычислений в программном комплексе Stark ES представлены на рисунке 2в  $q_{st}=27$  кПа.

Анализ полученных данных позволяет заключить следующее. Наиболее близким к экспериментальным данным по эмпирическим зависимостям является первый вариант расчета, запас прочности 2%. По второму варианту запас прочности составил 14%. Менее точные данные получены с помощью расчетного комплекса Stark ES.

### Литература

1. Зырянов, В.С. Рекомендации по расчету и конструированию сборных сплошных плит перекрытий жилых и общественных зданий [Текст] / В.С. Зырянов - М.: ЦНИИЭП, 2005. - 92 с.
2. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. - М., 2004 - 72 с.
3. Зырянов, В. С. Пространственная работа железобетонных плит, опертых по контуру [Текст] / В.С. Зырянов - М.: ЦНИИЭП жилища, 2002.-108 с.
4. Тамразян, А.Г. Расчет элементов конструкций при заданной надёжности и нормальном распределении нагрузки и несущей способности [Текст]/ А.Г. Тамразян –М., Вестник МГСУ.2012.№10.с.109-115.

УДК 666.9

## Легкий бетон на основе отходов

Д.Э. Маргарян, С.А. Белых

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** отходы производства и потребления, легкий бescементный бетон, микрокремнезем, жидкое стекло, пенополистирол

*В данной работе приведены результаты исследований образцов легкого бescементного бетона на основе кремнеземсодержащего сырья с применением минерального вяжущего негидратационного твердения. Крупнотоннажный отход производства — микрокремнезем используется в качестве тонкодисперсного наполнителя бетона и исходного сырья для*

получения вяжущего, а отход потребления – упаковка из пенополистирола вводится в бетон в измельченном виде и выступает в роли поробразующего вещества или легкого заполнителя. Преимуществом является упрощение и удешевление технологии за счет полного исключения цемента, а также повышение эффективности технологического процесса за счет сокращения сроков изготовления изделий с улучшенными технико-эксплуатационными характеристиками плотности, пористости, механической прочности, термостойкости, пожаробезопасности, огнестойкости.

В последнее десятилетие мировое сообщество пересмотрело стратегию дальнейшего развития земной цивилизации, выдвинув взамен доминировавшего направления безграничного «научно-технического прогресса» стратегию «устойчивого развития», основные критерии которой — ограничение потребления природных ресурсов, энергосбережение, защита окружающей среды. Эти же критерии являются базовыми и в стратегии развития строительного комплекса.

В связи с возрастающими требованиями к эксплуатационным характеристикам современных строительных материалов, а также истощением природных сырьевых источников, важное значение приобретает использование новых нетрадиционных видов минеральных ресурсов и, в частности, отходов производства и потребления [1].

Ужесточение теплотехнических норм в массовом жилищном строительстве активировало процесс создания новых материалов, обеспечивающих не только необходимую несущую способность конструкций, но и обладающих низкими значениями теплопроводности. К таким строительным материалам можно отнести легкие бетоны на пористых заполнителях, полученные из отходов производства и потребления. Перспективы использования указанных бетонов обусловлены как большими объемами строительства, так и проблемами энерго- и ресурсосбережения. При этом одновременно будут решаться три задачи: уничтожение отходов, сохранение сырья и получение новых «энергоэффективных» строительных материалов.

Известно, что основные характеристики легких цементных бетонов и, в частности, физико-механические и теплоизоляционные, в большей степени обусловлены его высокоразвитой пористой структурой, которую получают двумя способами: формированием структуры бетона с помощью пено- и газообразователей, и введением пористых заполнителей. Свойства и характеристики легких заполнителей могут варьироваться в широких пределах. Установлено [2], что легкие бетоны на пористых заполнителях по сравнению с ячеистыми бетонами той же плотности обладают более высокими прочностными характеристиками, меньшей усадкой и ползучестью, что позволяет расширить область их применения (табл. 1).

Таблица 1

Некоторые свойства конструкционно-теплоизоляционных легких цементных бетонов

Бетон	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С
Керамзитбетон	400 – 1000	1,5 – 12,0	0,1 – 0,21
Перлитбетон	300 – 700	0,5 – 5,0	0,09 – 0,23
Арболит	500 – 600	1,5 – 3,5	0,1 – 0,12
Пенополистиролбетон	400 – 500	0,75 – 2,5	0,14 – 0,16
Ячеистый автоклавный	400 – 500	1,0 – 2,5	0,13 – 0,15

Как видно из табл. 1, использование керамзитового гравия с насыпной плотностью 300 – 600 кг/м<sup>3</sup> позволяет получить легкие цементные бетоны плотностью 400 – 1000 кг/м<sup>3</sup> и прочностью 1,5 – 2,0 МПа при коэффициенте теплопроводности 0,1 – 0,21 Вт/м·°С. Известны легкие цементные бетоны на основе вспученных материалов — перлита и вермикулита, обладающие плотностью менее 700 кг/м<sup>3</sup> и 450 – 900 кг/м<sup>3</sup>, соответственно, обладающие меньшей прочностью (до 5,0 МПа) и большей теплопроводностью (до 0,23 Вт/м·°С). Большое распространение получили также ячеистые бетоны: пенобетон, газобетон и газосиликат [2].

Данная работа посвящена изучению образцов легких бесцементных бетонов, полученных на основе двух отходов: крупнотоннажного отхода производства — микрокремнезе-

ма и отхода потребления – упаковки из пенополистирола, вводимой в бетон в качестве поробразующего вещества или легкого заполнителя [3].

Микрокремнезем является крупнотоннажным отходом ООО «Братский завод ферросплавов» компании Мечел. Его физико-механические характеристики приведены в табл. 2, а химический состав представлен в основном двуокисью кремния SiO<sub>2</sub> (80 – 85%). Расход компонентов для изготовления образцов легкого полистиролбетона приведен в табл. 3.

Таблица 2

Физические свойства микрокремнезема

Наименование характеристик	Показатели
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	300-350
Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	2000-2600
Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	10000-25000
Размер частиц, мкм	0,1-3,0
Цвет	Темно-серый

Таблица 3

Расход компонентов для изготовления образцов бесцементного полистиролбетона

Наименование компонентов	Показатели
Жидкое стекло, масс. %	62,5-69,5
Кремнефтористый натрий, масс. %	6,25-6,95
Шамот, масс. %	6,25-6,95
Микрокремнезем, масс. %	16,2-23,3
Пенополистирольный заполнитель, масс. %	1,2-2,4

Необходимо отметить, что микрокремнезем использовался нами в двух направлениях: как тонкодисперсный наполнитель в полистиролбетон и для получения жидкого стекла, применяемого в качестве вяжущего.

Натриевое жидкое стекло из микрокремнезема с силикатным модулем n=2,5 получали по малоэнергоемкой технологии путем прямого растворения кремнеземистого компонента в растворе щелочи. Плотность жидкого стекла регулировали на стадии его варки. Были получены образцы жидкого стекла с плотностью (г/см<sup>3</sup>) 1,36; 1,30; 1,28; 1,16. В качестве отвердителя композиции на основе жидкого стекла использовали кремнефтористый натрий (КФН) в количестве 10 % от массы вяжущего. Пенополистирольные упаковки измельчали и вводили в состав в виде стружек с насыпной плотностью 12 кг/м<sup>3</sup> и длиной до 5 мм. В качестве жаростойкой добавки использовали тонкомолотый шамот с остатком на сите №008 – 50 %.

Результаты исследований лабораторных образцов бесцементного полистиролбетона различных составов приведены на рис. 1 и 2. Анализ полученных результатов показал, что разработанный материал согласно ГОСТ Р 51263–99 [4] соответствует по прочностным характеристикам бетону классов В0,5 – В1,5 со средней плотностью 400 – 600 кг/м<sup>3</sup>.

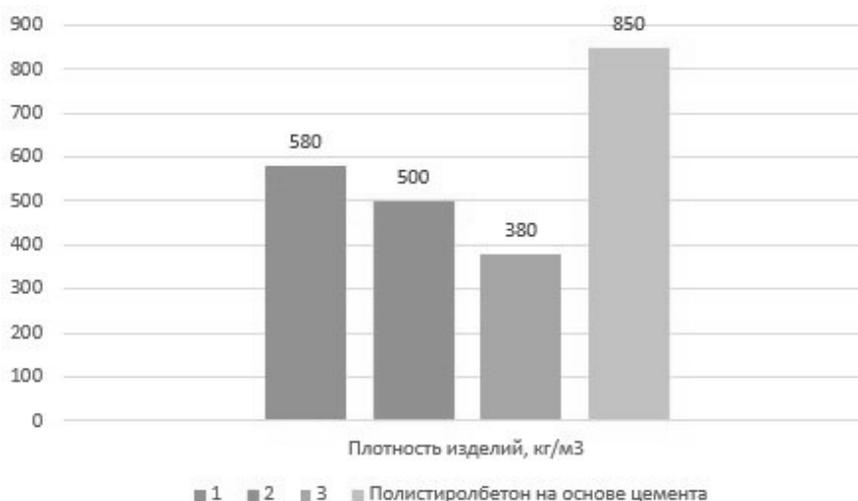


Рис. 1. Показатели плотности образцов полистиролбетона: бесцементного (1, 2, 3) и на основе цемента

Установлено, что полистиролбетон на основе жидкого стекла из микрокремнезема имеет вдвое меньшие деформации усадки по сравнению с полистиролбетоном на основе цемента, что можно объяснить упругостью частиц «вторичного» полистирольного заполнителя.

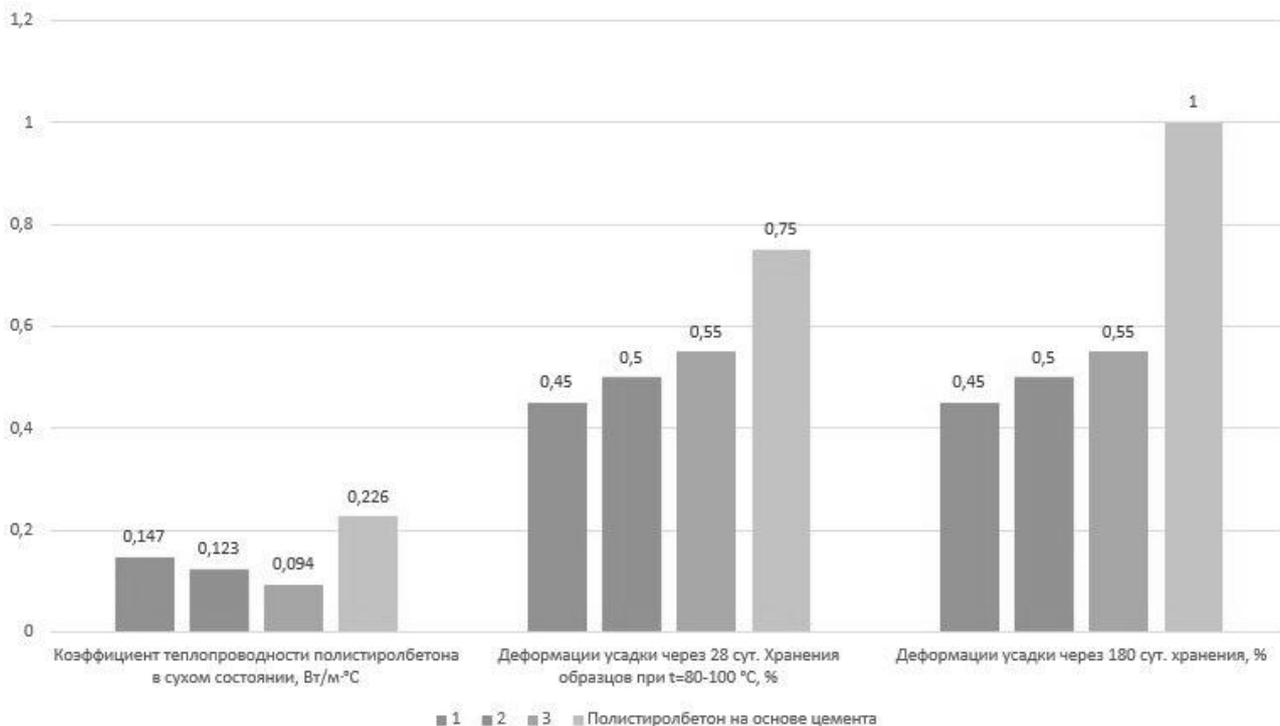


Рис. 2. Некоторые физико-механические характеристики готовых изделий

Выявлено, что повышение термостойкости материала достигается благодаря введению в состав смеси в качестве вяжущего натриевого жидкого стекла из микрокремнезема с силикатным модулем 2,5 и введением тонкомолотого шамота в количестве 10 % от массы жидкого стекла.

Найдено, что введение в состав смеси микрокремнезема и тонкомолотого шамота обеспечивает также снижение усадочных деформаций, повышение прочностных характеристик и водостойкости бетона.

Показано, что использование в бетонной смеси «вторичного» полистирольного заполнителя позволяет получить строительный материал с удовлетворительными теплоизоляционными свойствами.

Внутреннюю структуру полученных образцов бетонов с «вторичным» полистирольным заполнителем и вспененным гранулированным полистиролом определяли визуально путем сравнения их срезов [3]. Структура среза образца, полученного введением измельченного отхода потребления – «вторичного» полистирольного заполнителя, отличается от среза образца на основе вспененного бисерного полистирола: первый имеет форму рваных частиц или стружек с шероховатой поверхностью, а второй – форму окатанных шариков различного диаметра. Однако и в том, и в другом образце характер распределения полистирольного заполнителя в объеме материала достаточно равномерный.

Таким образом, преимуществом полученного легкого полистиролбетона на основе отходов перед полистиролбетоном на основе цемента является, прежде всего, исключение из его состава дорогих и энергоемких компонентов и их полная замена промышленными и бытовыми отходами. Удовлетворительные физико-механические характеристики позволяют использовать данный материал в качестве теплоизоляционного материала для изоляции несущих и ограждающих конструкций зданий от воздействия повышенных температур, свя-

занных с эксплуатацией горячих трубопроводов и отопительных приборов. Легкий полистиролбетон на основе отходов может быть рекомендован для теплоизоляции дымоходов каминов и печей, межэтажных перекрытий домов с печным отоплением, малогабаритных котельных, деревянных несущих стен, а также в перекрытиях над «холодными» подвалами, в покрытиях зданий с «теплым» чердаком, при утеплении кровли и наружных стен реконструируемых зданий. Изготовленный в местных условиях, такой бетон позволит исключить удорожание эффективных теплоизоляционных материалов за счет их доставки из отдаленных районов.

### Литература

1. Баженов Ю.И. Пути развития строительного материаловедения: новые бетоны/ Ю.И. Баженов// Технологии бетонов. – 2012. – №3/4. – С. 39 – 42.
2. Попов М.Ю. Легкий бетон на основе гранулированного пеностекла. – Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. тех. наук. – Иваново, 2015. – 20 с.
3. Белых, С.А., Соколова А.А. Бесцементный полистиролбетон на основе промышленных и бытовых отходов/ С.А.Белых// Технологии бетонов. – 2008. – №1. – С.14 – 15.
4. ГОСТ Р 51263 – 99 «Полистиролбетон. Технические условия». – Утвержден и введен в действие постановлением Госстроя России от 29 декабря 1998 г. – № 29

УДК 5

## О совершенствовании конструкции длинноходовых гидроцилиндров

Д.Ю. Кобзов, В.Г. Губанов, Д.С. Корякина

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** Гидроцилиндр, надежность, деформация, поршень.

*В настоящее время в зарубежном и отечественном машиностроении осуществляется ряд мер по повышению единичных мощностей машин. Следствием этого является повышение уровня давления рабочей жидкости в гидросистемах машин и увеличение основных размеров гидроцилиндров их рабочего оборудования, к числу которых относятся ход штока гидроцилиндра, его линейные и диаметральные размеры, а, следовательно, и масса. В процессе эксплуатации гидроцилиндр возвратно-поступательного перемещения двустороннего действия с односторонним штоком в результате его функционального продольно-поперечного нагружения деформируется в вертикальной продольной плоскости с появлением у него полного прогиба, который резко увеличивает действующие на него изгибающие нагрузки, а также реакции, возникающие в его подвижных герметизируемых сопряжениях. Последние резко интенсифицируют процесс изнашивания трущихся элементов. Не исключена вероятность искривления штока и заклинивания его в корпусе.*

Анализ эксплуатационной надёжности дорожных и строительных машин (ДСМ) показывает, что в их гидроприводе наименее надёжным элементом являются гидроцилиндры рабочего оборудования.

Основным недостатком существующей конструкции наиболее распространённого на ДСМ гидроцилиндра возвратно-поступательного перемещения двухстороннего действия с односторонним штоком является то, что до приложения эксплуатационного продольного сжимающего усилия он имеет полный прогиб, определяемый как сумма прогиба в результате несоосности его основных несущих элементов (штока и гильзы), обусловленного наличием зазоров в его сопряжениях «поршень – гильза» и «шток – направляющая втулка», прогиба в

результате наличия возможного начального (технологического) искривления длинномерных элементов (штока и корпуса), регламентируемого технологическим допуском на непрямолинейность изготовления длинномерных изделий, а также прогиба от действия поперечных сил – весов этих элементов.

В результате приложения эксплуатационного продольного сжимающего усилия, то есть при подачи под давлением жидкости в поршневую полость гидроцилиндра, полная деформация гидроцилиндра увеличивается и, будучи плечом приложения этого усилия, приводит к возрастанию полного изгибающего момента, могущего вызвать критические напряжения и, соответственно, появление пластических деформаций у штока гидроцилиндра и последующей потере гидроцилиндром работоспособности в результате заклинивания штока с поршнем в корпусе (гильзе) гидроцилиндра. Кроме этого, в процессе эксплуатации, как правило, наклонно расположенный в пространстве гидроцилиндр возвратно-поступательного перемещения с односторонним штоком в результате продольно-поперечного нагружения деформируется в вертикальной продольной плоскости с появлением у него полного прогиба. Одновременно, такое функциональное расположение силового гидроцилиндра под нагрузкой приводит к увеличению реакций в его подвижных герметизируемых сопряжениях, что значительно ухудшает условия работы элементов этих сопряжений, повышает в них температуру и увеличивает интенсивность изнашивания. По мере изнашивания трущихся поверхностей элементов гидроцилиндра, приводящего опять-таки к увеличению его полной деформации, соответственно, к увеличению действующих продольных и поперечных нагрузок, условия функционирования гидроцилиндра ухудшаются с большей интенсивностью, следствием чего является снижение его надёжности и ресурса работоспособности, как по несущей, так и по герметизирующей способности.

Названные недостатки традиционной конструкции гидроцилиндра могут быть устранены путём приведения гидроцилиндра из состояния продольно-поперечного изгиба в состояние устойчивости или близком к таковому через поддержку корпуса (гильзы) гидроцилиндра сенсорной промежуточной опорой (Рис. 1 и 2). При этом интерес представляют возможные варианты поддержки гидроцилиндра в зависимости от усилия поддержки и характеристик работоспособности перспективного гидроцилиндра, а именно: отсутствие реакции в подвижном уплотняемом сопряжении «шток – направляющая втулка», то есть  $R_1=0$  (Рис. 3); отсутствие реакции в подвижном уплотняемом сопряжении «поршень – гильза», то есть  $R_2=0$  (Рис. 4) и отсутствие полного прогиба гидроцилиндра в точке соединения корпуса гидроцилиндра с поддерживающей опорой, то есть  $y_T=0$  (Рис. 5), что практически сопровождается отсутствием полного прогиба штока гидроцилиндра.

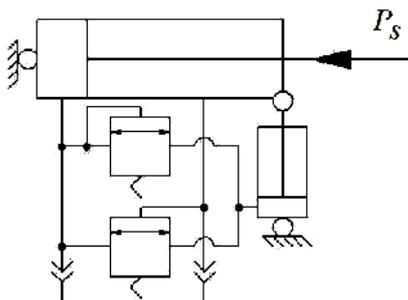


Рис. 1. Принципиальная схема сенсорной поддержки гидроцилиндра (снизу) по

А. с. СССР № 1386758 и № 1735620, по Патентам РФ № 2046893 и № 2050479.

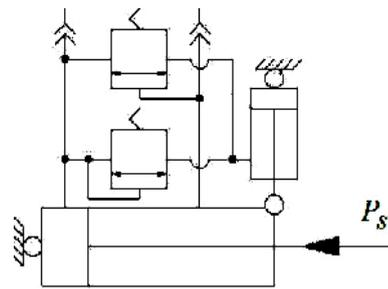


Рис. 2. Принципиальная схема сенсорной поддержки гидроцилиндра (сверху) по

А. с. СССР № 1386758 и № 1735620, по Патентам РФ № 2046893 и № 2050479.

Исследования показывают, что наиболее предпочтительным вариантом поддержки гидроцилиндра следует считать схему с промежуточной сенсорной поддерживающей опорой, реализующей усилие поддержки  $F_{(R_1=0)}$ , что дополнительно разгружает наименее надёжное сопряжение гидроцилиндра «шток – направляющая втулка», граничащее с окружающей средой, насыщенной абразивной пылью.

Уменьшение действующих в подвижных уплотняемых сопряжениях «шток – направляющая втулка» и «поршень – гильза» реакций  $R_1$  до нуля и  $R_2$  более, чем в семь раз в соответствии с основным уравнением изнашивания способствует значительному снижению интенсивности изнашивания образующих их элементов при адекватности показателя степени  $\alpha = 1 + \beta t$ , что повышает долговечность гидроцилиндра.

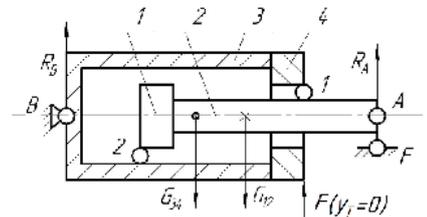
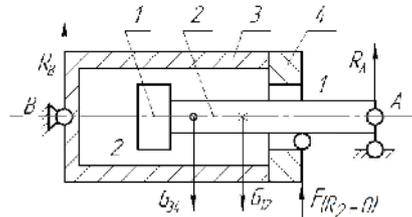
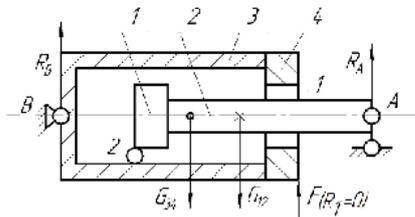


Рис. 3. Принципиальная схема поддержки гидроцилиндра усилием  $F(R_1=0)$ .

Рис. 4. Принципиальная схема поддержки гидроцилиндра усилием  $F(R_2=0)$ .

Рис. 5. Принципиальная схема поддержки гидроцилиндра усилием  $F(y_T=0)$ .

При разработке промежуточной сенсорной поддерживающей опоры необходимо учитывать нелинейный характер поддерживающего усилия  $F$ . При этом во внимание необходимо принимать кинематические особенности конструкции рабочего оборудования конкретной гидрофицированной многозвенной ДСМ, а в качестве характеристик рабочего процесса гидроцилиндра рассматриваются: величина текущего положения его штока и значение угла наклона гидроцилиндра к поверхности тяготения.

Выше изложенное свидетельствует об актуальности исследовательских работ в этом направлении, результаты которых способствуют повышению эффективности гидрофицированных ДСМ в целом.

УДК 624.012

## Особенности расчета внецентренно сжатых железобетонных колонн с учетом нелинейности материалов

И.В. Дудина, Е.А. Муска

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** железобетонные колонны, внецентренное сжатие, нелинейность материалов, нелинейно-деформационная модель.

*В данной статье рассмотрен алгоритм расчета внецентренно сжатой колонны на основе нелинейной деформационной модели. Данная методика расчета позволяет выполнять расчеты прочности, устойчивости и деформативности с использованием полных диаграмм деформирования бетона и арматуры и позволяет приблизить расчетную модель к фактическому напряженно-деформированному состоянию конструкции и выявить резервы снижения материалоемкости.*

Железобетонные конструкции являются основой современного капитального строительства, их значение по прогнозам специалистов не снизится и в ближайшие пятьдесят лет. Этот факт, равно как и понимание необходимости повышения капиталовложений в область строительства за счет снижения материалоемкости, ставит перед нами задачу совершенствования железобетонных конструкций, методов их проектирования и расчета с целью повыше-

ния технико-экономических показателей железобетонных конструкций, в частности, с целью снижения расхода стали и бетона при одновременном повышении технических характеристик конструкций.

Важной особенностью конструкционных материалов является нелинейный характер зависимости между напряжением и деформацией. Учет нелинейности в расчетах позволяет приблизить теоретические прогнозы к фактическому состоянию конструкции и выявить резервы снижения материалоемкости. Нелинейность материалов рассматривается в расчетах с помощью диаграмм деформирования материалов [1, 2].

Сущность расчета внецентренно сжатой колонны по данной модели [3, 4] заключается в следующем: сечение разбивается на  $n$  элементарных участков бетона с площадями  $A_{bn}$  и  $k$  элементарных участков арматуры с площадями  $A_{sk}$  в соответствии с рисунком 1. Число участков бетона целесообразно принимать не более 100, а число участков арматуры будет равно числу стержней в сечении.

Выбираются произвольно координатные оси. Предположим,  $Z$  - продольная ось элемента;  $Y$  - вертикальная ось,  $X$  - горизонтальная ось с положительным направлением слева направо. Целесообразно совмещать координатные оси с осями симметрии, если они имеются, для упрощения разбивки на элементарные площадки в соответствии с рисунком 1. Данный метод позволяет учитывать влияние эксцентриситетов относительно обеих осей ( $e_x, e_y$ ), т.е. рассматривать косое внецентренное сжатие (косой изгиб).

При расчете внецентренно сжатых элементов по нелинейно-деформационной модели необходимо учитывать следующие положения [1]:

- распределение общих относительных деформаций по высоте сечения подчиняется гипотезе плоских сечений;
- связь между осевыми напряжениями и относительными деформациями бетона и арматуры принимают в виде диаграмм деформирования бетона и арматуры;
- принимается условие совместности осевых деформаций арматуры и бетона;
- напряжения в бетоне  $\sigma_{bn}$  и арматуре  $\sigma_{sk}$  считают равномерно распределенными на элементарных площадках  $A_{bn}$  и  $A_{sk}$ ;
- основой для расчета являются условия равновесия:

$$\begin{cases} \sum N = 0 \\ \sum M_x = 0 \\ \sum M_y = 0 \end{cases} \quad (1)$$

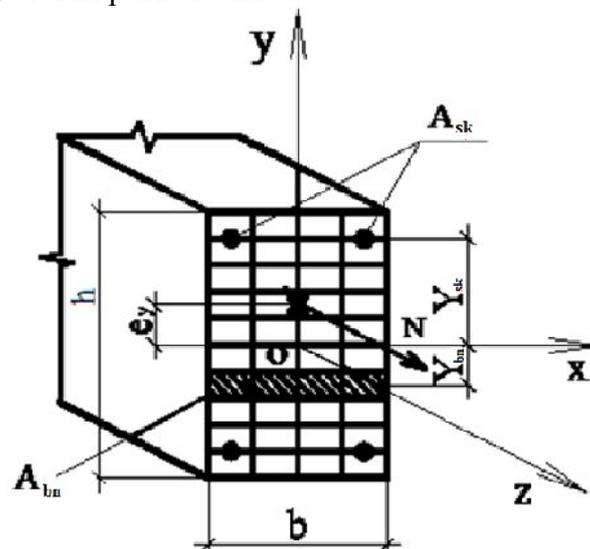


Рис. 1. Расчетное сечение внецентренно сжатого железобетонного элемента при расчете по нелинейно-деформационной модели

При расчете по данной модели учет физической нелинейности работы конструкций производится с помощью математического описания диаграмм деформирования арматуры и бетона и применения шагово-итерационного метода, реализующего способ упругих решений. Идея метода состоит в том, что решение нелинейной задачи получается в виде последовательности решений линейных задач, сходящихся к результату. Условия равновесия внеш-

них и внутренних сил при любом нагружении, исходя из формулы (1), записываются в виде:

$$\begin{cases} N_z = \sum_n \sigma_{bn} \cdot A_{bn} + \sum_k \sigma_{sk} \cdot A_{sk} \\ M_x = - \sum_n \sigma_{bn} \cdot A_{bn} \cdot x_n - \sum_k \sigma_{sk} \cdot A_{sk} \cdot x_k \\ M_y = - \sum_n \sigma_{bn} \cdot A_{bn} \cdot y_n - \sum_k \sigma_{sk} \cdot A_{sk} \cdot y_k \end{cases}, \quad (2)$$

где  $N_z$  - продольная сила;  
 $M_x$  - изгибающий момент в направлении оси  $X$  ;  
 $M_y$  - изгибающий момент в направлении оси  $Y$ .

Учитывая, что напряжения в дискретных элементах бетона и арматуры определяются из диаграмм деформирования материалов, получаем:

$$\begin{cases} \sigma_{bn} = E'_{bn} \cdot \varepsilon_{bn} \\ \sigma_{sk} = E'_{sk} \cdot \varepsilon_{sk} \end{cases}, \quad (3)$$

где  $E'_{bn}$ ,  $E'_{sk}$  - секущие модули деформаций соответственно бетона и арматуры, зависящие от расположения элементарных участков в сечении и уровня нагружения.

Согласно нелинейно-деформационной модели, деформации бетона и арматуры в плоскости и из плоскости изгиба определяются с использованием гипотезы плоских сечений [2]. Эта гипотеза дает существенное геометрическое упрощение задачи и является условием совместности деформаций бетона и стали внецентренно сжатого железобетонного элемента.

В соответствии с этой гипотезой продольные относительные деформации по середине элементарных участков  $A_{bn}$  и  $A_{sk}$  подчиняются зависимостям:

$$\begin{cases} \varepsilon_{bn} = \varepsilon_z - k_x x_n - k_y y_n \\ \varepsilon_{sk} = \varepsilon_z - k_x x_n - k_y y_n \end{cases}, \quad (4)$$

где  $\varepsilon_z$  - деформации продольной координатной оси элемента  $Z$  ;  
 $k_x$ ,  $k_y$  - кривизна этой оси в плоскостях, совпадающих с осями  $X$  и  $Y$ .

Подставив выражения (4) в (3), а затем в систему (2) и выполнив соответствующие преобразования, получим условия равновесия

$$\{F\} = [R(\{F\}, S)] \cdot \{U(\{F\}, S)\}, \quad (5)$$

где  $\{U(\{F\}, S)\} = \{\varepsilon_z, k_x, k_y\}^T$  - вектор-столбец деформаций, являющихся функцией внешних сил  $\{F\}$  и геометрических параметров сечения  $S$ ;

$[R(\{F\}, S)]$  - матрица жесткости для нормального сечения, являющаяся функцией вектора внешних сил  $\{F\}$  и геометрических параметров сечения  $S$ . Элементы матрицы жесткости  $[R(\{F\}, S)]$  являются переменными характеристиками сечения.

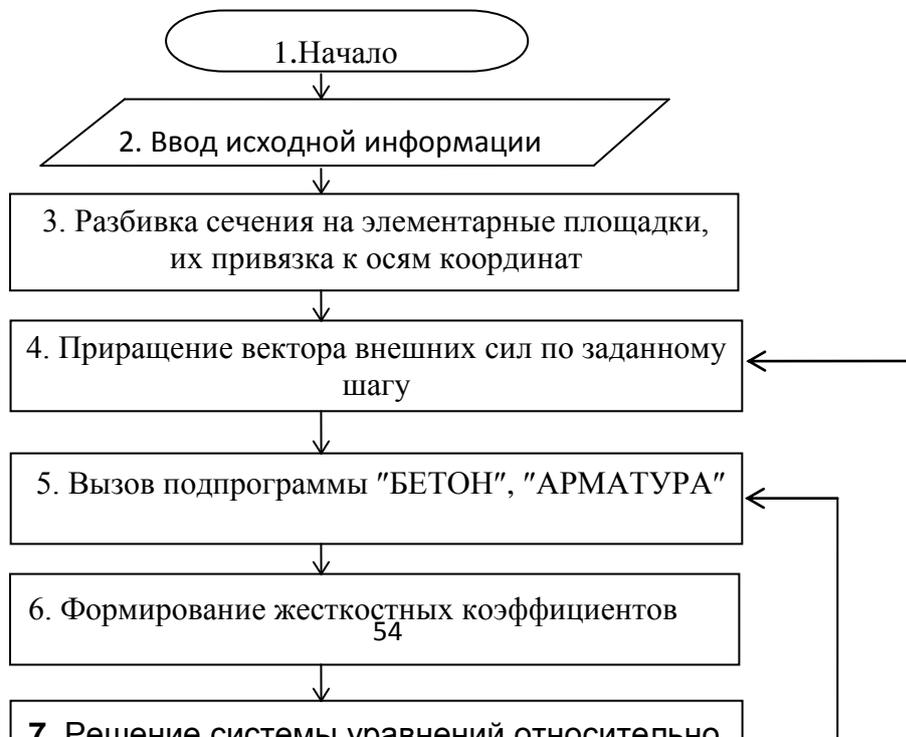


Рис. 2. Блок-схема программы расчета внецентренно сжатых железобетонных элементов по нелинейно-деформационной модели

Уравнения равновесия решаются шагово-итерационным способом, реализуемому на ЭВМ.

В процессе итерационного расчета при неизменном уровне внешних сил  $\{F\}$  по мере корректировки элементов матрицы жесткости вследствие учета неупругих деформаций  $\varepsilon_z, k_x$  и  $k_y$  увеличиваются. Постепенно они достигают некоторых конечных значений, если прочность по нормальному сечению обеспечена, т.е. приращения элементов вектора деформаций затухают.

Итерационный процесс считается законченным, если относительное среднеквадратическое приращение элементов вектора деформаций на двух смежных итерациях удовлетворяет условию [4]:

$$\sqrt{\frac{1}{3} \left[ \left( \frac{\varepsilon_{z,i} - \varepsilon_{z,i+1}}{\varepsilon_{z,i} + \varepsilon_{z,i+1}} \right)^2 + \left( \frac{k_{x,i} - k_{x,i+1}}{k_{x,i} + k_{x,i+1}} \right)^2 + \left( \frac{k_{y,i} - k_{y,i+1}}{k_{y,i} + k_{y,i+1}} \right)^2 \right]} \leq \Delta \quad (6)$$

При  $\Delta = 0.001$  достигается хорошая стабилизация напряженно-деформированного состояния в нормальном сечении за 10...30 итераций. Блок-схема расчета железобетонных конструкций по нелинейно-деформационной модели составлена в соответствии с рисунком 2. При шаговом методе нагрузка, прикладываемая к конструкции, статически возрастает не на полную величину, а ступенями – шагами. На каждой ступени нагружения решения находят путем итерационного вычислительного процесса согласно рассмотренного алгоритма расчета, при этом в ходе расчета получают приращения деформаций арматуры и бетона.

Полные деформации арматуры и бетона определяются суммированием деформаций на предыдущем этапе и приращением деформаций соответствующих участков бетона и арматуры, полученных на данном этапе.

Таким образом, данная методика расчета внецентренно сжатых железобетонных элементов позволяет выполнять расчеты прочности, устойчивости и деформативности с использованием полных диаграмм деформирования бетона и арматуры, а также более точно оценить напряженно-деформированное состояние конструкции. Учет нелинейности при расчете внецентренно сжатых железобетонных элементов позволяет приблизить теоретические про-

гнозы к фактическому состоянию конструкции и выявить резервы снижения материалоемкости [3].

#### Литература:

1. Коваленко Г.В., Меньщикова Н.С., Калаш О.А. Нелинейная модель напряженно-деформированного состояния применительно к оценке надежности железобетонных конструкций заводского изготовления / Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2007. №16. С.52-56
2. Коваленко Г.В., Калаш О.А. Принципы расчета железобетонных конструкций с учетом нелинейности материалов / Рус.-Деп. в ВИНТИ13.02.2008, №122 – В2008. 11с.
3. Дудина И.В., Жердева С.А., Мартынов С.В. Анализ результатов численного моделирования поведения под нагрузкой конструкций со сложным напряженным состоянием / Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки- развитию регионов Сибири. – Братск : Изд-во БрГУ. 2012. С.175-179.
4. Коваленко Г.В., Дудина И.В., Жердева С.А. Практические методы оценки надежности сборных железобетонных конструкций на стадии изготовления / Рус. – Деп. в ВИНТИ 24.06.2013, №179 – В2013. – 123с.

УДК 624.012

## Анализ методов восстановления работоспособности железобетонных конструкций

Д.Н. Краснов, Е.В. Царенкова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** железобетонные конструкции, перекрытие, колонна, усиление, обойма.

*В данной статье рассмотрены различные методы восстановления работоспособности железобетонных конструкций. Проанализированы характерные особенности каждого из способов усиления, которые используются на сегодняшний день, на примере усиления железобетонных перекрытий и колонн. Выявлены причины усиления и описаны методы его производства. На основе приведенного анализа делается акцент на проблему изучения специфики работы конструкций после усиления, а так же сравнения вариантов усиления железобетонных колонн.*

В современных условиях железобетон практически является основным материалом для строительства зданий и сооружений. Сложность конструктивных форм последних, их размеры (высота, пролеты, объемы) с каждым годом растут, и соответственно при этом повышается ответственность их несущих конструкций, разрушение которых может приводить к большим материальным и людским потерям. В связи с этим актуальным является вопрос обследований зданий и сооружений, в результате чего устанавливается необходимость восстановления работоспособности строительных конструкций, т.е. их усиления. Причины усиления железобетонных конструкций заключается в выявлении их повреждений [1], а так же в необходимости реконструкции и технического перевооружения объектов различного назначения вследствие их морального и физического износа [2, 3]. Повреждения железобетонных конструкций, зданий и сооружений могут быть вызваны техногенными и природными воздействиями (пожары, землетрясения, взрывы и т.п.). К основным видам повреждений относятся чрезмерное раскрытие трещин, преждевременное коррозионное поражение арматуры и бетона, которые приводят к снижению прочностных свойств конструкций в целом. Главная

цель усиления конструкций заключается в восстановлении их работоспособности, связанной с повышением несущей способности и надежности зданий и сооружений [2, 3].

К настоящему времени в мировой практике накоплен большой опыт усиления, причем способы усиления постоянно совершенствуются и дополняются новыми решениями [4, 5]. При исследовании особенностей усиления железобетонных конструкций были отмечены три основных способа: изменение конструктивной схемы, напряженного состояния конструктивного элемента и увеличение поперечных размеров элементов (наращивание сечения).

Рассмотрим подробнее наиболее распространенный способ усиления и восстановления работоспособности железобетонных конструкций методом наращивания сечения [4, 6]. Этот способ довольно широко распространен в строительстве. Он включает в себя усиление железобетонных конструкций путем увеличения сечения за счет устройства обойм, рубашек или односторонних и двусторонних наращиваний сечений конструкций [3, 4].

При разработке усиления междуэтажных перекрытий необходимо учитывать прочность и жесткость перекрытия. Существует несколько видов усиления междуэтажных перекрытий. Способ наращивания плиты перекрытия (рис. 1) представляет собой нанесенный на ее поверхность слой армированного бетона, класс которого превышает на 1 позицию класс бетона конструкции. Для хорошего сцепления бетона с плитой ее поверхность очищается, и производятся насечки зубилом на глубину 0,5-1 см [1, 2, 6].

При значительной коррозии бетона или при его пропитке техническими маслами необходимо сделать шпоночное соединение между его новыми и старыми слоями. В перекрытии пробиваются отверстия размером 8x8 см и шагом 50-80 см, куда впоследствии вставляются V-образные стержни шпоночного усиления диаметром 6-8 см. Образованные после бетонирования железобетонные шпонки воспринимают касательные усилия между новым и старым слоями при изгибе, обеспечивая их совместную работу.

Способ подрачивания с приваркой рабочих стержней усиления заключается в нанесении на потолочную поверхность плиты слоя бетона с армированной сеткой. Такое усиление производится в следующем порядке: на потолочной поверхности плиты у опор обнажается рабочая арматура, к которой привариваются стальные пластины, так называемые коротыши. Стержни усиления привариваются одним концом к пластинам, нагреваются током высокой частоты до требуемой температуры, а затем привариваются другим концом. После остывания стержни остаются в напряженном состоянии. Распределительная арматура сетки с помощью вязальной проволоки прикрепляется к рабочим стержням. Затем потолочная поверхность оштукатуривается или покрывается торкретбетоном.

Так же возможно усиление перекрытий стальными балками и фермами, частично или полностью воспринимающими полезную нагрузку [2, 3].

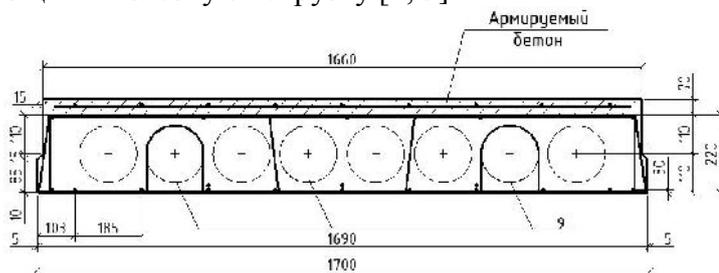


Рис. 1. Усиление железобетонной плиты наращиванием

Для усиления железобетонных элементов (колонн) без изменения конструктивной схемы и напряжённого состояния широко применяется способ усиления путём увеличения их поперечного сечения [1, 6]. Оно возможно при наличии надежной связи нового бетона со старым. Особенность данной технологии состоит в том, что укладка нового бетона производится на чистую шероховатую, промытую чистой водой поверхность с применением вибрирования. Толщина бетонируемых наращиваний должна быть не менее 60 и не более 120 мм. Данное усиление достигается устройством обойм, рубашек, односторонним или двухсторонним наращиванием (рис. 2). Сечение и количество продольной арматуры определяется рас-

четом при условии совместной работы обоймы с колонной. Поперечная арматура принимается диаметром не менее 6 мм и устанавливается с шагом  $S$  [1]:

$$15d \geq S \geq 3\delta; S \leq 200 \text{ мм.},$$

где  $d$  – диаметр продольной арматуры;  
 $\delta$  – толщина обоймы.

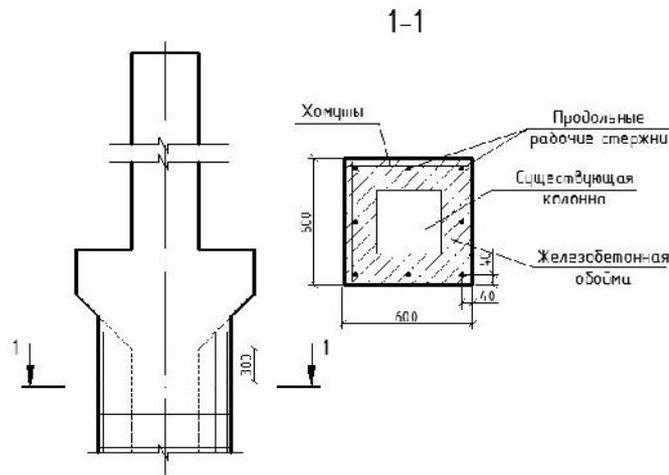


Рис. 2. Усиление железобетонной колонны железобетонной обоймой

Усиление колонн стальной обоймой является довольно простым в исполнении, незначительно увеличивает размер поперечного сечения и позволяет эксплуатировать колонну непосредственно после самого усиления. Продольные элементы усиления выполняются из уголкового стали и устанавливаются на цементно-песчаном растворе, прижимаются к колонне с помощью струбцин, после к уголкам привариваются поперечные планки, устанавливаемые по длине колонны с шагом 400-600 мм (рис.3).

Для предварительного напряжения в обоймах поперечные планки нагреваются до температуры 100-120°C, а после привариваются к продольным элементам. Остывая они создают эффект напряжения.

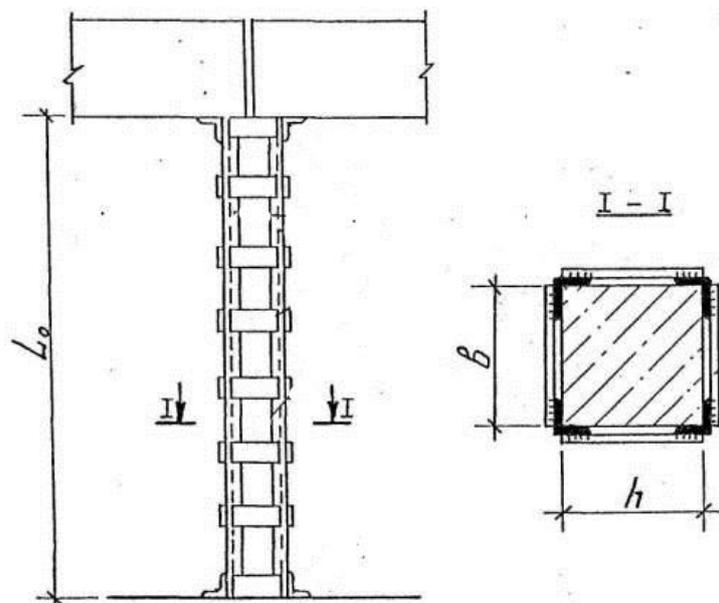


Рис. 3. Усиление железобетонной колонны стальной обоймой

Сравнивая два основных способа усиления железобетонных колонн [3, 4, 5] при помощи железобетонной и стальной обойм, следует отметить, что усиление стальной обоймой является более передовой технологией, чем усиление железобетонной. По производству ра-

бот это более быстрый способ, что является большим плюсом, где сроки работ ограничены малым периодом. Так же важным аспектом являются малые размеры поперечного сечения колонны после применения данного способа. Не смотря на все это ввиду высокой стоимости металла, данный способ следует считать экономически не целесообразным. Из этого следует, что усиление железобетонной обоймой экономически выгодно, но по продолжительности работ по данному методу усиления растягивается на больший период времени. Сложно обеспечить хорошее сцепление между старым и новым бетоном, что не дает гарантий тому, что данное усиление будет являться надежным. Кроме того, утрамбовать раствор между опалубкой и колонной технологически сложно, в особенности в верхней части, что так же снижает надежность данного способа.

Несмотря на разнообразие способов усиления приведенных железобетонных конструкций, специфика их работы после усиления изучена недостаточно. В литературе по строительству рассматриваются общие принципы по усилению железобетонных конструкций и даются рекомендации по их расчету на основании личного опыта людей, которые принимали непосредственное участие в выполнении работ, связанных с усилением железобетонных конструкций [1-6].

### **Литература**

1. Гучкин И.С. Диагностика повреждений и восстановление эксплуатационных качеств конструкций: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2001 – 176 с..
2. Бондаренко С.В. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий / С.В. Бондаренко, Р.С. Санжаровский – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.
3. Мальганов А.И. Восстановление и усиление ограждающих строительных конструкций зданий и сооружений: Учебное пособие / А.И. Мальганов, В.С. Плевков – Томск: Печатная мануфактура, 2002. – 391 с.
4. Царенкова Е.В. Анализ эффективности методов усиления внецентренно сжатых железобетонных колонн / Е.В. Царенкова, Коплик С.С. // Молодая мысль: наука, технологии, инновации: материалы VI (XII) Всероссийской научно-технической конференции / Братск. Гос. ун-т. – Братск, 2014. – с. 29 – 32.
5. Теряник В.В. Способы усиления железобетонных колонн и необходимость в совершенствовании данных способов / В.В. Теряник, А.И. Бирюков, А.О. Борисов, Р.В. Щипанов // Эффективные строительные конструкции. Теория и практика: сборник статей VI международной научно-технической конференции. – Пенза, 2007. – с. 109 - 113.
6. Коваленко Г.В. Расчет железобетонных колонн, усиленных методом наращивания сечений / Г.В. Коваленко, И.В. Дудина, Е.А. Чевская. // Научные труды общества железобетонщиков Сибири и Урала.– Новосибирск: НГАСУ, 2004. с. 141–147.

УДК 691.535

## **Компоненты для сухих строительных смесей на основе вторичных ресурсов**

**А.А. Ломакина**

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** сухие строительные смеси, активные минеральные добавки, поверхностно-активные вещества (ПАВ), вторичные ресурсы, микронаполнители, премиксы.

*Работа посвящена оптимизации составов сухих строительных смесей различного назначения на основе вторичных ресурсов региона и получения полифункциональных добавок, в том числе различных составов премиксов для сухих смесей.*

*Для того чтобы сухие смеси были конкурентоспособными на рынке строительных материалов, их качество должно соответствовать современным требованиям: быть удобоукладываемыми в процессе работы, т.е. быть технологичными, обеспечивать заданные физико-механические характеристики и многое другое. Это обеспечивается в первую очередь качеством исходного сырья, технологическими параметрами приготовления смесей, грамотным подбором компонентов, низкой энергоемкостью.*

Цель данного исследования: подтвердить соответствие тенденциям рынка разработок ученых кафедры СМиТ в области добавок для сухих строительных смесей.

На сегодняшний день сухие строительные смеси (ССС) являются одним из наиболее популярных материалов, подтвердивших свою эффективность практикой применения в строительстве. Сухие строительные смеси обладают рядом весомых преимуществ перед традиционными растворами, приготовленными вручную на строительных площадках или в заводских условиях.

Отрасль производства сухих строительных смесей можно считать одной из самых перспективных и экономически привлекательных из всего строительного комплекса России. Применение СССР взамен традиционных растворов и бетонов значительно сокращает сроки производства строительных работ, улучшает культуру производства, снижает трудоемкость, повышает стабильность физико-механических характеристик конечного материала, уменьшаются расходы на транспортировку и хранение.

Мировой и отечественный опыт использования сухих смесей, показал их высокую эффективность и преимущества по сравнению с традиционными методами проведения работ:

- повышение производительности труда в 1,5-5 раз в зависимости от вида работ, механизации, транспортировки и т. д.;
- снижение материалоемкости по сравнению с традиционными технологиями в 3-10 раз в зависимости от видов работ (плиточные работы - в 7 раз. выравнивание стен и полов - в 10 раз);
- стабильность составов и, как следствие, повышение качества строительных работ;
- длительность срока хранения без изменения свойств и расхождение по мере необходимости;
- возможность транспортирования и хранения при отрицательной температуре.

В настоящее время в мире выпускается широкая номенклатура сухих смесей для различных видов строительных работ.

Современные сухие строительные смеси - это сложные по составу многокомпонентные (10 и более ингредиентов) композиции различных материалов. Они лишены многих недостатков и имеют стабильный состав, что обеспечивает им заданные свойства.

Основополагающим фактором качества любой сухой строительной смеси является ее способность непрерывного продолжения твердения и набора прочности вяжущего и улучшение технологических свойств от воздействия порошкообразных добавок.

Изучив, тенденции рынка СССР нами установлено, что самыми востребованными компонентами для производства сухих смесей и обеспечения требуемых свойств являются:

1. Активные минеральные добавки, применяющиеся для повышения подвижности, плотности, водостойкости вяжущего, а также уменьшения расхода вяжущего. Активные минеральные добавки бывают как природного происхождения (доломиты, трепелы, опоки, пеплы, туфы, пемзы), так и искусственного (шлаки, золы, обожженные глины).

2. Добавки-наполнители. Это природные (известняки, пески, глины) и искусственные компоненты (доменные шлаки, топливные золы), не обладающие вяжущими свойствами и активностью. Небольшое количество наполнителя (до 10 %) увеличивает выход смеси, не влияя на качество.

3. Поверхностно-активные вещества (ПАВ)- добавки, которые вводят в количестве 0,05–0,5 % от массы вяжущего вещества. Существует 5 основных групп поверхностно-активных добавок:

- воздухововлекающие добавки (вспениватели). Они наполняют вязущее тесто растворной смеси воздухом в виде равномерно распределенных мелких пузырьков. Это увеличивает объем теста, повышает пластичность растворной смеси и уменьшает количество воды затворения. К ним относятся омыленный древесный пек, микропенообразователи и др.;
- гидрофилизующие добавки (лигносульфонаты, суперпластификаторы), которые значительно уменьшают количество воды, необходимой для затворения, и повышают пластичность растворной смеси;
- гидрофобизирующие добавки, повышающие пластичность растворных смесей и придающие гидрофобность затвердевшему составу. К ним относятся мылонафт, асидол, полиметилсилоксановые и кремнийорганические полимеры;
- стабилизирующие добавки, предотвращающие коагуляцию (створаживание) полимерных дисперсий, вводимых для пластификации и гидрофобизации раствора. К ним относятся ПАВ – ОП-7, ОП-10, жидкое стекло;
- добавки полимеров, которые вводят для повышения прочности при растяжении, изгибе, повышения деформативности, ударостойкости, увеличения адгезии к основам, стойкости к истиранию, обеспыливанию покрытия (отсутствие меления). Полимерные добавки вводят в небольшом количестве – 3–5 % от массы цемента, чтобы значительно не замедлять гидратацию минеральных вяжущих. Полимер вводят либо в виде водного раствора, либо в виде водных дисперсий нерастворимых в воде полимеров (ПВАД, СК) в количестве 10–20 %. В последнем случае полимер не так сильно замедляет гидратацию вяжущего.

4. Ускорители твердения и замедлители схватывания. Ускорители твердения вяжущих веществ – это хлористый кальций  $\text{CaCl}_2$ , хлористый натрий  $\text{NaCl}$ , которые снижают растворимость гидро-алюмосиликатов. Замедлители схватывания: сернокислое железо  $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$  и поверхностно-активные вещества: мылонафт, животный клей и др.

6. Противоморозные добавки обеспечивают отверждение раствора при отрицательных температурах. Чаще всего это 10–15 %-ные добавки нитратов –  $\text{NaNO}_3$ , нитритов натрия –  $\text{NaNO}_2$  или поташа –  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .

Ученые кафедры СМиТ БрГУ создавая технологии получения добавок для сухих строительных смесей и способы придания специальных свойств смесям различного назначения разработали:

- способ приготовления микрогранул комплексной добавки в цементные композиты (Патент РФ № 2283292) [1];
- способ регулирования воздухововлечения бетонной смеси (Патент РФ № 2278085) [2];
- сырьевая смесь для кладочного строительного раствора и способ его изготовления (Патент РФ № 2490233) [3];
- теоретические предпосылки создания saniрующих штукатурок на основе местных техногенных отходов [5];
- цементный строительный раствор для штукатурок с добавкой из полимерного остатка [4];
- сухие строительные на основе вторичных ресурсов предприятий Иркутской области [6];
- гидрофобизированные строительные растворы с добавками на основе полимерного остатка [5].

С целью развития направления по созданию добавок и комплексов-премиксов для цементных материалов были проведены испытания по определению влияния черных сланцев и комплексной добавки С-3+ЛТО (гранулированная) на свойства сухих строительных смесей и сохранение способности цементного вяжущего набирать прочность.

Хвосты переработки черносланцевых пород месторождения Сухой Логообразуются в результате переработки осадочных пород промежуточной степени метаморфизма при добы-

че золота. Дисперсность оценивали по остатку на сите №009, который составил 6,2%. Суперпластификатор С-3 по ТУ- 5870-005-58042865-05 от 15.16.2005 года, а добавка лигнина таллового омыленного приготовлена в лабораторных условиях по [7].

Оценивали влияние ЧС и С-3+ЛТО на подвижность и физико-механические свойства цементно-песчаного раствора во времени. Результаты эксперимента представлены в табл.1.

Таблица 1

Результаты экспериментов

Вид до- бавки	Состав смеси				Контролируемые параметры								
	Ц, кг	П, кг	В/Ц	Д, %	рас- плыв d, мм	плот- ность $\rho_{см}$ , кг/	$R_{сж}^{3сут}$ МПа	$R_{сж}^{7сут}$ МПа	$R_{сж}^{28сут}$ МПа	$R_{изг}^{3сут}$ МПа	$R_{изг}^{7сут}$ МПа	$R_{изг}^{28сут}$ МПа	$K_{вн}$
БД(К)	1	3,5	0,6	-	113	2130	7,6	13,5	22,8	2,8	4,2	4,6	0,8
ЧС			0,6	10	150	2130	7,93	14,03	23,6	2,94	4,32	4,76	0,68
С-3 +ЛТО			0,6	5	165	2170	9,44	16,7	27,5	3,5	4,6	5,4	0,59
ЧС			0,52	10	113	2170	10,5	18,62	30,4	3,08	4,43	4,9	0,61
С-3 +ЛТО			0,44	5	111	2200	12,8	22,67	37,5	3,84	5,56	5,92	0,46

Полученные данные использовались для построения графических зависимостей, которые представлены на рисунках 1-2.

Значения коэффициента водонасыщения на диаграмме рис.1 показывают, что с введением добавок коэффициент водонасыщения ( $K_{вн}$ ) снизился. Можно предположить такие свойства как морозостойкость и водонепроницаемость должны повыситься, так как доля условно замкнутых пор в общем объеме пор увеличивается, и, соответственно, снижается доля открытых пор.

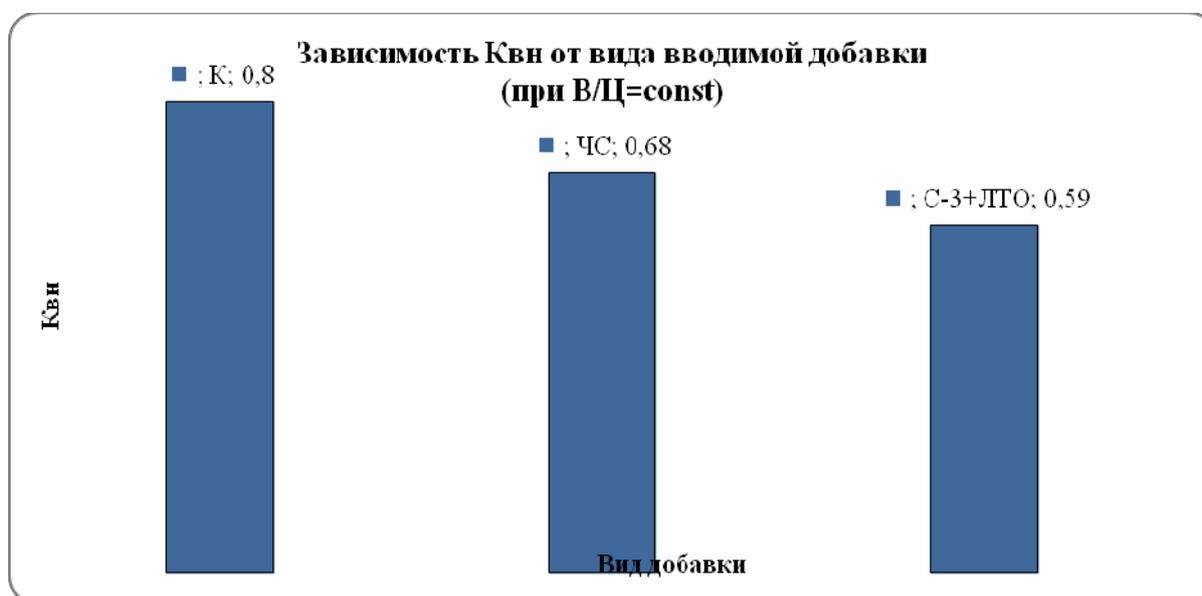


Рис. 1. Зависимость  $K_{вн}$  от вида вводимой добавки (при постоянном В/Ц отношении)

С введением в смесь черных сланцев и С-3+ЛТО подвижность раствора увеличилась, это означает, что добавки обладают пластифицирующим эффектом, следовательно, определив водоредуцирующий эффект, можно достичь более высокой прочности и других характеристик готового раствора, а возможно, и снизить расход цемента



Рис. 2. Влияние вида добавки на подвижность раствора (при постоянном В/Ц отношении)

#### Выводы:

- Использование тонкодисперсного отхода добычи золота – черных сланцев в качестве добавки позволяет применять ее в качестве наполнителя, обладающего пластифицирующим действием, не требующего дополнительного введения пластификаторов. Природа и механизм пластифицирующего действия до конца еще не установлен.
- Сочетание комплекса С-3 и ЛТО – хорошая основа для премиксов в сухие строительные смеси, в которых востребованы регуляторы реологических свойств и поровой структуры затвердевших материалов.

#### Литература

1. Белых С.А., Фадеева А.М., Мясникова А.Ю., Попова В.Г. Способ приготовления микрогранул комплексной добавки в цементные композиты: пат. 2283292 Рос. Федерация; № заявки 2005110416/03, опубл. 10.09.2006, Бюл. № 25.
2. Белых С.А., Фадеева А.М., Зиновьев А.А., Лебедева Т.А. Способ регулирования воздуховлечения бетонной смеси: пат. 2278085 Рос. Федерация; № заявки 2005101496/03, опубл. 20.06.2006, Бюл. № 17.
3. Белых С.А., Буянова Э.Э., Черниговская М.Н., Паршукова В.Д., Кудяков А.И., Орлова Ю.В. Сырьевая смесь для кладочного строительного раствора и способ его изготовления: пат. 2490233 Рос. Федерация; № заявки 2011132822/03, опубл. 20.08.2013, Бюл. № 23.
4. Белых С.А., Чикичев А.А. Цементный строительный раствор для штукатурок с добавкой из полимерного остатка // Труды братского государственного университета. Серия: естественные и инженерные науки. – Братск: Изд-во БрГУ, 2012. – Т.2. – С.185 .
5. Белых С.А., Чикичев А.А. Гидрофобизация строительных растворов добавками на основе полимерного остатка. Системы. Методы. Технологии. – 2015. - № 3(27). – С. 113-117.
6. Белых С.А., Галанцева Д.А. Сухие строительные смеси на основе вторичных ресурсов предприятий Иркутской области. Инновационные материалы и технологии в дизайне: Тезисы докладов Всероссийской научно-технической конференции с участием молодых ученых, 19 марта 2015 г./ редкол.: О.Э. Бабкин – СПб.: СПбГИКиТ, 2015.-С.93.
7. Разработка нормативно-технической документации на изготовление и применение разработанных материалов. Отчет о НИР. ЦИТиС, Москва, № гос.рег.012007.07241, Инв.№02.2010.01130 (утвержден 25.01.2010). – Братск: БрГУ.-2009.-58с.

УДК 625

## Эффективность транспорта в решении задач городского развития

Н.А. Свергунова, М.Е. Рожкова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** транспортная инфраструктура, улично-дорожная сеть, городской транспорт.

*Рассматривается развитие улично-дорожной сети и ее модернизации в сторону увеличения пропускной способности основных магистралей города.*

Рост автомобилизации города и связанные с этим проблемы являются ключевыми на ближайшее время. В настоящее время автомобилизация г. Москвы составляет около 350 легковых автомобилей на 1 тыс. жителей при темпах автомобилизации около 5% в год. Темпы автомобилизации города Братска несколько отстают от московских темпов. Однако даже с учетом существующего ежегодного роста автомобилей следует ожидать к планируемому сроку генплана (2025 г.) в городе будет около 300-350 легковых автомобилей на тыс. жителей, и может привести к полному исчерпанию пропускной способности магистральной сети города.

Для решения этой проблемы проектом предлагается развитие улично-дорожной сети и ее модернизации в сторону увеличения пропускной способности основных магистралей города и создание качественно новой системы магистралей с высокой пропускной способностью до 5-7 тыс. авт./час – магистралей непрерывного движения.

Ширина проезжей части этих магистралей предусматривает 3-4 полосы в каждом направлении. Пересечения с другими дорогами и магистралями устраиваются в разных уровнях.

Учитывая специфику города растянутого вдоль Братского водохранилища, более чем 30 км основной скоростной магистралью непрерывного движения явится сложившаяся в настоящее время магистраль Братск-Падун-Гидростроитель, которая связывает весь город в единое целое.

В пределах селитебных образований она расходуется на магистрали общегородского значения с регулируемым движением: в Центральном районе - ул. Комсомольская, ул. Мира и ул. Ленина; в Падунском районе - ул. Гидростроителей и ул. Наймушина.

Магистрали общегородского значения с регулируемым движением, в основном, предназначены для общественного массового пассажирского транспорта (автобус, троллейбус), расчетная скорость движения принимается не более 80 км/час, допускаются переходы в одном уровне. Ширина в красных линиях не менее 60 м.

Магистрали районного значения обеспечивают транспортные связи жилых районов с магистралями общегородского значения. Они также предназначаются для средств общественного массового пассажирского транспорта, пешеходные переходы на них устраивают в одном уровне, допускается саморегулируемое движение на перекрестках. Ширина в красных линиях не менее 40 м.

В проекте генплана предлагается ряд таких магистралей в новом жилом образовании. Из существующих улиц к ним относятся: Советская, Космонавтов, Гагарина, Крупская, Янгеля, Подбельского и др.

Городские дороги с преимущественным движением грузовых автомобилей проходят вне селитебных территорий. Застройка магистралей преимущественно нежилая, а жилые дома должны размещаться от проезжей части на расстоянии не менее 50 м.

Как показывает практика грузовых перевозок на автотранспорте, относительно устойчивыми по величине и направлению они являются лишь частично. Большая же часть грузов

– строительные (около 70%) – меняет во времени свою величину, места отправления и назначения. Поэтому предусмотреть полностью автономную сеть грузовых дорог не представляется возможным.

В связи с ростом автомобилизации актуальным становятся парковки и хранения легковых автомобилей. Для полного решения этой проблемы должно быть организовано в городе около 70-100 тыс. машиномест хранения автомобилей, что потребует около 70- 100 га территории при этажности гаражей-стоянок – 4-5 этажей.

Несмотря на уменьшение объемов перевозок на общественных видах транспорта в связи с увеличением количества личных автомобилей, массовые пассажирские перевозки будут осуществляться автобусом и троллейбусом. Суммарная работа этих видов транспорта может составлять ориентировочно около 200 пасс.км/год.

Необходимое количество подвижного состава для обслуживания внутригородских перевозок определено исходя из годовой работы единицы подвижного состава 1,2 млн. пасс.км/год. При коэффициенте выпуска на линию 0,85 общий инвентарный парк составит около 200 единиц.

Учитывая значительные расстояния между основными жилыми районами, а также удаленность от них основных мест приложения труда, в городе постоянно возникала необходимость создания емкого пассажирского транспорта со скоростными параметрами – скоростной (либо экспресс) трамвай, монорельс.

Более того, при строительстве нового скоростного шоссе Братск-Аэропорт в профиле автомагистрали была заложена такая возможность (ширина полосы 8 м). В условиях Братска с продолжительной морозной зимой, такое решение, логично.

В соответствии с генеральным планом города Братска [1] в табл. 1 показаны основные технико-экономические показатели города. В настоящее время в городе Братске пассажирские перевозки обеспечивают два муниципальных предприятия и ряд индивидуальных предпринимателей. Ежедневно на линию выходят: в Центральном округе – 60 автобусов и 40 троллейбусов, в Падунском и Правобережном округах – 70 автобусов. В летний период в их числе 30 дачных. Более 30 процентов перевозчиков – индивидуальные предприниматели [2].

Таблица 1

Основные технико-экономические показатели

№ п/п	Показатели	Единицы измерения	Современное состояние
1	Общая площадь земель в установленных границах	тыс. га	26,0
2	Из нее – Жилые и общественные зоны	тыс. га	2,4
3	- Промышленные и коммунально-складские	тыс. га	8,5
4	Магистральная сеть Общая протяжённость магистральных улиц и дорог, в том числе:	км	150
4.1	- общегородского значения	км	60
4.2	- районного значения	км	50
4.3	- городские дороги	км	40
5	Плотность магистралей в селитебной зоне	км/км <sup>2</sup>	2,4

Общая численность подвижного состава всех пассажирских предприятий и индивидуальных предпринимателей составляет более 300 единиц. В 2010 году было перевезено более 25 миллионов пассажиров.

Городская маршрутная сеть постоянно оптимизируется и на настоящий момент включает в себя следующие маршруты: троллейбусных маршрутов 5 ед.; автобусные городские и пригородные маршруты 33 ед.; сезонные (дачные) маршруты 12 ед. [3].

Наиболее необходимыми и часто применяемыми характеристиками транспортного потока являются интенсивность транспортного потока, его состав по типам транспортных

средств, плотность потока, скорость движения, задержки движения. Интенсивность транспортного потока определяется как число транспортных средств, проезжающих через сечение дороги за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности движения принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени в зависимости от поставленной задачи наблюдения и средств измерения.

На улично-дорожной сети можно выделить отдельные участки и зоны, где движение достигает максимальных размеров, в то время как на других участках оно в несколько раз меньше. Такая пространственная неравномерность отражает прежде всего неравномерность размещения грузообразующих и пассажирообразующих пунктов и мест их притяжения. Неравномерность может быть выражена как доля интенсивности движения, приходящаяся на данный отрезок времени, либо как отношение наблюдаемой интенсивности к средней за одинаковые промежутки времени.

Сеть внешних автомобильных дорог, подходящих к городу в связи с развитием города и его зон отдыха должна реконструироваться и модернизироваться. А для освобождения города от транзитного транспорта необходимо строительство обхода федеральной автодорогой Тайшет – Тулун со строительством моста через Ангару в нижнем бьефе.

Улично-магистральная сеть города отвечает его планировочным особенностям, связанным с наличием удаленных от центра отдельных жилых районов. Дальнейшее формирование автомагистральной сети города связано с последующим развитием его жилых районов.

### Литература

1. Город Братск. Генеральный план. Пояснительная записка. М. – 2008, 107 с.
2. Рожкова М.Е. Транспортная система г. Братска / «Энергия молодых - строительному комплексу»: материалы всероссийской с международным участием научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых. – Братск: Изд-во БрГУ, 2014. – 203 с.
3. Долгосрочный план социально-экономического развития города Братска на 2008-2017 годы.

УДК 625.76.08: 69.002.5

## Обзор оборудования для демонтажа строительных конструкций

Ф.Ю. Саидов, А.В. Абдукундузов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** гидромолот, энергия удара, гидронасос, дробления негабарита, ударные устройства

*В данной статье проанализированы методики сравнения параметров гидравлических молотов, даны рекомендации, позволяющие наиболее эффективно выбирать гидромолоты. Гидромолот — сменный вид рабочего оборудования гидравлических экскаваторов, погрузчиков. Гидравлические молота предназначены для рыхления мерзлого грунта, дробления негабаритов твердых и горных пород, взламывания дорожных покрытий, бетонных сооружений.*

*Гидромолот устанавливают вместо снятого ковша или рукояти, и подключают к гидравлической системе экскаватора. В зимнее время использование гидравлических молотов снижает затраты на земляные работы и повышает производительность, что особенно необходимо при ликвидации аварий в подземных коммуникациях. С их помощью разраба-*

*тывают мерзлоту, вскрывают асфальто-бетонные покрытия, разбирают бетонные и кирпичные строения и решают многие другие важные задачи.*

В настоящее время в условиях постоянного повышения объёмов производства, встают задачи увеличения его характеристики, требуется комплексный подход к решению народно – хозяйственных задач.

Одной из них в нашей стране является проблема создания эффективного, надёжного, производительного рабочего оборудования для разработки прочных грунтов, дробления негабаритов твердых и горных пород, взламывания дорожных покрытий, бетонных сооружений [1].

Гидромолоты в отличие от других видов сменных рабочих органов экскаваторов являются активным видом оборудования, динамически воздействующим на базовую машину. Во время работы гидромолота на базовую машину действует знакопеременная реакция, направленная вдоль продольной оси молота, обусловленная возвратно-поступательным движением бойка [2-4]. Эта реакция должна быть уравновешена весом корпусных деталей молота и частью веса экскаватора. Динамическое воздействие гидромолота на базовую машину проявляется и в создании более высокой, чем при использовании сменного оборудования других видов, вибрационной нагрузки на операторе – машинисте экскаватора.

Рабочее оборудование экскаватора с гидромолотом представляет собой колебательную систему нескольких масс [5], имеющих шарнирные сочленения и упругости (в т.ч. гидроцилиндры). Для уравновешивания реактивной силы возникающей при движении бойка молота, гидромолот необходимо прижимать к объекту работы с помощью гидроцилиндров привода рабочего оборудования экскаватора [6].

Гидравлический молот применяется в качестве сменного рабочего оборудования на любых моделях гидравлических экскаваторов отечественного и зарубежного производства, и других гидрофицированных машинах соответствующей массы и грузоподъемности, а также при условии соблюдения требований к гидравлическому контуру.

При этом за долгие годы сложилась практика, когда для выполнения любых работ использовались гидромолоты лишь одного или двух типоразмеров. Когда-то это определялось отсутствием выбора, а потом главным образом привычкой. Однако, практика показывает, что наибольшего эффекта можно добиться, только правильно подобрав гидромолот для определенного вида работ.

Сегодня на рынке предлагается широкий спектр моделей с самыми различными характеристиками. Их можно условно разбить на три класса:

- Малый — с энергией удара 400-1500 Дж
- Средний — с энергией удара 1500-3500 Дж
- Тяжелый — с энергией удара более 3500 Дж [7].

Рассмотрим каждый из классов с точки зрения их практической применимости.

#### 1. Малый класс



Рис.1. Гидромолот малый класс

Область применения гидромолотов данного класса определяется их легкостью компактностью и мобильностью. Благодаря их относительно малому вредному воздействию на окружающие сооружения такие молотки незаменимы в стесненных городских условиях вблизи зданий и коммуникаций[8-10]. С определенной предосторожностью, их можно использовать даже внутри помещений, что особенно важно при проведении работ по ремонту и реконструкции.

С помощью маленьких гидромолотов можно вскрывать асфальт и бетонные покрытия относительно небольшой толщины, разбивать кирпичную кладку, ломать легкую мерзлоту и т.п..Некоторые модели данного класса, установив специальный инструмент, можно использовать для трамбования грунта[11].

## 2. Средний класс



Рис.2. Гидромолот средний класс

Гидромолоты среднего класса наиболее универсальны. Они широко применяются для разрушения асфальто-бетонных покрытий, фундаментов, бетонных и кирпичных стен, строительстве и ремонте дорог, прокладке трубопроводов...

Важную роль такие гидромолоты играют при проведении ремонтных и аварийных работ на объектах коммунального хозяйства.

Среднеразмерные гидромолоты наиболее применимы для разработки мерзлых грунтов. Сочетание их массовых и энергетических характеристик позволяет добиваться весьма высокой производительности даже на тяжелых грунтах до 7-ой категории и можно использовать на скальных грунтах и для дробления негабаритов.

Говоря о гидромолотах среднего класса, необходимо заметить, что, используя модели с энергией удара более 2500 Дж, следует проявлять осторожность при работе вблизи зданий и коммуникаций. В таких ситуациях предпочтительнее модели с меньшей энергией удара. У них, как правило, более высокая частота ударов, что позволяет без потери производительности снизить риск повреждения окружающих сооружений. К тому же, у таких молотов существенно ниже уровень вредного воздействия на экскаватор и машиниста[12-13].

## 3. Тяжелый класс



### Рис.3 Гидромолот тяжелый класс

Тяжелые гидромолоты зачастую используются для решения таких задач, которые когда-то решали с помощью взрыва[13]. Наиболее логично их использование в карьерах, на скальных грунтах, при дроблении крупных негабаритов и разработки больших объемов тяжелой мерзлоты. Весьма эффективно такие гидромолоты используются при сносе зданий, мостов и других сооружений.

Здесь необходимо заметить, что при работе гидромолотов вообще, а тяжелых- в особенности, следует уделять повышенное внимание вопросам безопасности. Разлетающиеся осколки или падающие куски бетона могут привести к тяжелым последствиям[13], способным перечеркнуть весь эффект от работы гидромолота.

Помимо названных, важной областью применения гидромолотов являются, изготавливаемые на основе моделей среднего и тяжелого классов, стационарные установки для дробления негабаритов.

Говоря о возможностях гидромолотов, нельзя не затронуть такой важный вопрос, как правильный выбор рабочего инструмента. Много лет наши пользователи гидромолотов для любых работ применяли один вид рабочего инструмента, искренне полагая, что чем острее- тем лучше. Между тем, это не всегда так. В целом ряде случаев использование, например, тупой пики позволяет получить гораздо больший эффект, чем работа острым зубилом[13]. В настоящее время производители гидромолотов, как правило, для каждой модели предлагают несколько видов инструмента. Подобрать правильный вариант, можно существенно повысить эффективность работы.

Для того чтобы выбрать гидромолот для какого-либо экскаватора или другой гидрофицированной базовой машины, прежде всего, нужно знать вес экскаватора. Вес гидромолота должен составлять примерно 0,1 часть веса экскаватора, но не должен превышать вес ковша с грунтом[14]. Чем меньше вес гидромолота, тем лучше для экскаватора в транспортном положении, тем меньше нагрузки на рабочее оборудование экскаватора при наведении гидромолота на точку, где он должен работать. Но с другой стороны, чем больше масса гидромолота, тем меньше требуется усилия прижатия его к объекту работы, тем меньше вибрация, передаваемая на базовую машину при работе гидромолота. Следующим показателем, который определяет возможность применения гидромолота на данном экскаваторе, является расход рабочей жидкости, который всегда приводится в технической характеристике молота. Этот показатель должен соответствовать производительности гидронасоса экскаватора, который будет питать напорную линию гидромолота. Если производительность насоса базовой машины превышает требуемый расход жидкости гидромолота, то при его работе могут возникать пики давления, которые отрицательно сказываются на долговечности как самого гидромолота, так и гидроагрегатов базовой машины. Если же производительность насоса меньше минимального расхода жидкости гидромолота, то гидромолот может работать неустойчиво или не будет работать совсем. Очень важным показателем является уровень рабочего давления гидромолота. Естественно давление, которое может обеспечить насос базовой машины не должно быть меньше, чем рабочее давление гидромолота. Если максимальное давление гидронасоса больше рабочего давления гидромолота на 10...15%, то в напорной линии питания гидромолота должен быть предусмотрен предохранительный клапан[14], соответственно ограничивающий этот уровень. В противном случае при возникновении каких-либо нештатных ситуаций могут выйти из строя какие-то детали гидромолота, например, могут быть повреждены шпильки, стягивающие корпусный детали молота, или болты, закрепляющие гидрораспределитель, гидроаккумулятор, или могут быть повреждены уплотнения. Если же на базовой машине установлен регулируемый насос регулятором мощности, то желательно чтобы величина давления, при котором начинает работать регулятор мощности, не превышала уровень рабочего давления гидромолота. В противном случае регулятор мощности гидронасоса может срабатывать в каждом цикле работы молота, что сокращает срок службы гидронасоса. Техническая производительность гидромолота определяется его эффективной мощностью, т.е. произведением энергии удара и частоты ударов. Чем больше прочность материала, который нужно разрушать с помощью гидромолота, тем большее влияние на произ-

водительность оказывает величина энергии удара. Гидромолот с большей энергией удара позволяет откалывать от массива куски большего размера пробивать более толстые слои дорожных покрытий, разрушать бетонные конструкции большего объёма. Если же требуется разрушать какие-либо относительно тонкие покрытия или конструкции или разрушать прочные породы на относительно мелкие куски более предпочтительными будут гидромолоты с меньшей энергией удара, но с большей частотой ударов. Энергия удара гидромолота должна быть такой, чтобы разрушение обрабатываемого материала под острием его рабочего инструмента происходит не более чем за 15...30 секунд. Энергия удара молота есть кинетическая энергия бойка

$$E = \frac{mv^2}{2}, \quad [14]$$

где  $m$ -масса бойка;  $v$ -скорость бойка в момент соударения с инструментом

Одна и та же величина энергии может быть получена за счет скорости бойка или за счет его массы. При равной энергии удара более эффективным будет тот гидромолот, у которого больше масса бойка, т.к. произведение  $mv$ , численно равное импульсу силы, у него больше [14]. К сожалению, массу бойка производители гидромолотов не указывают в своих проспектах и каталогах. Во многих случаях в технических характеристиках гидромолотов не приводится и значение энергии удара. Это, вероятно, связано с тем, что этот показатель практически невозможно измерить в эксплуатационных условиях, да и величина этого показателя не стабильна, и зависит от производительности насоса базовой машины, от угла наклона оси молота от вертикали, и упругих свойств обрабатываемого материала.

## Литература

1. Ушаков Л.С., Котылев Ю.Е, Кравченко В.А. Гидравлические машины ударного действия. М.: Машиностроение, 2000, 416 с.
2. Клок А.Б. Гидромолоты: Учеб. пособие. Караганда: КарГТУ, 2007. 182 с.
3. Ушаков Л.С. Импульсные технологии и гидравлические ударные механизмы: Учеб. пособие для вузов. Орёл: ОрёлГТУ, 2009. 250 с.
4. <http://www.beldem.ru/catalog/loader/dem114-s-gidromolotom/>
5. <http://www.vashdom.ru/articles/tradicia-k.htm>
6. <http://www.dom-2008.ru/> Статья «Механические руки для экскаватора»
7. [http://www.baurum.ru/power\\_shovels/1486/](http://www.baurum.ru/power_shovels/1486/) Статья «Одноковшовые экскаваторы с гидравлическим приводом»
8. Баловнев В.И. Оценка эффективности дорожных и коммунальных машин по технико-эксплуатационным показателям: Учебн. пособие М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2002. 28с.
9. Таубер Б.А. Грейферные механизмы. – М.; Машиностроение, 1985.-272 с.
10. Корендясев, А.И. и др. Манипуляционные системы роботов/ А.И. Корендясев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес; Под ред. А.И. Корендясева. – М.: Машиностроение, 1989. – 471 с.
11. Третьяков Н.Д. Обоснование параметров пачкового захвата// Труды
12. ЦНИИМЭ. – Химки: ЦНИИМЭ. –1982. – С.126-130
13. Разработка гидромолота для дробления горных пород: отчет о НИР/КарГТУ: рук. работы А.А. Митусов. – Караганда, 2013. – 103 с. – № ГР 0112РК02312. – Инв.№ 0213РК01342.
14. Митусов А.А. Научные основы проектирования двухтактных гидродвигателей ударного действия исполнительных органов горных машин: автореф. дис. докт. техн наук. Караганда: Изд-во КарГУ им. Е.А. Букетова, 2010. – 38 с.

УДК 624.04

## Особенности статического расчета на вероятностной основе многоэтажных зданий с железобетонным каркасом

А.В. Сапегин, Е.И. Кривенко

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** железобетонные конструкции, расчет рамы, надежность

*В данной статье рассматриваются особенности статического расчета многоэтажных зданий с железобетонным каркасом. Если в результате проектирования, изготовления и возведения формируется уровень надежности конструкций и объектов в целом, то во время эксплуатации этот уровень реализуется, т.е. проявляется способность объекта выполнять свои функции в течение установленного срока службы, которую принято называть надежностью.*

Современные нормы проектирования строительных конструкций учитывают вероятностный характер нагрузок и несущей способности конструкций только в части обработки исходных данных. Метод предельных состояний, заложенный в нормах проектирования, является полувероятностным, и надежность конструкций при проектировании обеспечивается на основе использования частных коэффициентов запасов – коэффициентов надежности по нагрузкам, по материалам, коэффициентов условий работы, коэффициентов надежности по назначению, величины которых не имеют достаточное теоретическое и экспериментальное обоснование [4,5].

Расчет строительных конструкций, отражающий их реальное поведение в эксплуатации, должен в полной мере базироваться на теории надежности, основанной на вероятностных методах, которые позволяют дать более объективную оценку конструкции о её пригодности к нормальной эксплуатации.

Методы теории надежности дают теоретическую основу для правильной организации сбора и обработки статистических данных, относящихся к воздействиям на здания и сооружения, характеристикам материалов и конструкций из них и других расчетных параметров. Эти методы наиболее правильно отражают случайную природу основных расчетных величин и взаимосвязь между внешними воздействиями и прочностью конструкций [4].

Если в результате проектирования, изготовления и возведения формируется уровень надежности конструкций и объектов в целом, то во время эксплуатации этот уровень реализуется, т.е. проявляется способность объекта выполнять свои функции в течение установленного срока службы, которую принято называть *надежностью*.

Вероятностный подход обусловлен тем, что все прочностные, геометрические и деформационные характеристики конструкций, а также все нагрузки и воздействия, действующие на них, представляют собой случайные величины или случайные процессы [4,5].

Особенности работы железобетонных конструкций в предельном состоянии, при котором может учитываться образование пластических шарниров и перераспределение усилий в зависимости от принятой системы армирования, позволяют применять для расчета и оценки несущей способности статически неопределимых железобетонных конструкций приближенные способы расчета.

Для расчета по таблицам многоэтажную раму расчленяют на одно- и двухэтажные трехпролетные рамы, рассматриваемые как балки на упруговращающихся опорах (рис.1).

При расчете рамы верхнего этажа к постоянным нагрузкам будут относиться нагрузки от конструкции покрытия, плит покрытия с учетом бетона замоноличивания швов, веса ригелей. К временным нагрузкам относятся снеговая нагрузка.

При расчете рамы среднего и нижнего этажей к постоянным нагрузкам относятся нагрузки от перекрытия (конструкции пола, плит перекрытия, веса ригелей).

К временным нагрузкам относится полезная временная нагрузка, действующая на перекрытие в разных пролетах.

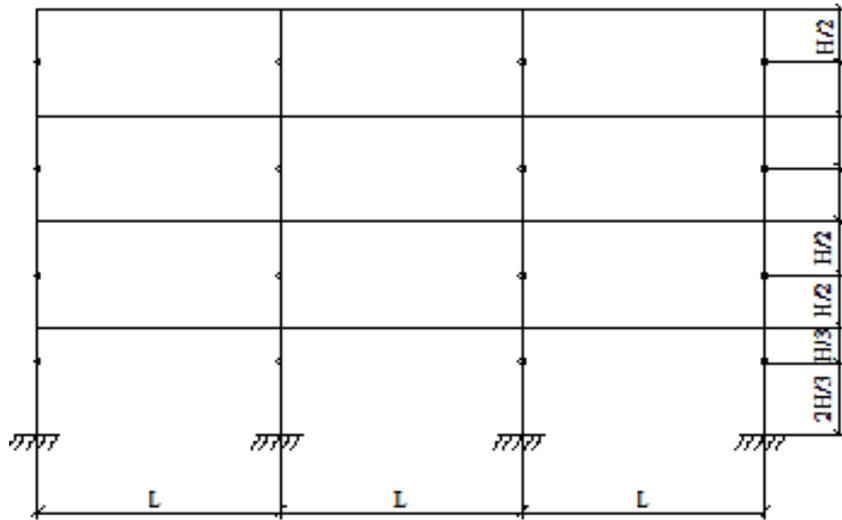


Рис. 1. Многопролетная многоэтажная рама.

Для определения изгибающих моментов в стойках рамы необходимо вычислить погонные жесткости элементов рамы, которые определяются из выражения (1) при подстановке соответствующих моментов инерции и длины.

$$i = I / L, \quad (1)$$

где  $I$  – момент инерции сечения элемента рамы;

$L$  – расчетная длина элемента.

Погонные жесткости элементов рамы:

- ригеля -  $i_1$ ;

- средних стоек -  $i_2$ ;

- крайних стоек -  $i_3$ .

Расчетные пролеты ригелей принимаются равными расстояниям между осями колонн.

Расчетные длины стоек принимаются равными высоте этажа.

Момент инерции сечения элемента рамы прямоугольной формы:

$$I = bh^3 / 12, \quad (2)$$

Отношение суммы жесткостей стоек, примыкающих к узлу рамы, к жесткости ригеля (для рамы 1-го этажа жесткость стоек примыкающих к узлу сверху, умножается на 1,5) – есть коэффициент  $k$ , который необходим для определения коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$  в формуле (3).

Опорные моменты ригелей рамы в соответствии с принципом независимости действия сил определяются по формуле [1,2,3]:

$$M = (\alpha g + \beta_i v) L^2, \quad (3)$$

где  $\alpha$  – табличный коэффициент для постоянной нагрузки  $g$  (схема I);

$\beta_i$  – табличный коэффициент для временной нагрузки  $v$ , соответствующие ее расположению по схемам II, III и IV;

$L$  – расчетный пролет ригеля (расстояние между осями колонн).

Изгибающие моменты в стойках для каждой схемы загрузки определяют по разности опорных моментов ригелей в узле, распределяя ее пропорционально погонным жесткостям стоек.

Расчет рамы первого этажа производится по схеме, показанной на рис.2.

Разрешаемое вследствие образования пластических шарниров перераспределение (выравнивание) усилий допускается учитывать приближенно, принимая только схемы загрузки I+II и I+III. Основанием для этого служит следующее соображение.

При схемах загрузки I+II и I+III наибольший опорный момент составляет примерно 70% максимально возможного, получаемого по схеме загрузки I+IV. В то же время выравненные опорные моменты (а обычно выравнивают опорные моменты) не должны отличаться от найденных по упругой стадии более чем на 30% (из условия ограничения ширины

раскрытия трещин в пластических шарнирах). Следовательно, огибающую эпюру моментов при загрузениях по схемах I+II и I+III уже можно считать выравненной.

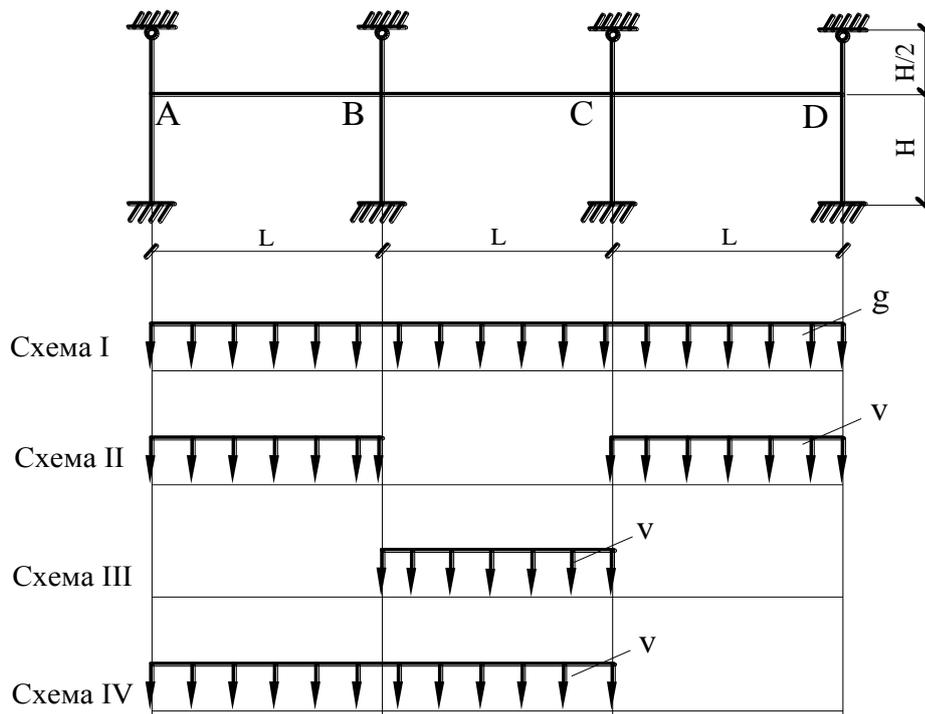


Рис. 2. Схема рамы 1 этажа при расчете на вертикальную нагрузку

Пролетные моменты в ригеле определяются «подвешиванием» к концам ординат опорных моментов параболы, представляющей функцию изменения изгибающего момента в сечениях простой балки при действии равномерно распределенной нагрузки.

Так, для первого пролета момент в любом сечении  $x$  можно выразить:

$$M_x = M_A + (M_{BA} - M_A) \cdot x/L + (g+v) \cdot x \cdot (L-x)/2, \quad (4)$$

где начало отсчета  $x$  принято на опоре А; моменты  $M_A$  и  $M_{BA}$  подставляются в уравнение со своими знаками.

Аналогично выражаются моменты и для других пролетов, при этом временная нагрузка  $v$  подставляется в формулу (4) только при ее фактическом расположении в пролете.

Поперечную силу определяем как производную от момента. Для первого пролета выражение для  $Q_A$  имеет вид:

$$Q_A = dM_A/dx = (M_{BA} - M_A)/L + (g+v) \cdot L/2 - (g+v) \cdot x, \quad (5)$$

Изгибающие моменты в стойках рамы 1-го этажа определяются по следующим формулам:

Для крайней стойки:

- понизу 2-го этажа:  $M_{b2} = M_A \cdot i_3 / (i_3 + 1,5i_3)$  (6)

- поверху 1-го этажа:  $M_{t1} = M_A \cdot 1,5i_3 / (i_3 + 1,5i_3)$  (7)

- понизу 1-го этажа:  $M_{b1} = M_{t1} / 2$  (8)

Для средней стойки:

- понизу 2-го этажа:  $M_{bm2} = (M_{BA} - M_{BC}) \cdot i_2 / (i_2 + 1,5i_2)$  (9)

- поверху 1-го этажа:  $M_{tm1} = (M_{BA} - M_{BC}) \cdot 1,5i_2 / (i_2 + 1,5i_2)$  (10)

- понизу 1-го этажа:  $M_{b1} = M_{tm1} / 2$  (11)

Расчет многоэтажной рамы здания на горизонтальную нагрузку производится следующим образом. Распределенная горизонтальная ветровая нагрузка заменяется сосредоточенными силами, приложенными к узлам рамы. Нулевую точку эпюры моментов стоек всех

этажей рамы, кроме первого, считаем расположенной в середине высоты рамы, а на первом этаже (при защемлении стоек в фундаменте)- на расстоянии 2/3 высоты, считая от места защемления.

В соответствии с [2] расчетное значение ветрового давления определяется из выражения:

$$W = W_0 \cdot k \cdot c \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n, \quad (12)$$

где  $W_0$  – нормативное значение ветрового давления по скоростному напору ветра;

$k$  – коэффициент изменения ветрового давления по высоте;

$c$  – аэродинамический коэффициент ( $c_1$  – коэффициент с наветренной стороны;  $c_2$  – то же, с заветренной);

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке;

$\gamma_n$  – коэффициент надежности по назначению здания.

Поскольку рамный каркас связан жесткими горизонтальными дисками- перекрытиями, ветровая нагрузка с наветренной и заветренной сторон может суммироваться, т.е.  $c = c_1 + c_2$ .

Раму рассчитывают на воздействие ярусных поперечных сил

$Q_i = W_n + W_{n-1} + \dots + W_{n+1} + W_i$ , которые распределяются между отдельными стойками яруса пропорционально их жесткостям:

$$Q_c = Q_i \cdot \beta B / \sum_{k=1}^m B_k, \quad (13)$$

где  $B$  – изгибная жесткость рассматриваемой стойки  $i$ -го яруса;

$m$  – число стоек  $i$ -го яруса;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий уменьшение жесткости крайних стоек по сравнению со средними, и равный 0,9 для стоек первого этажа, а для остальных стоек в зависимости от соотношения погонных жесткостей  $i$  ригеля крайнего пролета и  $i_{inf}$  крайней стойки.

По найденным поперечным силам вычисляются изгибающие моменты в стойках всех этажей, кроме первого, по формуле:

$$M = Q_c \cdot l_c / 2, \quad (14)$$

а для первого этажа моменты в верхнем и нижнем сечениях стойки (соответственно  $M_B$  и  $M_H$ ) определяют по формулам:

$$M_B = Q_c \cdot l_c / 3,$$

$$M_H = 2/3 Q_c \cdot l_c, \quad (15)$$

Опорные моменты ригелей от действия ветровой нагрузки находим как алгебраическую сумму моментов в узле рамы от выше и ниже расположенных стоек, распределяя ее между ригелями пропорционально их погонным жесткостям.

Изгибающие моменты  $M_x$  в любых промежуточных сечениях ригеля можно определить из выражения (16), в котором начало отсчета координаты  $x$  принято на левой опоре:

$$M_x = M_{l,sup} - (M_{l,sup} + M_{r,sup}) \cdot x/L, \quad (16)$$

где  $M_{l,sup}$  и  $M_{r,sup}$  – моменты соответственно на левой и правой опорах ригеля.

Для конструктивного расчета колонн по I-ой группе предельных состояний необходимо выявить наиболее неблагоприятные сочетания усилий.

Стойки рамы испытывают совместное действие продольных сил и изгибающих моментов.

При составлении расчетных сочетаний усилий для стоек учитываются следующие положения: при наличии в основных сочетаниях трех и более кратковременных нагрузок их расчетные значения необходимо умножать на коэффициент сочетаний  $\psi_2$ , принимаемый для первой по степени влияния нагрузки- 1,0; для второй- 0,8; для остальных- 0,6. В нашем слу-

чае первой по степени влияния является временная нагрузка на перекрытии; второй – ветер; третьей – снег на покрытии.

Для сжатых элементов (колонн) составляются три комбинации усилий:

I-я комбинация: Максимальная продольная сила  $N_{\max}$  и соответствующий ей изгибающий момент  $M$ ;

II-я комбинация: Максимальный (положительный) изгибающий момент  $M_{\max}$  и соответствующая ему продольная сила  $N$ ;

III-я комбинация: Минимальный (отрицательный) изгибающий момент  $M_{\min}$  и соответствующая ему продольная сила  $N$ .

По полученным расчетным сочетаниям усилий, возникающих в элементах рамы, и усилиям которые воспринимают сечения, производится определение показателей надежности [4] для ригелей и колонн. А затем на основании этих показателей оценивается общая эксплуатационная надежность всего каркаса здания [5].

### Литература

1. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции, - М.: Стройиздат, 1991.- 767с.
2. Дроздов П.Ф. Конструирование и расчет несущих систем многоэтажных зданий и их элементов. Учебное пособие для вузов. Изд.2-е, перераб. и доп. -М.: Стройиздат, 1977. -223 с.
4. Заикин А.И. Проектирование железобетонных конструкций многоэтажных промышленных зданий: Учеб. пособие. М.: АСВ, 2002-192с.
5. Коваленко Г.В., Корда Я.В. Применение вероятностных методов в строительном проектировании/ труды Братского государственного университета, Серия: Естественные и инженерные науки- развитию регионов Сибири. Юбилейный выпуск к 55-летию Братского государственного университета.– Братск: Изд-во БрГУ, 2012. с. 171-174.
6. Складнев Н.Н. О методических принципах вероятностного расчета строительных конструкций// Строительная механика и расчет сооружений. – 1986.- №3. – с. 12-16.

УДК 691.335

## К вопросу повышения коэффициента качества газобетонов

А.В. Косых, Е.П. Серышева

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** газозобетон, комплекс добавок, коэффициент качества, дисперсное армирование

*Статья посвящена повышению эффективности газозобетонов за счет использования различных способов: комплекса добавок в литевой технологии производства.*

*Ячеистый бетон является на сегодняшний день строительным материалом, имеющим потенциально очень большой рынок сбыта. Фактором, сужающим область его применения, является недостаточно высокий уровень показателей физико-механических и свойств серийно выпускаемых ныне материалов. Их повышение, при обеспечении достаточной экономичности, позволит укрепить позиции ячеистого бетона как современного эффективного стенового материала, освоить новые рациональные схемы его применения, увеличить объемы использования его в строительстве. С этой целью необходимо искать альтернативные варианты для увеличения прочностных характеристик, исследуемого материала.*

*Немаловажным аспектом при производстве предлагаемого ячеистого бетона, является применение местного сырья. Как показывает опыт, использование отходов промыш-*

ленности позволяет покрыть потребность в сырьевых ресурсах, сократить затраты на изготовление материалов и снизить техногенные нагрузки на окружающую среду.

Проблема осуществления строительства современных зданий и сооружений предъявляет растущие требования к существующим ранее строительным материалам.

Возникает необходимость использования в стеновых конструкциях эффективных материалов. Одним из таких материалов, позволяющим делать однослойные и долговечные стены, является ячеистый бетон во всех своих многочисленных разновидностях (пенобетон, газобетон, пеносиликат, газосиликат, пеногазошлакобетон и т.д.) как в сборном, так и в монолитном вариантах строительства. Высокие потребительские качества и малая средняя плотность продукции из ячеистого бетона позволяют эффективно применять его не только в строительстве жилых, промышленных, общественных зданий и офисов, но и при проведении реконструкций [4].

Стоит напомнить, что же называется ячеистым бетоном. Ячеистый бетон — это искусственный пористый строительный материал на основе минеральных вяжущих и кремнезёмистого компонента. Является одной из разновидностей особо лёгкого бетона. Независимо от принятой технологии, в том числе от условий и режимов твердения, традиционными недостатками ячеистых бетонов остаются низкая сопротивляемость растягивающим напряжениям и повышенная хрупкость, в результате чего изделия приобретают нежелательные трещины при изготовлении, транспортировании и монтаже и даже разрушению изделий. Преодоление этих недостатков возможно путем увеличения прочности и трещиностойкости, оптимизации структуры материала и состава сырьевой смеси, отличающегося низкими расходами цемента и воды. При этом особое внимание должно уделяться возможности эффективного использования минеральных и органических техногенных продуктов, в том числе растительного происхождения, составляющих суть экологической напряженности промышленных регионов страны.

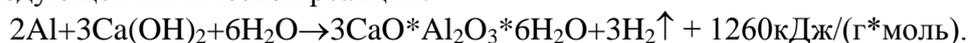
Решением данной проблемы является использование зол- унос в составе газобетонной матрицы. При этом, снижение механических характеристик из-за повышенного значения водотвердого отношения может быть предотвращено с помощью применения комплекса добавок, таких как:

1. ССМ (сырое сульфатное мыло)- В соответствии с ГОСТ 5445—79 регламентируется содержание суммы жирных, смоляных кислот и неомыленных органических веществ (не менее 17%); содержание свободной едкой щелочи (не более 0,05%), содержание суммы неомыляемых органических веществ и неомыленных жирных кислот (не более 5%).

2. CaCl<sub>2</sub> – (ГОСТ 450-77) Служит для придания прочности, производимому изделию.

3. Суперпластификатор СЗ (ГОСТ 443564) продукт, получаемый при многостадийном органическом синтезе.

4. В качестве газообразователя использовали алюминиевую пудру ПАП-1 (ГОСТ 5494-95), которая взаимодействует с гидратом окиси кальция, содержащимся как в портландцементе, так и золе-унос, и способствует образованию водорода в результате прохождения следующей химической реакции:



В результате комплексных исследований предложенных математических моделей, отражающих реакционные взаимодействия различных факторов в составе исследуемого материала, определена их совокупность, соответствующая получению оптимального состава газозолобетона, который имеет следующие характеристики (табл.1): средняя плотность – 626 кг/м<sup>3</sup>; прочность на сжатие – 2,1 МПа; влажность после пропаривания – 16,4%; пористость – 76,8%; теплопроводность – 0,21Вт/м<sup>0</sup>К; коэффициент качества – 53,6.

Ранее было исследовано влияние расхода воздухововлекающей добавки ССМ, при разных водотвердых соотношениях, на среднюю плотность растворной смеси и диаметр расплыва растворной смеси на вискозиметре Суттарда.

На основании полученных экспериментальных данных были построены графические зависимости – рисунок 1 и рисунок 2 [3].

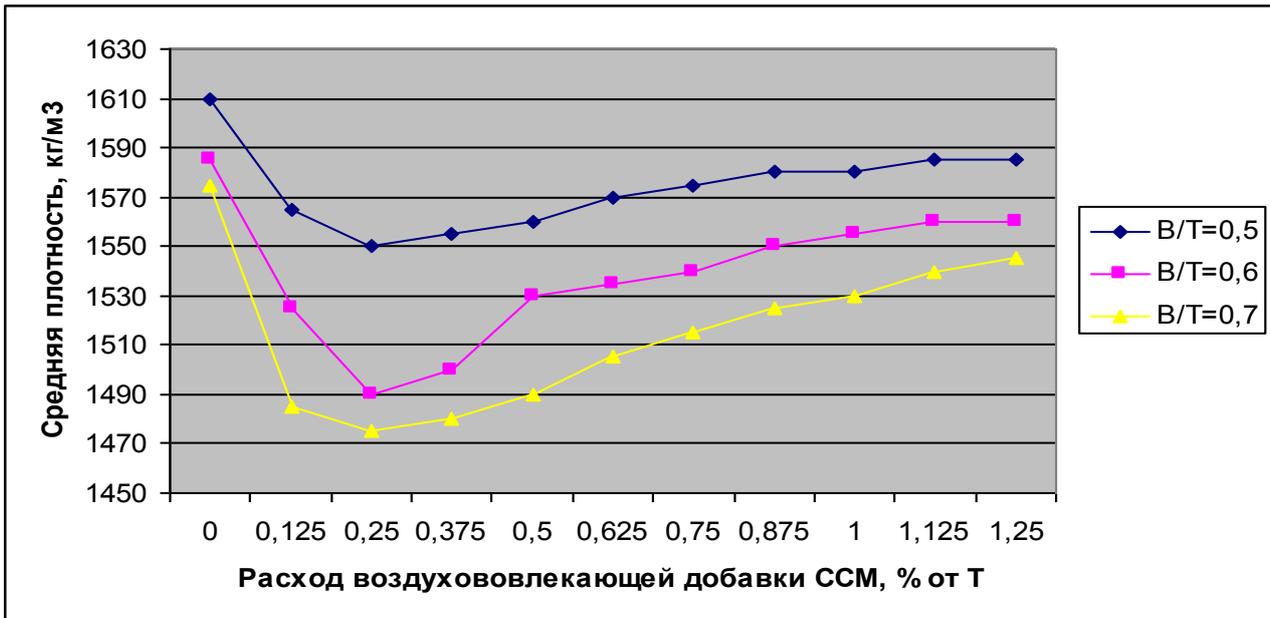


Рис. 1. График зависимости средней плотности растворной смеси от расхода воздухововлекающей добавки ССМ

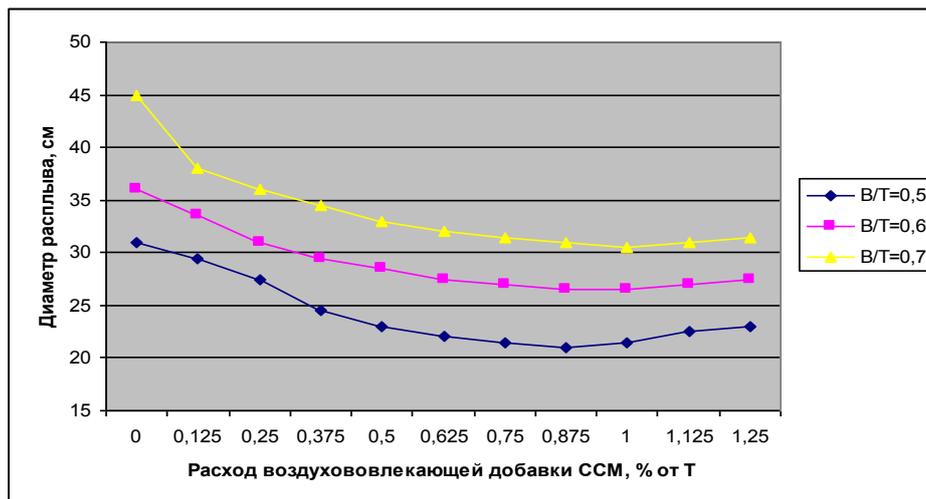


Рис. 2. График зависимости диаметра распыла растворной смеси на вискозиметре Сутгарда от расхода воздухововлекающей добавки ССМ

Для оценки прочностной эффективности материала часто используют коэффициент качества (К. к.). Величина этого коэффициента определяется делением предела прочности при сжатии на относительную плотность материала. Наиболее эффективными являются материалы, имеющие наименьшую плотность и наиболее высокую прочность. Основные составы и свойства газозолобетона представлен в таблице 1.

Таблица 1

Составы и основные свойства исследуемого газозолобетона

№ п/п	План эксперимента в натуральных значениях			Составляющие бетонной смеси, расход кг/м <sup>3</sup>					Результаты наблюдений					
	В/Т	Al <sub>n</sub>	t <sub>n</sub>	Ц	Зола	Гипс	Вода	ССМ	ρ <sub>ср</sub> <sup>сух</sup>	R <sub>сж</sub>	W <sup>n,n</sup>	П	λ	К.к

	кг/м <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup>	°С						кг/м <sup>3</sup>	МПа	%	%	Вт/м <sup>0</sup> С	кг/м <sup>3</sup>
1.	0,52	0,7	60	178,5	331,5	15,4	265,3	1,8	644	1,0	25,6	76,1	0,22	<b>24,1</b>
2.	0,42	0,9	60	212,5	394,6	18,3	255	2,1	688	0,9	23,3	74,5	0,25	<b>19,0</b>
3.	0,52	0,4	60	187,9	348,9	16,2	279,2	1,9	660	1,3	28,3	75,6	0,23	<b>29,8</b>
4.	0,52	0,6	20	285,3	529,8	24,5	424	2,9	695	4,5	25,3	74,3	0,25	<b>93,2</b>
5.	0,47	0,8	40	197,1	366	17	264,7	2	660	0,9	22,7	75,6	0,23	<b>20,7</b>
6.	0,47	0,5	20	175,8	326,5	15,1	236,1	1,8	626	2,1	16,4	76,8	0,21	<b>53,6</b>

Коэффициент качества определяют отношением предела прочности при сжатии ( $R_{сж}$ , кг/см<sup>2</sup>) к величине средней плотности ( $\rho_m$ , кг/м<sup>3</sup>):

$$KK = R_{сж} / \rho_m^2,$$

где  $R_{сж}$  – прочность, кг/см<sup>2</sup>;

$\rho_m$  – средняя плотность, т/м<sup>3</sup>;

Лучшие производственные показатели коэффициента качества для заводов России = 130-150 – для автоклавных бетонов и 70- 85 –для безавтоклавных бетонов.

Анализируя приведенные данные таблицы-1, приходим к выводу, что коэффициент качества представленного состава, с применяемыми добавками ниже желаемого уровня, отсюда следует, что необходимо искать альтернативные варианты для повышения физико – механических свойств [1].

Некоторые методы улучшения физико- механических свойств ячеистого бетона предусматривают использование волокнистых заполнителей. Такие добавки как полипропиленовые волокна способствуют повышению прочности бетона сразу после формирования, а анизотропность свойств газобетона и хрупкий характер его разрушения можно избежать благодаря направленному формированию структуры материала путем армирования целлюлозными волокнами.

Для регионов Восточной Сибири считаем целесообразно оценить эффективность использования отходов целлюлозной промышленности [5].

Древесноволокнистая фибра –это армирующая добавка для любых растворов на цементной или гипсовой основе. Волокно пользуется высоким спросом при работах с устройством стяжки пола (в данном случае древесная фибра работает как дешевая, но более качественная замена стальной армирующей сетки), укладкой бетонных полов (в качестве дополнительного армирующего элемента), в штукатурных работах (в качестве замены серпянки), в производстве пеноблоков из пенобетона, полистиролбетона, газобетона и других легких бетонов, где невозможно применять какой-либо другой способ армирования.

Древесноволокнистая фибра в бетоне служит для предотвращения появления трещин как на этапе усадки, так и в дальнейшем, делая бетон долговечным и ударопрочным, сохраняя все качественные характеристики бетонных изделий. В армировании бетонных и гипсовых мелкоштучных декоративных изделий так как за счет добавления этого фиброволокна в состав, можно значительно сократить количество брака изделий до 90%. Бетон с добавлением волокна в 5 раз более устойчив к удару и раскалыванию по сравнению с обычным бетоном. Применение фибры повышает до 60 % устойчивость бетона к истиранию. При введении данного компонента в бетон снижается проницаемость бетона и водопоглощение – вода, грязь и химические вещества впитываются значительно медленнее, увеличивается морозостойкость бетона, прочность бетона на изгиб. Применение строительных микроармирующих волокон обеспечивает устойчивость к образованию микротрещин на всех стадиях: повышает способность бетона к деформации без разрушения в критический период 2-6 часов после укладки. На более позднем этапе, когда бетон затвердел и начинает давать усадку, волокна соединяют края трещин, снижая, таким образом, риск разлома. Применение фибры позволяет

уменьшать выделение воды посредством эффективного контроля гидратации, тем самым снижая внутренние нагрузки.

### Литература

1. Косых А.В. Повышение эффективности газобетонов, изготовленных с использованием техногенных отходов / А.В.Косых // Современные строительные материалы и ресурсосберегающие технологии. Труды НГАСУ.- Новосибирск: НГАСУ, 2003.- 44-48 с.
2. Косых А.В. Исследование влияния добавок на свойства ячеистого бетона. Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири: Материалы VII Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010.–241 с.
3. Косых А.В., Максимова С.М. Тимофеева, Т.В. Миронов А.В. Сырьевая смесь и способ изготовления ячеистых бетонов. Патент №2206541, 2011.
4. Косых А.В., Лужнова Е.В. Сырьевая смесь для изготовления газобетона с повышенными прочностными характеристиками Патент № 2326097, 2008.
5. Косых А.В., Лужнова Е.В. Использование пакета прикладных программ «STATISTICA» для оптимизации технологии производства бетонов с комплексной добавкой. Системы. Методы. Технологии-2013.- 132 с.

УДК 624.042.12: 624.044

## Анализ деятельности культурно-досуговых учреждений города Братска

С.В. Герасимова

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** Социальное пространство, городское пространство, досуговое пространство, составляющие досугового пространства, досуговые точки, факторы досугового пространства, экономический и социокультурный контексты его существования.

*Статья посвящена рассмотрению категории «досуговое пространство города» как социокультурной организации. Представлен анализ социальной модели города Братска и объективных факторов, влияющих на формирование его досугового пространства. Выделены составляющие городского досугового пространства, сказывающиеся на его формировании.*

*Социальное пространство может разворачиваться в совокупности расселенческих единиц, имеющих свои социальные очертания и границы. Таким образом, мы можем говорить о пространстве города или пространстве деревни.*

*Многообразие социальных форм в современном городе является главным условием для возникновения и накопления творческого потенциала, стремления к индивидуальности и своеобразию.*

*Пространство формируется как горожанами, так и организаторами досуга, которые должны учитывать факторы среды, предлагая наиболее эффективные в каждом конкретном случае виды досуговых услуг.*

*Речь в статье идет об объектах культурно-досуговой деятельности города Братска, их размещении, и количестве согласно СНиП в котором указаны нормативы обеспеченности зависимости от численности населения города.*

Особая роль в расширении границ жизненного пространства принадлежит досугу, способствующему свободной самореализации человека. В рамках индивидуальной досуговой деятельности создаётся значительная часть личностного потенциала, реализующегося затем в структуре образа жизни горожанина. Именно от этого потенциала зависит качество образа жизни и социальное самочувствие человека.

Предметом анализа данной статьи является рассмотрение объективных факторов, определяющих досуговое пространство города Братска. Особенности административно-территориального, и демографического характера в значительной степени оказывают влияние на досуговое пространство города. Эти факторы имеют социальные последствия и социальную значимость и сказываются на досуговой активности и поведении горожан. Братск относится к молодым городам и представляет собой важный и значимый феномен новейшей российской истории.

Так, на территории всех трёх районов города располагались кинотеатры, театры, дома культуры и творчества, художественные, музыкальные, спортивные школы и пр. Этот фактор оказал влияние на досуговое поведение горожан и определил досуговые точки города. Досуговые точки - это осмысленная территория проведения свободного времени.

Культурно-досуговые учреждения только тогда привлекают людей, вызывают у них стремление присутствовать на программах, когда они интересны, привлекательны и доступны. Каждое учреждение культуры призвано стать для человека любимым местом отдыха, встреч с друзьями и знакомыми, разумного проведения своего досуга.

В городе Братске, как и в любом другом городе, находится большое количество культурно-досуговых учреждений. К ним относятся:

Театры: Братский драматический театр, Тирлямы - театр кукол, девятая идея – театр студия. Помимо спектаклей, которые ставят братские режиссеры, в них проходят выступления различных звезд эстрады и балета, которые приезжают на гастроли в Братск.

Развлекательные центры: «Формула», гостиница «Братск», «Голливуд». Являются спортивно-развлекательными, так как основаны именно на этой специфике (игра в боулинг, пейнтбол и др.). Также они включают в себя великолепные бары и рестораны, детские площадки, кинотеатры.

Ночные клубы: в Братске насчитывается не очень большое количество ночных клубов и развлекательных центров, но самыми популярными, по мнению молодежи, являются: «Берлога», «Ширли-Мырли», «Эль», «Нефть», а также различные бары: «RockGarret», «Hudson», «PubTeddy».

Главной задачей данных клубов является культурно-развлекательный отдых молодежи. Буквально 5 лет, назад ни о каком духовном пристрастии молодежи в ночном клубе не было и речи. Времена изменились, поменялись взгляды молодежи, поменялись цели посещения ночных клубов. Сейчас арт-директора данных учреждений пытаются привить посетителям определенные общепринятые культурные и духовные ценности.

Кинотеатры: «Чарли», «Голливуд».

Парки: Парк культуры и отдыха муниципального образования г.Братска, Паркинг-центр, центральная площадь города. Все эти парки несут огромный вклад в формировании досуговой культуры жителей города Братска и района. Помимо того, что все они ухожены (это играет важную роль в эстетическом направлении) каждый из них оснащен аттракционами.

Стадионы: «Металлург», «Локомотив», «Труд».

Тренажерный зал и фитнес клубы: «Премьер», «Сибирь», «Таежный», «Чердак», «Спарта», «Олимп», «Arni Athletic studio», «Максимус», «Олимпия», «Натали», «Шоколад», «Пульс», «Фитнес-клуб Ксении», «Здоровье», «Солнечный», «Regina», «Fit-Lady».

Библиотеки: В Братске находится огромное количество библиотек, это: библиотека № 1 им. Михасенко; библиотека № 13 им. И.И. Наймушина; библиотека русской поэзии им. В.С. Сербского; Центральная городская библиотека; библиотека семейного чтения № 8, 6; Библиотека № 2, 5, 4; Центральная детская библиотека; Библиотека православной церкви Успения Божией матери, и др.

Музеи: Братский городской объединенный музей истории освоения Ангары.

Концертные залы: ТКЦ Братск-АРТ, Детская школа искусств № 1. Помимо того, что они являются основной базой для работы различных кружков, коллективов (танцевальных, народно-художественных, вокальных, театральных и т.д.), администрация данных учреждений занимается организацией гастролей артистов различных жанров, тем самым, обогащая культурный потенциал города.

По данным исследования большая часть молодежи города Братска предпочитает проводить свой досуг либо в развлекательных центрах, либо в ночных клубах. Одним из таких учреждений культуры в Братске является развлекательный центр «Формула» открывшийся в 2005 году.

Для того чтобы выявить, какие предпочтительные формы проведения свободного времени у населения города Братска, проводилось социологическое исследование в виде анкетирования. Оно проводилось среди жителей города Братска.

Для анкетирования были специально выбраны культурно - досуговые учреждения разной направленности, это помогло в полном объеме оценить аудиторию города Братска. В анкетировании участвовало 77 людей в возрасте от 20 до выше 41 лет (женщин и мужчин). Им предлагалось ответить на вопросы анкеты.

При изучении организации городского досугового пространства необходимо выделить субъективную и объективную составляющие, которые в большинстве случаев взаимодействуют друг с другом. Субъективная составляющая формируется исходя из повседневной реальности посредством «естественных установок», имеющих социальную основу, где субъекты создают упорядоченный субъективный мир и «имеют свои проекты действий в нём». Субъективное пространство проявляется в виде стандартов, образов, ценностных установок, предпочтений и пр. В связи с этим новая система ценностей в значительной степени преобразовала социальную мотивацию и потребительское поведение горожан, которые сегодня предъявляют различные требования к организации городского пространства, стремясь сформировать городскую среду в соответствии со своими интересами, вкусами и предпочтениями.

Формируясь первоначально в повседневной жизни в процессе взаимодействия и общения с другими людьми, субъективное пространство как бы накладывается на объективные пространственные структуры общественной жизни.

Для современного города как источника общественной динамики характерен высокий уровень дифференциации, т. е. разнообразия видов социально значимой деятельности, образцов поведения, социальных отношений, форм организации городского пространства.

На сегодняшний день административно-территориальное деление города представлено тремя административными округами - Центральный, Падунский и Правобережный.

Первый уровень - культурно-исторический центр, географически представляет центральную часть города, относящуюся к Центральному административному округу. Центр - это место сосредоточения культурной жизни города. В этой части города сосредоточена наибольшая часть досуговых и сервисных учреждений (музеи, библиотеки, театр, кинотеатр, стадионы, бассейн и пр.). Именно здесь располагаются наиболее престижные ночные клубы, дорогие кафе, рестораны, престижные спортивные комплексы и залы, магазины и пр. Это - самая активная часть города, отличающаяся наибольшим разнообразием и наивысшей интенсивностью деятельности, престижная и удобная среда для контактов, для размещения притягательных объектов.

Интенсивный отток населения, превалирование смертности над рождаемостью неизбежно ведут к спаду деловой активности и сокращению сферы деятельности для малого и среднего бизнеса. В городе фактически нет строительства, а в эксплуатацию сдаются в основном объекты торгового значения. Это негативно сказывается на развитии городской среды и досугового пространства.

Анализ пространства досуга как социокультурной организации показал, что для Братска как современного города использование урботерритории отражает тенденции «размывания» традиционных пространственных границ и усиливает значимость социокультурной и

психологической составляющих городской жизни. Таким образом, названные факторы отражают особенности использования городской территории Братска.

### **Литература**

1. Бергер, П. Социальное конструирование реальности / П. Бергер, Т. Лукман. - М.: Медиум, 2005. - 323 с.
  2. Добренев, В.И. Фундаментальная социология / В.И. Добренев, А.И. Кравченко. - В 15 т. - Т. 5: Социальная структура. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 1096 с.
  3. Дридзе, Д. Отсоциалистической диагностики к конструктивному диалогу заинтересованных сторон при выработке стратегий планирования развития города (Прогнозное проектирование и социальное участие) / Д. Дридзе // Прогнозное социальное проектирование и город. - Кн. 1. - М.: Ин-т социологии РАН. 1994 - 1995. - С. 22-48.
  4. Понукалина, О.В. Досуг в пространстве современного города / О.В. Понукалина. - Саратов: гос. техн. ун-т, 2012. - 102 с.
  5. Устьянцев, В.Б. Пространство личности: опыт философско-социологического исследования / В.Б. Устьянцев // Личность в пространстве России. Саратов, 2000. - С. 3-17.
  6. Чернявская, О.С. Социальное пространство: обзор теоретических интерпретаций / О.С. Чернявская // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социология. Психология. Философия. - 2008. - № 5. - С. 329-335.
  7. Шмельков, А.В. Социальное пространство города / А.В. Шмельков // Урбанизация в условиях трансформации социально-экономической структуры общества. Материалы научно-практической конференции, посвящённой 200-летию В.П. Андросова. - Смоленск: «Универсум», 2013. - С. 239-241.
- УДК 691.535

## **Строительные растворы на основе цеолита Сахаптинского месторождения**

Т.М. Мурзакаева, И.Г. Енджиевская, А.С. Енджиевский

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск.

**Ключевые слова:** цеолиты, легкий теплоизоляционный раствор, прочность в ранние сроки

*В статье приведены составы и свойства легких растворов на основе цеолитсодержащей породы. В качестве заполнителя использовали цеолиты Сахаптинского месторождения.*

Представлен химический состав цеолита, свойства растворных смесей и затвердевших цементно-цеолитовых растворов в сравнении с контрольным - цементно-песчаным раствором. Отмечено, что при полной замене песка цеолитом наблюдается снижение прочности, однако, растворы на цеолите быстро набирают прочность в ранние сроки твердения. Очевидно, этому способствует ионообменные свойства цеолита и его пуццолановая активность. Рассмотрено влияние активных гидравлических составляющих цеолитсодержащей породы на прочность цементных систем. Протекание реакций гидратации в присутствии цеолитсодержащей породы характеризуется образованием новой структуры цементного камня. Рентгенофазовым анализом установлено присутствие новообразований в виде гидросиликатов кальция, при снижении максимумов  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Керамический кирпич является древнейшим и наиболее применяемым современным стеновым материалом. К недостаткам можно отнести относительно высокую плотность и теплопроводность. Сравнительно недавно на строительном рынке появились крупноформатные керамические камни – изделия с высокой пористостью, соответственно низкой теплопроводностью - 0,19-0,24 Вт/(м·С°).

Такие характеристики могут достигаться только при кладке их на специальный раствор, иначе будут образовываться «мостики холода». Среди большого разнообразия растворов, легкий теплоизоляционный - является на сегодня одним из востребованных.

Поэтому поиск возможностей для производства теплоизоляционных растворов с использованием доступного местного сырья является одним из направлений ресурсо- и энергосбережений в технологии строительного производства. Это обуславливает экономическую эффективность и технологическую целесообразность применения цеолитов при производстве растворов с улучшенными теплофизическими свойствами.

По мнению многих ученых цеолит является самым перспективным минералом на данный момент, его уникальные возможности неограниченны, что обусловлено многими положительными свойствами - адсорбционными, ионообменными и каталитическими, а также низкой себестоимостью добычи и производства, а, следовательно, и низкой стоимостью цеолита [1, 2].

Разработка месторождений цеолитов в России показывает, что эксплуатация месторождений, ориентированная на применение цеолитсодержащих пород только в традиционных областях (сельское хозяйство, животноводство, экология и т.д.), с небольшими объемами добычи оказывается недостаточно успешной и экономически оправданной.

Эффективность эксплуатации месторождений определяется комплексным использованием цеолитсодержащих пород. В производстве строительных материалов цеолиты применяют для пуццоланово-цементных вяжущих, гидравлических цементов, водостойкого гипсобетона и гипсокартона, для предотвращения слеживания материалов и др. Цеолит имеет высокую пуццолановую активность [3].

Цеолиты - большая группа близких по составу и свойствам минералов, водных алюмосиликатов кальция и натрия из подкласса каркасных силикатов, со стеклянным или перламутровым блеском, известных своей способностью отдавать и вновь поглощать воду в зависимости от температуры и влажности. Другим важным свойством цеолитов является способность к ионному обмену - они способны селективно выделять и вновь впитывать различные вещества, а также обменивать катионы.

Однако, в настоящее время значительные запасы цеолитового сырья эффективно не используются, в том числе и Сахаптинское месторождение в Красноярском крае. В настоящее время оно более изучено и доступно, поэтому все исследования проводились на цеолитсодержащей породе Сахаптинского месторождения.

Сахаптинское месторождение цеолитовых туфов относится к наиболее распространенному вулканогенно-осадочному диагенетическому типу. Продуктивная залежь опытного карьера мощностью 15-25 м приурочена к выходу на поверхность пластов цеолитсодержащих пород Огурской свиты и сложена в основном пепловыми туфами и туфитами, туфопесчаниками. Минеральный состав цеолитсодержащих пород представлен цеолитовым минералом (гейландитом и клиноптилолитом), кварцем, плагиоклазами, глинистыми минералами (монтмориллонитом, гидрослюдами), реже слюдой и в незначительных количествах кальцитом. Содержание цеолитовых минералов и монтмориллонита составляет от 47 до 88 %. Химический состав, %: SiO<sub>2</sub> – 63,60; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 13,10; CaO – 4,0; MgO – 1,7; K<sub>2</sub>O – 3,10; Na<sub>2</sub>O – 0,70.

Исследовалась возможность применения цеолитов Сахаптинского месторождения в качестве заполнителя в производстве растворов. Для этого изучались следующие свойства – насыпная плотность и гранулометрический состав (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Гранулометрический состав цеолита

№ сита	Масса, кг	Частные остатки, %	Полные остатки, %
5	0	0	0
2,5	0,034	3,4	3,4
1,25	0,308	30,8	34,2

0,63	0,168	16,8	51
0,315	0,126	12,6	63,6
0,16	0,198	19,8	83,4
дно	0,166	16,6	100

Модуль крупности:  $M_{кр}=2,4$

Таблица 2

Насыпная плотность

Цеолит	Кварцевый песок
1100-1126 кг/м <sup>3</sup>	1670 кг/м <sup>3</sup>

Как показали исследования, насыпная плотность цеолита позволяет отнести его к природным пористым пескам (требования ГОСТ 22263 – 500-1400 кг/м<sup>3</sup>) с маркой по плотности 1100-1200.

В качестве вяжущего использовался портландцемент Красноярского цементного завода - ЦЕМ II/A-III 32,5 Б. Для сравнения в качестве контрольных образцов изготавливали и испытывали свойства цементно - песчаного раствора. Свойства растворов регулировали добавкой «Полипласт СП1».

Исследовались характеристики растворной смеси и раствора согласно ГОСТ 5802-86. Результаты испытаний приведены в табл.3 и 4.

Таблица 3

Свойства растворной смеси

Основные свойства растворных смесей	Цементно-песчаный раствор	Цементно-цеолитовый раствор
Подвижность, см/ Пк.	6/Пк2	6/Пк2
Водоудерживающая способность, %	97,04	98,7
Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	2,10	1,82
Влажность по массе, %	9,9	26,6
Влажность по объему, %	20,5	41,5

Водопоглощение пористого заполнителя влияет на водоудерживающую способность растворной смеси, уменьшая склонность к расслаиванию и позволяя применять смеси с высоким водоцементным отношением. Это также имеет большое значение для получения растворов с лучшими теплофизическими характеристиками.

Свойства равноподвижных затвердевших растворов цементно-песчаных и цементно-цеолитных без использования добавок приведены в табл.4

Как видно из табл. 4, при полной замене песка цеолитом наблюдается снижение прочности, поскольку цеолит в отличие от песка обладает пористостью. Однако, растворы на цеолите быстро набирают прочность в ранние сроки твердения. Очевидно, этому способствует ионообменные свойства цеолита и его пуццолановая активность.

Таблица 4

Свойства затвердевшего раствора

Основные свойства затвердевшего раствора	Цементно-песчаный раствор, В/Ц=0,62			Цементно-цеолитный раствор, В/Ц=1,15		
	3 сутки	7 сут-ки	28 сутки	3 сутки	7 сут-ки	28 сут-ки
Прочность на сжатие, МПа						

	9,9	11,7	17,1	6,09	7,99	7,99
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup> (в естественном состоянии)	2030			1550		
Теплопроводность, Вт/м <sup>°C</sup>	0,616			0,304		

Прочность образцов раствора, где часть песка заменена цеолитом в разных соотношениях, приведена в табл. 5.

Таблица 5

Свойства растворов	Прочность на сжатие, МПа		
	3 сутки	7 сутки	28 сутки
2 части цеолита+1 часть песка, В/Ц=1,05	9,8	11,7	12,7
2 части песка+1 часть цеолита, В/Ц=0,88	7,6	15,1	15,1

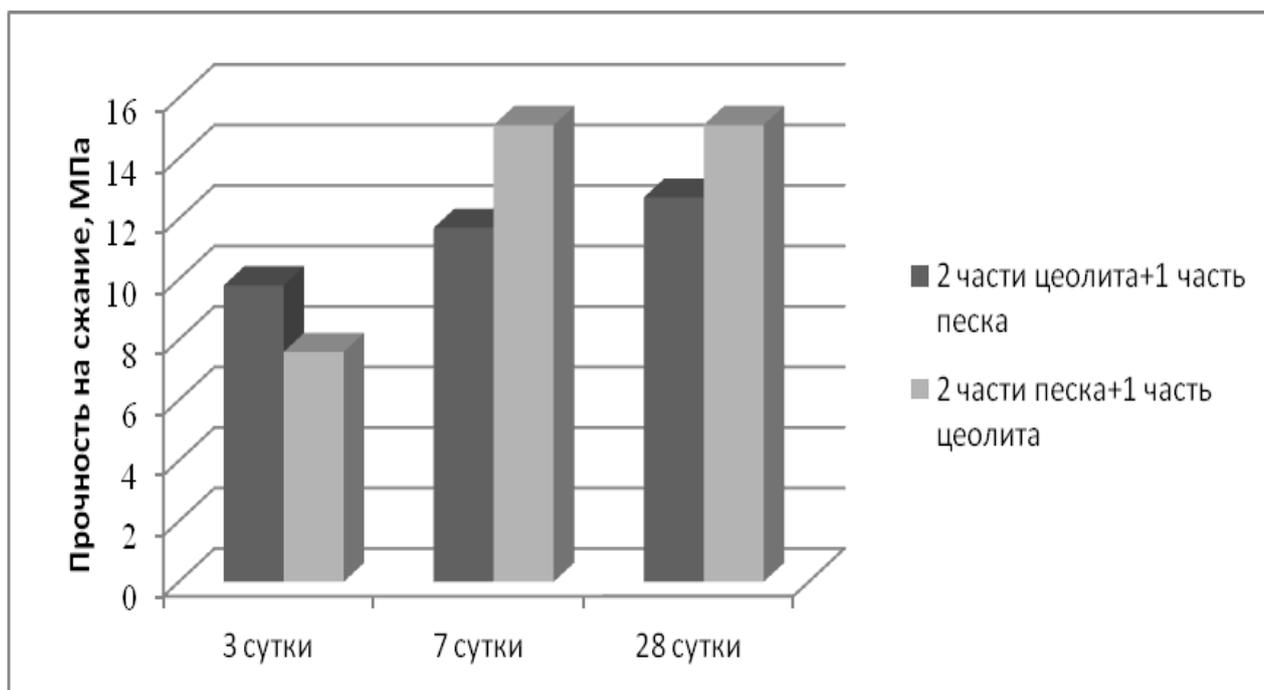


Рис. 1. Диаграмма прочности растворов при замене части песка цеолитом

С увеличением в составе раствора доли песка прочность раствора возрастает, но тенденция к быстрому набору прочности в ранние сроки твердения сохраняется (рис. 1).

Введение цеолитсодержащей породы в строительный раствор приводит к увеличению прочности сцепления с поверхностью. При этом прочность сцепления с поверхностью кирпича заметно выше в сравнении с поверхностью бетона.

Рассмотрено влияние активных гидравлических составляющих цеолитсодержащей породы на прочность цементных систем.

В цементных системах, содержащих гидравлически активный минеральный наполнитель – цеолит, происходит образование при твердении дополнительного количества CSH(1) за счет взаимодействия Ca(OH)<sub>2</sub> с активным кремнеземом или алюмосиликатом наполнителя [4]. Следствием этих процессов является образование дополнительных фазовых контактов

(контактов срастания между кристаллогидратами) и увеличение плотности цементного камня, что определяет раннюю прочность цементной системы.

Это подтверждается также данными рентгенофазового анализа. Последовательность и время протекания реакций гидратации в присутствии цеолитсодержащей породы характеризуется образованием новой структуры цементного камня. Интенсивность максимумов, соответствующих  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ( $d=0,426$ ;  $0,334$ ;  $0,246$ ) и  $\text{CaCO}_3$  ( $d=0,186$ ;  $0,302$ ;  $0,384$ ;) значительно ниже в присутствии цеолитсодержащей породы, что показано на рис. 2 и 3.

В смеси портландцемента с цеолитсодержащей породой наблюдаются соответственно новообразования в виде гидросиликатов кальция  $\text{C}_2\text{S}$  ( $d=0,180$ ;  $0,198$ ;  $0,218$ ;  $0,273$ ;  $0,274$ ;  $0,286$ ). Идентификация гидросиликатов кальция затрудняется, так как их максимумы перекрываются линиями клинкерных минералов портландита. Кроме того, особенно в начальные сроки твердения, низкоосновные гидросиликаты кальция формируются в виде гелеобразной, аморфной массы.

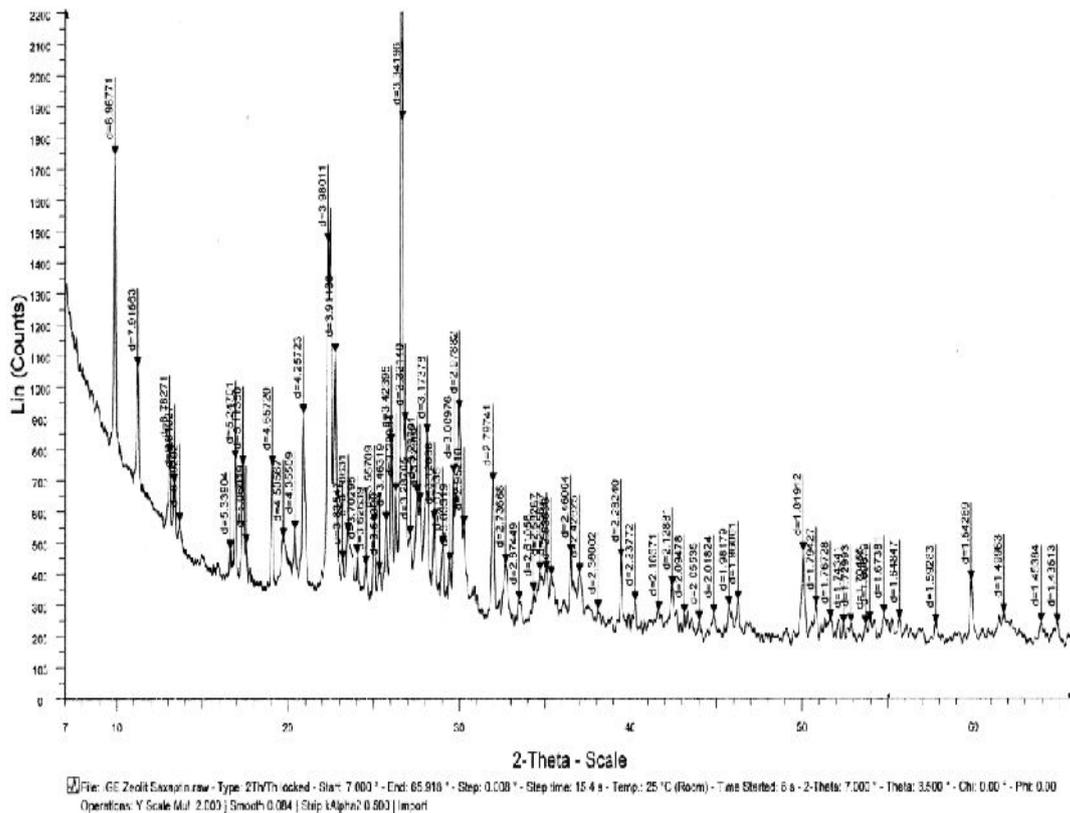


Рис. 2. Дифрактограмма цеолита Сахатинского месторождения

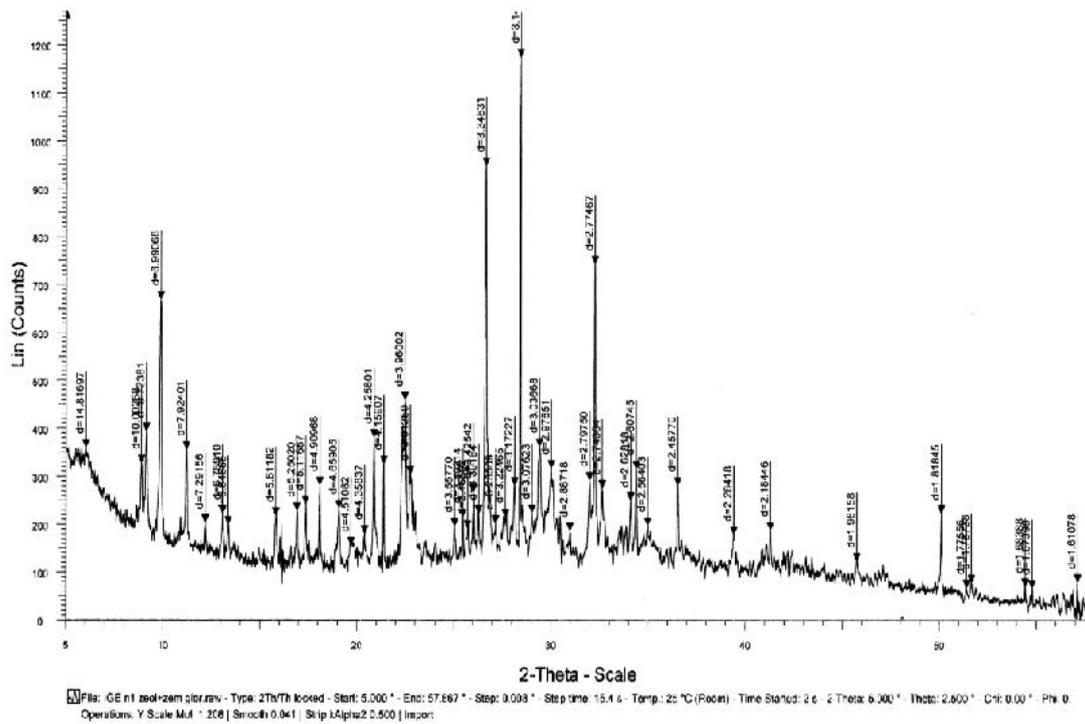


Рис.3. Дифрактограмма цеолит+цемент гидратированный

Таким образом, применение цеолитсодержащей породы взамен части песка или при полной его замене приводит к уменьшению плотности, а, следовательно, теплоэффективности затвердевшего раствора при быстром наборе им прочности в ранние сроки твердения и обуславливает экономическую эффективность и технологическую целесообразность применения цеолитов при производстве растворов с улучшенными теплофизическими свойствами.

#### Литература

1. Природные цеолиты [Текст]: монография / Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили [и др.]. - Москва: Химия, 1985. - 224 с.
2. Синтетические цеолиты: кристаллизация, структурно-химическое модифицирование и адсорбционные свойства [Текст]: монография / С. П. Жданов, С. С. Хвощев, Н. Н. Самулевич. - Москва: Химия, 1981. - 264 с.
3. Цеолиты в строительных материалах / Г.И.Овчаренко, В.Л. Свиридов, Л.К. Казанцева; Алт. гос. тех. ун-т. - Барнаул: Изд-во АГТУ, 2000. - 320 с.
4. Сухие строительные смеси на основе цеолитосодержащих пород: дис. / С. В. Дружинкин ; науч. рук. работы Н. Г. Васильевская. - Красноярск, 2010. - 169 с.

УДК 666.9

## Изучение возможностей применения кремнезоля для повышения эффективности сухих строительных смесей

Д.Э. Маргарян

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** композиционные материалы, кремнезоль, тонкослойная цементная композиция (ТЦК), наноструктура, отверждение

*В данной работе приведены результаты теоретических исследований по изучению возможностей применения кремнезоля для повышения эффективности сухих строительных*

*смесей. Установлено, что в присутствии добавки, представленной коллоидным раствором на основе дисперсий разной природы, формируется плотная мелкопоровая структура искусственного цементсодержащего камня, пористость которого уменьшается. При этом наблюдается увеличение плотности цемента в присутствии кремнезоля  $SiO_2 \cdot 2H_2O$  и усиление степени его гидратации с образованием повышенного количества гидратных соединений, в том числе и низкоосновных гидросиликатов кальция. Определено, что в присутствии зольсодержащих добавок повышается трещиностойкость цементсодержащего камня, повышается долговечность и морозостойкость, а также улучшаются коррозионно-защитные свойства и адгезия.*

В последнее время в качестве защитных материалов для массивных конструкций широко используются тонкослойные цементные композиции, полученные из сухих строительных смесей на цементной основе. Указанные композиции могут использоваться для различного вида защиты: тепло-, гидро-, радиационно-, экологической и т.д.

Среди гидрозащитных материалов на цементной основе широкое применение в настоящее время находят современные материалы проникающего действия. Существующие гидроизоляционные материалы на цементной основе, обладая высокими параметрами прочности на сжатие или высокими показателями водонепроницаемости, имеют определенный физико-химический резерв, способствующий улучшению основных физико-механических характеристик материала, таких как адгезионная прочность, водонепроницаемость и трещиностойкость. Задачи такого рода могут быть решены при использовании добавок специальной природы, представленных, например коллоидными растворами, содержащими дисперсии наноразмера. С учетом вышесказанного тема работы актуальна.

Теоретические основы получения и применения гидрозолей приведены в работах [1-6] А.В.Баженова, Фролова Ю.Г., Фиговского П.Г., Кудрявцева П.Г. и других исследователей. Идея использования гидрозолей с целью повышения эффективности тонкослойных цементных композиций (ТЦК) основана на том, что коллоидные частицы могут блокировать микро- и мезопоры, имеющие такие же размеры, что и коллоидные дисперсии (до 100 нм). Использование коллоидных растворов должно способствовать повышению плотности ТЦК – росту прочности на сжатие и прочности на растяжение при изгибе, трещиностойкости, водонепроницаемости, морозостойкости. Кроме того, частицы коллоидного размера способны сдвигать кислотно-основное равновесие в твердеющей системе в сторону образования гидросиликатов и за счет высокой удельной поверхности обеспечивать ТЦК высокую клеящую способность при нанесении ее на основание [1-5].

Целью данной работы является изучение возможностей применения кремнезоля в качестве добавки в сухие строительные смеси, повышающей их эффективность.

Кремнезоль (золь кремниевой кислоты, коллоидный кремнезём) — это коллоидный раствор, состоящий из дисперсионной среды, которой является вода, и дисперсной фазы, представляющей собой мицеллы аморфного кремнезема. Мицеллы кремнезоля, насыщенные молекулами воды, обладают полимерной природой, обладают высокоразвитой поверхностью и большим количеством функциональных (силанольных) групп, что обеспечивает высокую реакционную способность и возможность модифицирования поверхности частиц путем адсорбирования различных ионов. Мицеллы кремнезоля представляют собой сферические частицы, насыщенные водой и ионами щелочных металлов (Li, Na, K,  $NH_4$ ). Данный коллоидный раствор характеризуется опалесценцией и белесым цветом. Кремнезоль, стабилизированный ионами натрия, устойчив в течение долгого времени, однако, происходит незначительное снижение концентрации оксида кремния, за счет оседания скоагулировавшихся мицелл [1].

Кремнезоль в промышленных масштабах производят двумя способами: ультрафильтрацией (концентрирование золя в системе фильтров, в которой происходит удаление воды через фильтрующие мембраны) и путем концентрирования (при помощи испарения воды в реакторах, с постоянной подпиткой разбавленным золем). В зависимости от метода производства изменяется размер и плотность частиц. Так при ультрафильтрации преимущественно

диаметр мицелл колеблется в районе 5 - 15 нм, мицеллы золя более насыщены водой и имеют менее сферическую форму, тогда как при концентрировании золя путем упаривания размер частиц лежит в диапазоне от 15 до 30 нм, частицы являются более плотными и сферическими [3].

Основным видом кремнезоля, потребляемого промышленностью, является щелочной золь, стабилизированный гидроксидом натрия. Основными характеристикам кремнезоля, стабилизированного ионами натрия, являются концентрация оксида кремния, оксида натрия, размер частиц золя, его плотность и вязкость (табл.1). Коммерческие растворы имеют концентрацию по оксиду кремния от 15 до 30 %. Выпускаются кремнезоли, стабилизированные так же ионами аммония, калия. При этом существуют марки, на основе щелочного золя, модифицированные оксидом алюминия, железа, хрома, минеральными кислотами. В зависимости от выбранного вида стабилизатора золя кремниевой кислоты в процессе его производства, кремнезоли бывают щелочными (pH > 9) и кислыми (pH < 5). Во всем диапазоне концентраций оксида кремния в коллоидном растворе золя кремниевой кислоты при значениях pH от 6 до 8 золь является неустойчивым и переходит в гель. Кислые кремнезоли за счет уменьшения двойного электрического слоя на поверхности мицелл более склонны к коагуляции и гелеобразованию, что понижает их устойчивость [5]. Самым устойчивым во времени является щелочной золь кремниевой кислоты, стабилизированный гидроксидом натрия.

Государственный стандарт на кремнезоль отсутствует, продукция выпускается в соответствии с техническими условиями изготовителя.

Золь кремниевой кислоты обладает развитой поверхностью, вследствие чего может адсорбировать на ней различные ионы или комплексные соединения.

При изменении pH раствора в сторону кислой среды, если золь был щелочным, и в сторону щелочной, если золь был кислым, происходит процесс гелеобразования, при этом протекает объединение мицелл в крупные агломераты, которые не способны больше диспергировать. Процесс гелеобразования является необратимым.

Таблица 1

Основные характеристики кремнезоля, стабилизированного ионами натрия

Параметр	Диапазон значений
Содержание SiO <sub>2</sub> , %	15-50
Плотность, г/м <sup>3</sup>	1,088-1,202
pH при 20° С	9,5- 10,6
Удельная поверхность частиц SiO <sub>2</sub> , м <sup>2</sup> /г	75-325
Размер частиц в длину (в диаметре), нм	140 – 100 (9 – 15)
Вязкость, мПа с	до 100
Содержание стабилизатора, %	до 1

Авторы [6] использовали золь кремниевой кислоты с плотностью  $\rho = 1,014 \text{ г/см}^3$  и pH = 3...4 в качестве добавки в цементы ПЦ400 Д20 различных заводов-поставщиков, а эффективность его действия в создании гидроизоляционного материала оценивали по величине водопоглощения. Полученные результаты представлены на рис. 1 и табл. 2.

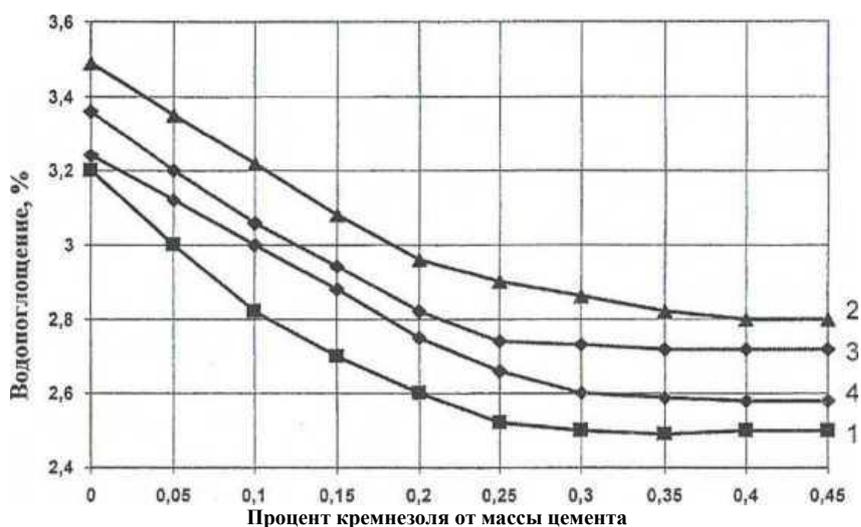


Рис. 1. Зависимость водопоглощения раствора ТЦК от количества кремнезоля:  
 1 - ПЦ400Д20 (Пикалевский); 2 - ПЦ400Д20 (Сланцевский); 3 - ПЦ500 ДО (Сланцевский); 4 - НЦ-10

Анализ полученных данных показывает, что раствор базового состава ТЦК характеризуется водопоглощением, равным 3,2...3,5%, в зависимости от используемого цемента. При добавлении в твердеющую систему золя кремниевой кислоты наблюдается снижение водопоглощения, а наименьшее значение  $W_m = 2,5...2,85\%$  достигается при введении золя в количестве, равном 0,3% от массы цемента, что уменьшает водопоглощение раствора на 0,7% .

Данные рентгенофазового анализа [6] указывают на увеличение рефлексов, характерных для гидросиликата кальция типа CSH (I), свидетельствующих об усилении степени гидратации цемента в присутствии золя кремниевой кислоты. Однако необходимо отметить, что интенсивность линий на рентгенограмме, относящихся к портландиту  $Ca(OH)_2$ , уменьшается. Пониженное количество гидролизной извести, образующейся при введении кремнезоля, может быть объяснено тем, что образующийся  $Ca(OH)_2$  при гидратации C3S вступает в химическое взаимодействие с кремнеземом.

Физико-химическими методами исследования обнаружено, что в присутствии кремнезоля повышается степень гидратации цемента и появляются низкоосновные гидросиликатные фазы. Данные дифференциально термического исследования (см. табл. 2) подтверждают усиление гидратационных процессов в присутствии кремнезоля, поскольку общее количество химически связанной воды увеличивается на 26% по отношению к базовому составу ТЦК, и образование низкоосновного гидросиликата Са по наличию экзотермического эффекта в области температур 837 °С [6].

Таблица 2

Результаты дифференциально-термического анализа ТЦК в возрасте 28 суток

Наименование образца	Эффекты на дериватограмме, °С						Потери при эффектах, %						E, % / относит. %
	1	11	111	IV	V	VI	1	II	III	IV	V	VI	
ТЦК базовый	(-)	(-)	-	(-)	(-)	-	8	2	-	7	6	-	23/100
ТЦК базовый с кремнеземом	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	11	5	3	3	7	-	29/126

Примечание. (-) – эндотермический эффект; (+) – экзотермический эффект.

Повышение гидратационной активности цемента в присутствии кремнезоля подтверждается результатами ИК-спектроскопических и калориметрических исследований: в присутствии кремнезоля происходит усиление степени гидратации цемента – общее количество

тепла, выделяющееся к 72 часам химического взаимодействия, на 17 % выше количества тепла в базовом составе [6]. Наиболее важная характеристика ТЦК – трещиностойкость, косвенной оценкой которой может быть отношение прочности на растяжение при изгибе к прочности на сжатие, определяется в соответствии с ГОСТ 5802-86. Показано, что для всех видов цемента при оптимальном количестве добавки кремнезоля 0,3 масс % от массы цемента происходит повышение прочности на сжатие на 19-22 %.

Также найдено, что при использовании кремнезоля имеет место рост морозостойкости на 50% и достигаются значения, соответствующие значению морозостойкости марки 1\*300, а водонепроницаемость повышается на 33 %, достигая значения для марки W16.

Выявлено, что кроме свойств самого покрытия ТЦК, важной характеристикой является его адгезионная прочность, например к бетонной подложке.

Адгезия (лат. adhesion) – прилипание или слипание двух разнородных твердых поверхностей. Адгезионная прочность обеспечивается, как правило, силами механического сцепления покрытия и подложки и силами физико-химического взаимодействия между покрытием и подложкой, которые возникают между гидросиликатами, вновь образующимися в ТЦК и уже присутствующими в бетонной подложке, и взаимодействующими по донорно-акцепторному механизму, где ионы кальция – акцепторы □, а кислородные электронные пары ↑↓ - доноры. Возникающая взаимосвязь *покрытие-основание* осуществляется по схемам 1 и 2, которые, вероятно, и формируют контактную зону:



#### Синхронность взаимодействия *покрытие-основание*

Очевидно, что чем больше гидросиликатов будет в покрытии и чем больше гидросиликатов имеется в бетонной подложке, тем больше будет образовываться связей и тем выше должна быть адгезионная прочность при прочих равных условиях.

В качестве подложки использовали бетон классов В15; 1122,5; В25 и В30, который характеризуется примерно одинаковым значением пористости, оцениваемой по величине водопоглощения, равной  $6 \pm 0,5\%$  [6]. Количество гидросиликатов в покрытии и подложке определялось по данным дифференциально-термических исследований. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты дифференциально-термического анализа бетонной подложки различных классов

Класс бетона по прочности на сжатие В	Эффекты на дериватограмме, °С				Потери при эффектах,			%	Суммарные потери Σ, %
	I	II	III	IV	I	II	III		
В15	(—)140	(—) 195	(—)525	(+)820	8	3	4	-	15
В22,5	(—) 143	(—)205	(—)517	(+)815	1	5	6	-	22
В25	(—) 142	(—)203	(—)520	(+)823	3	6	7	-	26
В30	(—) 137	(—)207	(—)512	(+)818	5	8	9	-	32

Примечание. (-) – эндотермический эффект; (+) – экзотермический эффект.

Анализ данных табл. 3 показывает, что с увеличением класса бетона общее количество химически связанной воды увеличивается, что свидетельствует о том, что в образцах бетона более высокого класса количество гидратных соединений также более высокое.

Адгезионная прочность определялась в возрасте 28 суток для ТЦК базового состава и ТЦК, активированного кремнезолом. Полученные данные представлены в табл. 4.

Таблица 4

Адгезионная прочность ТЦК к бетонной подложке

ТЦК (базовый состав)			ТЦК, активированная кремнезолом	
Класс бетона подложки	Адгезионная прочность, МПа (возраст - 28 суток)	Схема и характер разрушения	Адгезионная прочность, МПа (возраст - 28 суток)	Схема и характер разрушения
В15	1,7	Схема А, адгезионное	2,5	Схема В, когезионное
В22,5	1,9	Схема А, адгезионное	2,8	Схема В, когезионное
В25	2,0	Схема А, адгезионное	2,5	Схема Г, смешанное
В30	2,2	Схема А, адгезионное	3,6	Схема Б, когезионное

Установлено, что при использовании ТЦК базового состава независимо от класса бетонной подложки при определении адгезионной прочности на отрыв разрушение происходит по контактной зоне, т. е. адгезионное, а при использовании ТЦК, активированной кремнезолом, разрушение - когезионное или смешанное. Это показывает, что при нанесении ТЦК, активированной кремнезолом, монолитность адгезионного соединения выше, чем при использовании базового состава ТЦК, что является следствием образования большего количества гидросиликатов в активированной ТЦК и, соответственно, образованием большего количества связей между гидратными соединениями ТЦК-покрытия и гидросиликатами бетонной подложки.

### Литература

1. Баженов А.В. Коллоидно-химические основы непрерывной ионообменной технологии гидрозоля кремнезема, дисс., канд. хим.наук. - М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1978.
2. Получение и применение гидрозолей кремнезема. /Под ред. проф. Фролова Ю.Г.// Труды МХТИ им. Д. И. Менделеева.- М., 1979.
3. Корнеев В.И, Данилов В.В. Растворимое и жидкое стекло.- Санкт-Петербург: Стройиздат, СПб., 1996.
4. Фиговский О.Л., Бейлин Д.А., Пономарев А.Н. Успехи применения нанотехнологий в строительных материалах.- Нанотехнологии в строительстве.- №3.- 2012
5. Фиговский О.Л., Кудрявцев П.Г. Жидкое стекло и водные растворы силикатов, как перспективная основа технологических процессов получения новых нанокomпозиционных материалов.- Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона».- №2.- 2014 г.- Режим доступа: [<http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2448>]
6. Нанодобавки в композициях из неорганических вяжущих: монография / А.М. Сычева, И.В. Степанова, Н.Н. Елисеева, Д.С. Старчуков, Д.В. Соловьев; под ред. д-ра техн. Наук, проф. Л.Б. Сватовской. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2010.

УДК 691.545

## Оценка качества золы ТЭЦ ЗАО «Иркутскзолопродукт»

Е.В. Собчук, А.А. Шмырко

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** зола ТЭЦ, промышленные отходы, эффективность, пуццоланическая добавка, экология.

*Показана оценка качества зол ТЭЦ, приведены опытные данные исследования. Обоснована возможность использования промышленного отхода в строительных материалах. В связи с общим экономическим положением в стране возникла необходимость замены гранулированных шлаков другими добавками технического или природного происхождения. Поэтому использование зол-уноса ТЭЦ вместо доменного шлака или частичной его замены цементными предприятиями очень целесообразно и выгодно экономически.*

В современных условиях усиливается острота проблемы утилизации золошлаковых материалов, получаемых в результате сжигания углей тепловых электростанций. Их накопление в возрастающих объемах приводит к стремительному росту экологических, социальных и экономических издержек из-за крайне низкого уровня утилизации. Вместе с тем, по своему физико-химическому и агрегатному составу эти материалы являются уникальным ресурсом, который может найти полезное использование в различных отраслях экономики с получением значительного социального и эколого-экономического эффектов.

Использование зол в современном строительстве актуально, поскольку золы обладают характеристиками, которые позволяют использовать их в различных направлениях. Данный отход является моготонажным и его использование в строительстве позволяет решить экологическую проблему, а именно уменьшить отвал отхода на места захоронения. Можно отметить, что при содержании золы в цементе в количестве 10-15% в соответствующем помоле может быть получен цемент марки 500 [1]. Так же золу можно применять при производстве безобжигового зольного гравия, грануляция позволяет получить на основе пыли газоочистки ферросплавных производств органоминеральные добавки размером до 3 мм, удобные для транспортирования и полностью готовые к применению на керамических предприятиях. Использование техногенного компонента (ПГПФ) в качестве минеральной части добавки способствует снижению экологической напряженности в регионе за счет предотвращения размещения отхода в шламохранилищах [3]. Золу можно использовать в качестве микрогранул комплексной добавки в цементные композиты [4].

Целью исследований зол ТЭЦ ЗАО «Иркутскзолопродукт» является оценка их свойств для использования в разных строительных материалах.

Материалы для исследований: 1) Зола унос ТЭЦ-6 (ТИиТС ТЭЦ-7), электрофильтры котлоагрегата ст. №7,9 (от сжигания углей Ирбейского месторождений), ЗАО «Иркутскзолопродукт»; 2) Зола унос Ново-Иркутская ТЭЦ, электрофильтр котлоагрегата №7 (от сжигания смеси углей Мугунского, Азейского, Ирбейского и Ирша-Бородинского разрезов), ЗАО «Иркутскзолопродукт»; 3) Зола унос ТЭЦ-6, золоотвал (от сжигания углей Ирбейского месторождений), ЗАО «Иркутскзолопродукт»; 4) Зола унос ТЭЦ-9, участок №1, электрофильтр котла ст. №14 (от сжигания каменного угля марки Д, обогащенный, рассортированный, крупностью 0-13 мм, длинноспекаемый штыб), ЗАО «Иркутскзолопродукт».

Методика проведения испытаний согласно ГОСТ 25592-91 «Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов. Методы испытаний» ГОСТ 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы определения», ГОСТ 9758-86 «Гравий, щебень и песок искусственные пористые».

При проведении испытаний все используемое оборудование соответствует ГОСТ. Удельная поверхность и среднемассовый размер частиц определялись на приборе ПСХ-11М.

Полученные экспериментальные данные показаны в таблице 1.

Таблица 1

Экспериментальные данные				
№ п/п	Зола унос ТЭЦ-6 (ТИиТС ТЭЦ-7)	Зола унос Ново-Иркутская ТЭЦ	Зола унос ТЭЦ-6	Зола унос ТЭЦ-9
Влажность, %	0,2	2,53	0,268	0,2

Насыпная плотность в сухом состоянии, кг/м <sup>3</sup>	1024	580	956	684
Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	2564	2439	2381	2000
Остаток на сите № 008, %	8,65	4,11	1,4	12,42
Потеря массы при прокаливании, %	1,29	3,08	0,648	0,62
Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг	530,6	277,1	596,2	371,2
Среднемассовый размер частиц, мкм	4,4	8,9	4,2	8,1

По экспериментальным данным можно сделать вывод, что зола с данных ТЭЦ соответствует требованиям и может быть использована для производства в качестве:

- пуццолановой добавки
- сырья для безобжигового зольного гравия
- тонкодисперсной добавки в комбинированные бетонные добавки
- основы для гранулированных минеральных добавок
- составляющей для кладочных растворов

### Литература

1. Буянова Э.Э., Черниговская М.Н., Меркульева Т.А., Самусева М.Н. Обеспечение стабильности свойств золошлаковых отходов Иркутской области при применении в цементных материалах (статья).Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Издательство: Иркутский государственный университет путей сообщений.-2010. -№4. – С.235-239.
2. Буянова Э.Э., Черниговская М.Н., Брылякова А.О. Экспериментальное определение параметров технологических операций производства безобжигового зольного гравия (статья).Системы. Методы. Технологии.-2011 г. - №1(9). – С.98-103.
3. Белых С.А., Фадеева А.М., Мясникова А.Ю., Попова В.Г. Способ приготовления микрогранул комплексной добавки в цементные композиты: пат. 2283292 Рос. Федерация; № заявки 2005110416/03, опубл. 10.09.2006, Бюл. №25.
4. Рамачандран В.С. Добавки в бетон. М.: Стройиздат, 1988. 575с.

УДК - 691.421

## Получение осветленного черепка из суглинка с повышенным содержанием карбонатов

И.А. Макарова, Е.В. Собчук, И.П. Шатских

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** суглинок, карбонаты, минерализующие добавки, осветленный черепок, свойства.

*Основным компонентом сырьевых масс является закарбонизованный суглинок. В качестве корректирующих добавок апробированы мел, хлорид натрия, стеклобой и гидратная известь. Оптимизация состава сырьевой смеси с добавками мела и хлорида натрия выполнена с применением математической обработки результатов на ПК с использованием про-*

граммы Model для составления многофакторных уравнений регрессии контролируемых показателей. Полученные уравнения использовались в расчетах и последующем построении зависимостей при помощи табличного процессора Microsoft Excel и его графического приложения. Кроме того, проведена проверка полученных уравнений регрессии на адекватность.

Полученные изделия характеризуются следующими физико-техническими свойствами: марка по прочности с учетом масштабного фактора M200, средняя плотность – 1730 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент размягчения – 1,12, общая усадка – 5,65%, коэффициент конструктивного качества – 21,54 МПа, водопоглощение – 17,65%. При этом достигается снижение интенсивности окрашивания черепка в сравнении с контрольным вариантом (без добавок). Дополнительно изучено влияние стеклобоя и гидратной извести в составе комплексных корректирующих добавок. Наибольшее осветление достигается при использовании комплексной добавки, включающей стеклобой, гидратную известь и хлорид натрия.

Особенностью производства керамического кирпича является использование легкоплавких глин преимущественно гидрослюдисто-каолининовых с повышенным содержанием примесей (кварцевых, карбонатных, железистых), обжиг которых проводится при температуре до 1000 °С. В результате формируется полиминеральная структура керамического камня, предопределяющая фазовый состав, строение и свойства. Фазовый состав представлен кристаллической составляющей и стеклофазой. При повышенном содержании в глинах кальцита и доломита образуются кальцийсодержащие кристаллические фазы (диопсид, анортит). Стеклофаза выполняет роль связки, обеспечивающей формирование конгломерата высокой прочности.

Минерально-сырьевая база керамических предприятий Иркутской области преимущественно представлена красножгущимися пылеватыми суглинками, что предопределяет низкое качество продукции. Типичным примером является закарбонизованное глинистое сырье Анзебинского месторождения, используемое на предприятии ОАО «Братский кирпичный завод». Данное сырье высоким содержанием красящих оксидов ( $Fe_2O_3 > 3\%$ ). Подтверждением закарбонизованности пород служит наличие оксидов  $CaO+MgO - 11,4\%$ . Анзебинское сырье относится к пылеватым суглинкам.

При обжиге (950<sup>0</sup>С) в составе керамического черепка синтезируются кальцийсодержащие фазы (анортит, диопсид), которые уменьшают интенсивность окрашивания черепка и позволяют получить поверхность розовой окраски. Решающую роль в процессе осветления цвета играют минеральные добавки, обеспечивающие внедрение  $Fe^{3+}$  в структуру твердого анортита.

Целью данной работы является апробация комплексных минеральных добавок для осветления керамического черепка из суглинка с повышенным содержанием карбонатов.

Для оптимизации состава сырьевой смеси использовался метод математического планирования эксперимента. Эксперимент проводился в соответствии с математическим планом Бокс-3, который предусматривает варьирование двух факторов на трех уровнях. В качестве первой переменной рассматривается содержание мела в сырьевой шихте, а второй – содержание соли.

Комплексный анализ влияния расхода мела на физико-технические свойства сырья показывает, что снижение средней плотности, достигается при введении 7% мела. При этом водопоглощение и открытая пористость увеличиваются. Получение материала с высоким значением прочности при сжатии, высоким коэффициентом конструктивного качества и пониженным водопоглощением, достигается содержанием в сырьевой шихте 5...7% мела и 2% хлорида натрия. Зависимости показателей показаны на рис. 1-4.

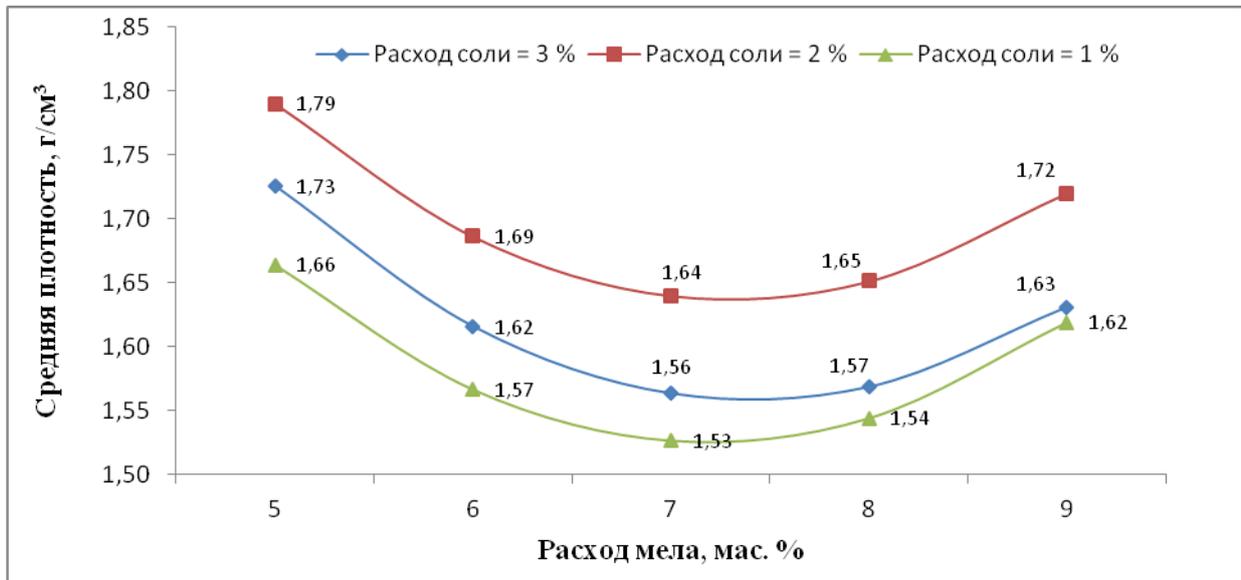


Рис. 1. Зависимость средней плотности от содержания в шихте мела

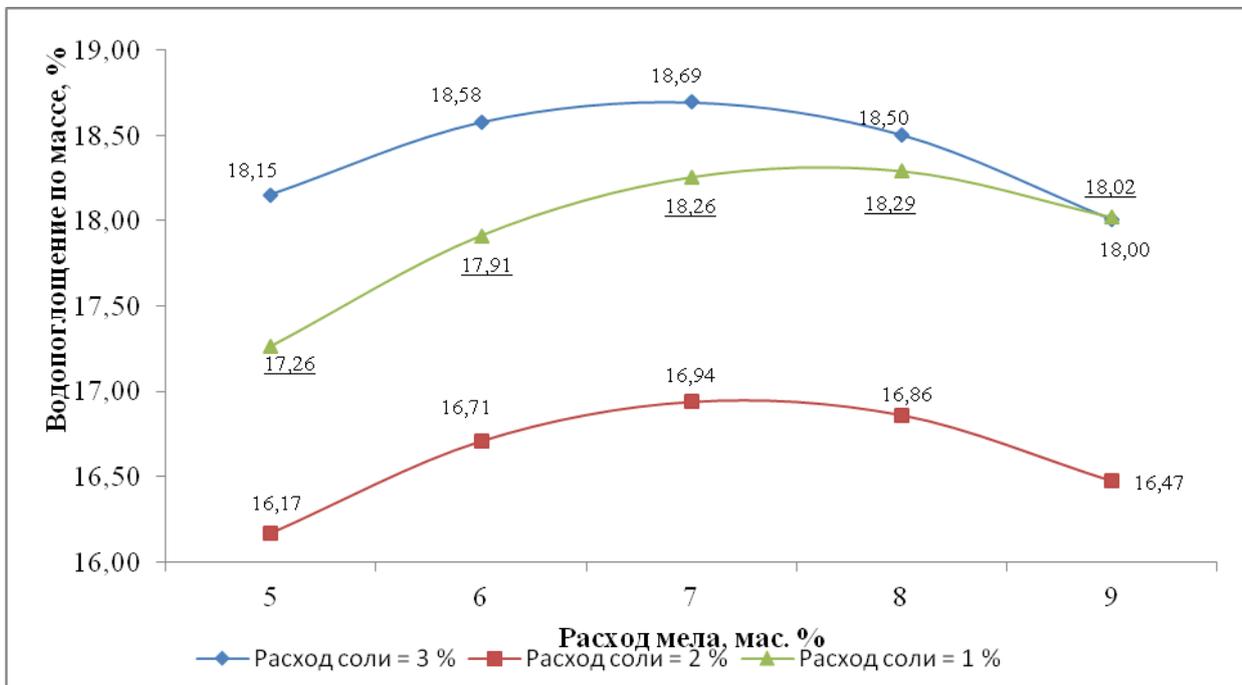


Рис. 2. Зависимость водопоглощения от содержания в шихте мела

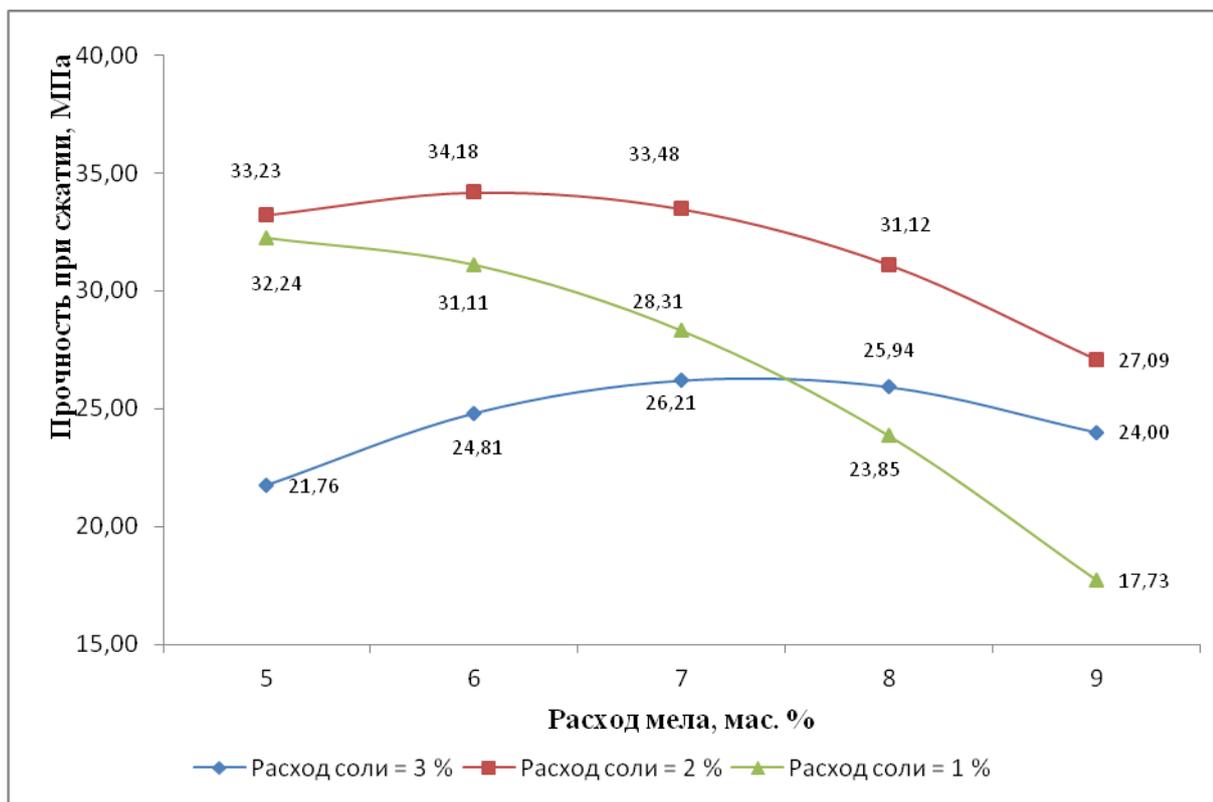


Рис. 3. Зависимость прочности сжатия от содержания в шихте мела

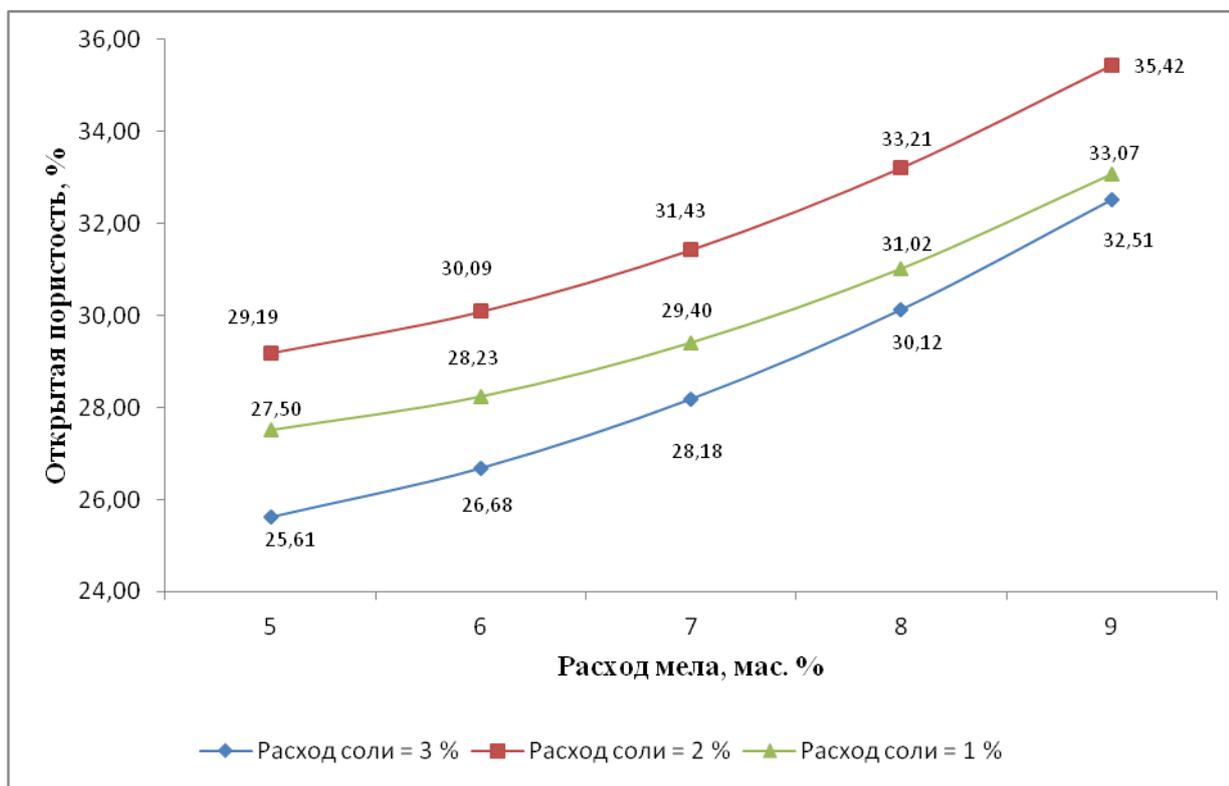


Рис. 4. Зависимость открытой пористости от содержания в шихте мела

Установлено, что увеличение расхода мела до 7%, приводит к снижению воздушной и общей усадки и в тоже время повышенной огневой усадки. Снижение воздушной усадки способствует повышению трещиностойкости, и, как следствие снижению брака после сушки. Увеличение огневой усадки и средней плотности связано с развитием процессов спекания при обжиге. При этом достигается лучшее осветление поверхности образцов.

Дополнительно в составе комплексных добавок изучены стеклобой, гидратная известь. Физико-технические свойства экспериментальных образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-технические характеристики керамического материала

№ п/п	Средняя плотность $\rho_{ср}$ , (кг/м <sup>3</sup> )	Прочность на сжатие $R_{сж}$ , сух, (МПа)	Прочность на сжатие во влажном состоянии $R_{сж, вл}$ , (МПа)	Водопоглощение $W_{п}$ (%)	Коэффициент конструк- тивного качества ККК	Коэффициент размягчения $K_p$	Открытая пористость $P_{откр}$ , (%)	Усадка по диаметру $L_{обит, d}$ , (%)	Потери при прокаливании ППП, (%)
1.С-90.М- 7.Ст-3	1748,39	24,35	22,93	16,32	13,93	0,94	28,53	5,68	26,42
2.С-88.М- 7.Ст-5	1759,01	29,84	21,83	15,54	16,96	0,73	27,24	5,28	25,99
3.С-86.М- 7.Ст-7	1774,39	33,05	21,28	14,88	18,63	0,64	26,41	5,97	25,71
4.С-86.М- 7.Ст-7.Со- 2	2080,94	34,10	30,48	21,13	16,38	0,94	43,97	3,7	3,39
5.С-86.И- 7.Ст-7.Со- 2	1631,44	16,15	17,28	17,86	9,9	1,07	29,13	1,23	2,24

Примечание: в первом столбце приведены составы шихты в процентном соотношении; С-суглинок, М-мел, Ст-стеклобой, Со-хлорид натрия, И-гидратная известь.

Высокая степень осветления поверхности образцов выявлена при введении комплексной добавки, включающей известь, стеклобой и хлорид натрия. Однако, при этом отмечается снижение предела прочности при сжатии и средней плотности. Использование комплексной добавки, содержащей мел и стеклобой способствует упрочнению структуры и позволяет добиться объёмного осветления черепка.

### Литература

- 1 Роговой, М.И. Технология искусственных пористых заполнителей и керамики / М. И. Роговой. – М.: Стройиздат., 2004. – 320 с.
- 2 Завадский, В.Ф. Технология изделий стеновой и кровельной керамики: Учебное пособие / В.Ф. Завадский, Э.А. Кучерова, Г.И. Стороженко, А.Ю. Паничев. – Новосибирск: НГАСУ, 2008. – 76 с.
- 3 Госин, Н.Я. Производство керамических изделий для облицовки фасадов зданий: учебник для проф.–техн. училищ и подгот. рабочих на производстве / Н.Я. Госин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Школа, 2004. – 340 с.

УДК 691.544

## **Эффективность получения и применения композиционного цемента на основе минеральных добавок из попутных продуктов местных производств**

А.А. Зиновьев, Е.В. Собчук, Ф.Б. Беков

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** композиционный цемент, тяжелый бетон, домол, зола уноса, микрокремнезем, прочность.

*Составлен и проведен эксперимент по получению различных составов композиционного вяжущего путем помола цемента с добавками золы уноса, микрокремнезема и суперпластификатора С-3. На основе полученных составов композиционного вяжущего изготовлены равноподвижные бетонные смеси. Произведены испытания бетонных смесей и образцов бетона прошедших тепловлажностную обработку. С применением добавок было достигнуто уменьшение водопотребности смеси и увеличена прочность бетона почти в 2 раза при снижении клинкерной составляющей в составе вяжущего на 20 - 35%.*

Бетоны на основе цементных вяжущих по объемам использования в строительстве были и остаются наиболее значимым строительным материалом. В связи с этим, снижение себестоимости бетона является актуальной задачей. Рассматривая структуру себестоимости изготовления бетона, бетонных и железобетонных изделий можно отметить, что наиболее дорогостоящим компонентом при их производстве является цемент. Бурный рост потребления цемента в отдельные периоды приводит к значительному его удорожанию и дефициту.

В настоящее время количество потребляемой тепловой энергии (топлива) для получения клинкера определяется количеством энергии, необходимым для реакций минералообразования клинкера в процессе обжига (1700-1800 МДж/т клинкера), и количеством тепловой энергии, необходимым для сушки и подогрева сырьевых материалов, которая зависит от влажности. Удельный расход тепла на обжиг клинкера по сухому способу с многоступенчатыми циклонными теплообменниками и декарбонизаторами превышает 3000 кДж/т и может быть больше 3800 кДж/т клинкера. Изменчивость этих показателей обусловлена пуском-остановом агрегатов и различиями в свойствах сырьевых материалов.

Одним из направлений снижения потребления тепловой энергии на тонну вяжущего является снижение содержания клинкера в цементе.

В связи с вышесказанным целесообразно рассматривать технологии производства вяжущих путем домола цемента с различными минеральными и органическими добавками в условиях заводов ЖБИ.

Замещение части цемента отходами или попутными продуктами промышленности приводит к снижению стоимости вяжущего, а также может улучшать его качественные показатели. Анализируя сырьевой рынок нашего региона, установлено, что на ТЭЦ-6 организовано сухое удаление зольных отходов, а на Братском заводе ферросплавов в качестве побочного продукта образуется микрокремнезем. Данные материалы по своему составу и свойствам могут являться компонентами комплексных вяжущих. Поскольку зола ТЭЦ и микрокремнезем являются местными сырьевыми компонентами, то затраты на их поставку на территорию ЖБИ будут минимальными, тем самым способствуя снижению себестоимости конечной продукции. Кроме того, использование вторичного сырья будет способствовать улучшению экологической ситуации в регионе.

Анализ литературных источников показывает, что при разработке составов комплексных вяжущих, для повышения их эффективности, наряду с минеральными добавками применяют поверхностно активные вещества (ПАВ), как правило пластифицирующие. Из пласти-

фицирующих добавок наиболее и доступно применение пластификатора С-3, уменьшающего нормальную плотность цемента на 30..50%.

Целью исследования является получение композиционного цемента на основе золы уноса Братской ТЭЦ-6, микрокремнезема Братского завода ферросплавов и суперпластификатора С-3.

Для решения поставленной цели был спланирован и выполнен эксперимент, заключающийся в получении композиционных вяжущих различного состава и определении качественных характеристик изготовленных на их основе бетонных смесей и бетонов.

Композиционные вяжущие изготавливались путем помола в шаровой мельнице сырьевой смеси состоящей из цемента Ангарского завода марки – 500, золы уноса ТЭЦ-6, микрокремнезема Братского завода ферросплавов и суперпластификатора С-3. Количество золы уноса в экспериментальных составах варьировалось от 14,8 до 26,7% от общей массы сырьевой смеси, микрокремнезема от 3,4 до 11,1% а количество суперпластификатора С-3 составляло 1,2%. Составы сырьевых смесей приведены в таблице 1.

Таблица 1

Составы сырьевых смесей для получения композиционных вяжущих и бетонов на их основе

№ п/п	Цемент, (%)	Зола, (%)	Микрокремнезем, (%)	Пластификатор С-3, (%)
Контрольный состав	100	-	-	-
Опыт 1	65	25,2	9,8	1,2
Опыт 2	74,1	14,8	11,1	1,2
Опыт 3	69	27,6	3,4	1,2
Опыт 4	80	16	4	1,2
Опыт 5	71,4	21,4	7,2	1,2
Опыт 6	68,9	20,7	10,4	1,2
Опыт 7	74,1	22,2	3,7	1,2
Опыт 8	66,7	26,7	6,6	1,2
Опыт 9	76,9	15,4	7,7	1,2

Для определения эффективности полученных композиционных вяжущих на их основе были изготовлены бетонные смеси одинаковых составов и равной подвижности. Приготовление смесей осуществляли в смесителе принудительного действия. Для изготовления бетонов использовали щебень диабазовый фракции 5 – 20 мм. и сортированный песок с модулем крупности 3,14. Состав бетонной смеси на замес объемом около 10 литров был принят следующий: цемент – 3,7 кг., песок – 7,0 кг., щебень – 13,5 кг., количество воды подбиралось в каждом конкретном случае, с целью обеспечения равной подвижности бетонных смесей. Из полученных смесей, после определения их подвижности и плотности изготавливали образцы - кубы размером 10х10х10 см. Образцы проходили ускоренное твердение в камере тепловлажностной обработки при температуре изотермической выдержки 85<sup>0</sup>С. Испытания образцов проводили через 20 часов после тепловлажностной обработки. В качестве «контрольного» был изготовлен состав на основе исходного цемента. У готовых образцов измерялись геометрические размеры и масса, после чего они были подвержены испытанию на прочность при сжатии. Результаты, характеризующие свойства полученных бетонных смесей и изготовленных из них бетонов приведены в таблице 2, а данные демонстрирующие изменение прочностных показателей бетонов на полученных вяжущих на гистограмме рис.1.

Анализ полученных результатов показывает, что все составы бетонов на основе композиционных вяжущих отличаются пониженной водопотребностью. Водовязущее отношение снизилось с 0,61 у контрольного состава на основе исходного цемента до значений 0,49 – 0,43 у бетонов на основе изготовленных составов вяжущих. Одним из главных факторов, способствующих столь значительному снижению водопотребности является наличие суперпластификатора С-3 во всех экспериментальных составах вяжущих. Плотность бетонных смесей на основе полученных композиционных вяжущих выше плотности контрольного состава, что также связано с их пониженной водопотребностью и может быть проявлением бо-

лее плотной упаковкой зерен композиционного многокомпонентного вяжущего вследствие различной крупности частиц составляющих их цемента, золы уноса и микрокремнезема.

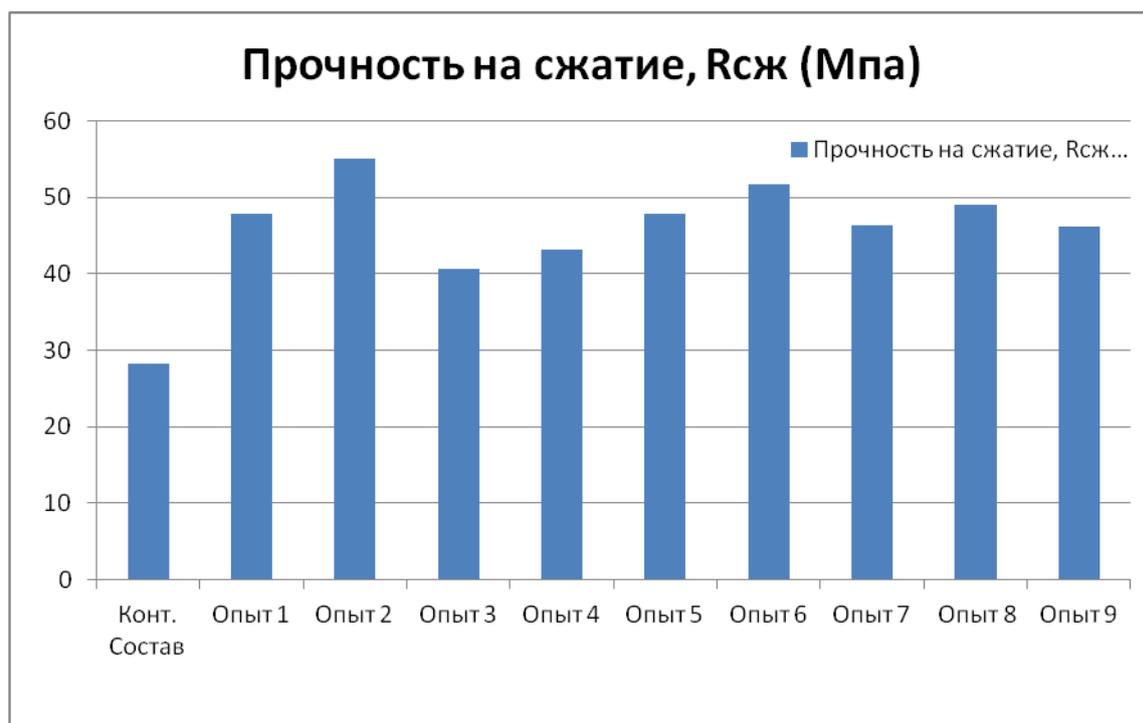
Таблица 2

Свойства бетонных смесей и бетонов

Состав	ОК (см)	$\rho_{cp}$ (кг/м <sup>3</sup> )	Расход воды на замес, (кг)	Водовяжущее отношение	Рсж (МПа)
Контрольный состав	5,5	2546	2,25	0,61	28,2
Опыт 1	5,5	2569	1,6	0,43	47,8
Опыт 2	5,5	2601	1,725	0,47	55,0
Опыт 3	5,5	2561	1,8	0,49	40,7
Опыт 4	5,5	2564	1,7	0,46	43,2
Опыт 5	5,3	2586	1,675	0,45	47,8
Опыт 6	5,2	2597	1,65	0,44	51,8
Опыт 7	5,5	2597	1,6	0,43	46,3
Опыт 8	5,2	2625	1,6	0,43	49,1
Опыт 9	5	2607	1,8	0,49	42,7

Анализ прочностных показателей изготовленных бетонов, показывает, что все составы на основе комплексных вяжущих обладают повышенной прочностью по сравнению с составом на основе исходного цемента. Превышение прочности составляет от 95 до 44%. При этом расход клинкерной составляющей в изучаемых составах снижен на 23 – 35%.

Лучшие результаты с точки зрения прочностных показателей и снижения клинкерной составляющей наблюдаются у составов № 1, 2 и 6.



Полученные данные свидетельствуют о перспективности изготовления композиционных вяжущих с использованием таких местных сырьевых ресурсов как зола уноса и микрокремнезем. Их производство будет способствовать снижению себестоимости изготовления бетонных и железобетонных изделий на заводах ЖБИ и утилизации крупнотоннажных попутных продуктов, не находящих применения в настоящее время.

### Литература

1. Прокопец В.С. Производство высокопрочных минеральных вяжущих на основе ЗШО ТЭЦ. С. 116-127.

2. Борбат В.Ф. Золошлаковые отходы углей – перспективное сырье для различных отраслей промышленности / Инновационные технологии-2001: материалы международного научного семинара. Красноярск, 2001. С. 136-138.
3. Глуховский В.Д. Вяжущие и композиционные материалы контактного твердения / В.Д. Глуховский, Р.Ф. Рунова, С.Е. Максун. – К.: «Высшая школа», 1991.
4. Добавки в бетон: Справочное пособие / Под ред. В.С. Рамачандрана.- М.: «Стройиздат», 1988
5. Батлук В.А. Основы экологии и охрана окружающей среды. Учебное пособие. – Львов: «Афиша», 2001.

УДК624.012

## **Анализ результатов оптимизации многопустотных панелей перекрытия для малоэтажного строительства**

И.В. Дудина, Н.В. Хохлова

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** Железобетонные конструкции, оптимизация, многопустотная панель, сплошная плита, армирование, облегченные плиты перекрытия.

*В данной статье рассматриваются основные принципы оптимизации железобетонных конструкций. Главным критерием при оптимизации конструкций является обеспечение требуемого уровня их надежности. Оптимизация многопустотных панелей перекрытия предусматривает снижение высоты сечения панелей, изменение армирования, уровня преднапряжения арматуры, класса бетона. Такой подход можно использовать для оптимизации любых конструкций.*

Строительство является одной из динамичных областей народного хозяйства и определяет в значительной мере развитие других отраслей и всего народного хозяйства в целом. Основным видом материалов на обозримый период является бетон и железобетон. Наряду с широко развивающимся монолитным строительством, большой удельный вес всё ещё составляют сборные конструкции. Многопустотные плиты перекрытий являются основным типом конструкций для устройства перекрытий и покрытий жилых и общественных зданий, а их выпуск составляет около 60 % всего сборного железобетона.

Пустотные перекрытия обладают повышенными эксплуатационными параметрами за счет наличия множества полостей и рекомендуются для использования в малоэтажном строительстве.

Они сочетают прочность и жесткость с легкостью и экономичностью. Применение многопустотных плит перекрытий в жилищно-гражданском строительстве обусловлено их существенными конструктивными преимуществами по сравнению с плоскими сплошными панелями перекрытий. Воздушные полости гасят механические колебательные процессы, образующиеся при некоторых ударах по поверхности, поэтому у них хорошие теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства.

Благодаря использованию предварительно напряженной арматуры эти плиты отличаются от сплошных более высокой жесткостью и трещиностойкостью, так же уменьшается расход металла, что ведет к снижению стоимости конструкции.

По данным типовых проектов крупнопанельных и каркасных зданий многопустотные плиты - весьма металлоёмкие и трудоёмкие конструкции. Расход стали в них составляет 23-48 %, а суммарная трудоёмкость 21-28 % от общих затрат, приходящихся на здание.

В последнее время, когда всё большее количество заводов строительной индустрии становятся частными предприятиями и акционерными обществами, между ними возникает конкуренция, остро встают проблемы снижения себестоимости продукции и в первую очередь это связано с экономией металла, цемента, энергоресурсов и т.п.

Выбор наиболее эффективной конструкции перекрытия для малоэтажных жилых домов (коттеджей) является одной из главнейших задач. Для многоэтажных жилых домов наиболее распространенными конструкциями перекрытия являются сплошные плиты толщиной 16 см и многопустотные панели толщиной 22 см.

Сплошные плиты пролетом до 4,8 м изготавливаются без преднапряжения. Они могут быть опертыми по двум, трем, или четырем сторонам. Использовать их для малоэтажных жилых домов не рационально, поскольку ограничение пролетов перекрываемых помещений создает трудности для свободной планировки. Более перспективными для перекрытия такого рода зданий являются многопустотные панели, которыми можно перекрывать большие пролеты.

На комбинате «Братскжелезобетон» взамен типовых панелей серии 1.141-1 были разработаны облегченные многопустотные панели меньшей толщины [1, 2]. Расчеты проводились не только по СНиП 2.03.01-84\*, но и по расчетным моделям, базирующимся на реальных диаграммах деформирования материалов, то есть с учетом нелинейных свойств материалов. Кроме того, были выполнены вероятностные расчеты по оценке надежности исследуемых плит для обеспечения их эксплуатационной пригодности [2].

Облегченные панели были разработаны под полезную расчетную нагрузку 3 и 4 кН/м<sup>2</sup> [1]. Ширина панелей назначалась равной 1,2; 1,5 и 2,4 м, пролеты - 4,2; 4,8; 5,6; 6,0; 6,3 м. Высота панели принималась 160 мм, диаметр отверстий 108 мм. Количество отверстий и расположение напрягаемой арматуры назначали из условия обеспечения минимальных затрат на переоснастку форм. При ширине панелей 1,2 м принято 7 отверстий, при ширине 1,5 м - 9; при ширине 2,4 м - 15. Панели пролетом 4,2 м запроектированы без преднапряжения, пролетом 4,8 м - в 2-х вариантах: преднапряженные и не преднапряженные. При пролетах свыше 4,8 м панели принимаются, только преднапряженными.

Таблица 1

Параметры не преднапряженных облегченных панелей

Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Пролет, м	Ширина, м	Армирование	Предельная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
3	4,2	1,2	8Ø8 A400	6,9
		1,5	(6Ø8+2Ø10)A400	6,8
		2,4	16Ø8 A400	6,5
	4,8	1,2	8Ø10 A400	8,1
		1,5	(6Ø10+2Ø12) A400	7,8
		2,4	(14Ø10+2Ø12) A400	8,6
4	4,2	1,2	(4Ø8+4Ø10) A400	8,7
		1,5	(2Ø8+6Ø10) A400	7,7
		2,4	16Ø10 A400	9,4
	4,8	1,2	(2Ø10+6Ø12) A400	9,6
		1,5	(2Ø12+4Ø14) A400	9,9
		2,4	(8Ø10+8Ø12) A400	9,6

В таблицах 1, 2 представлены основные параметры усовершенствованных панелей, включая предельную нагрузку, соответствующую расчетным характеристикам материалов. Расчетный прогиб и ширина раскрытия трещин в панелях не превышают предельно допустимых значений. Уровень начальной надежности по прочности превышает нормативно-обеспеченный показатель надежности 0,9986, а по жесткости и трещиностойкости значительно превышает нормативный уровень равный 0,90.

Анализ предельных состояний усовершенствованных панелей по всем моделям показал, что снижение высоты сечения следует компенсировать увеличением расхода рабочей арматуры и повышением прочности бетона.

Класс бетона для облегченных панелей принят В20 (для типовых - В15), напрягаемая арматура - классов А600, Ат800.

Таблица 2

Параметры преднапряженных облегченных панелей

Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Пролет, м	Ширина, м	Величина преднапряжения, МПа	Армирование	Предельная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
3	4,8	1,2	450	4Ø10А600	7,6
		1,5	450	(2Ø10+2Ø12)А600	7,4
		2,4	450	8Ø10А600	7,6
	5,6	1,2	600	4Ø10Ат800	7,1
		1,5	600	(2Ø10+2Ø12)Ат800	6,8
		2,4	600	8Ø10 Ат800	7
	6	1,2	650	(2Ø10+2Ø12)Ат800	7,3
		1,5	650	4Ø 12 Ат800	6,9
		2,4	650	(2Ø10+4Ø12) Ат800	7,3
	6,3	1,2	650	4Ø12 Ат800	7,6
		1,5	650	(4Ø10+2Ø12) Ат800	7,4
		2,4	650	8Ø12 Ат800	7,6
4	4,8	1,2	600	4Ø10 Ат800	8,3
		1,5	450	4Ø12А600	8,2
		2,4	600	8Ø10 Ат800	8,5
	5,6	1,2	600	(2Ø10+2Ø12) Ат800	8,4
		1,5	600	4Ø12 Ат800	7,9
		2,4	600	(6Ø10+2Ø12) Ат800	7,7
	6	1,2	650	4Ø12 Ат800	8,4
		1,5	650	(4Ø10+2Ø12) Ат800	8,2
		2,4	650	(2Ø10+6Ø12) Ат800	7,9
	6,3	1,2	650	(2Ø12+2Ø14) Ат800	8,8
		1,5	650	(2Ø10+4Ø12) Ат800	8,2
		2,4	650	(6Ø12+2Ø14) Ат800	8,2

Уменьшение высоты панели на 6 см дает снижение расхода бетона (массы) изделия на 20%, расход стали, наоборот, увеличивается на 13,8%. При определении экономического эффекта важно отметить следующее. Во-первых, повышение класса бетона не будет сопровождаться увеличением расхода цемента, поскольку фактическая прочность бетона пустотных панелей принимается выше проектной из-за необходимости немедленной распалубки конструкций, которые изготавливаются по конвейерной технологии. Во-вторых, стоимость стали классов А600 и Ат800 отличается незначительно. По обобщенным показателям стоимость одной облегченной пустотной панели для малоэтажных зданий получается в среднем на 15,2% меньше стоимости типовых конструкций [1].

### Литература

1. Самарин Ю.А., Коваленко Г.В. Конструкции облегченных панелей перекрытия для малоэтажного строительства // Научные труды общества железобетонщиков Сибири и Урала. – Вып.4. – Новосибирск: СГАПС. – 1996. – 139 с.

2. Коваленко Г.В., Дудина И.В., Жердева С.А. Практические методы оценки надежности сборных железобетонных конструкций на стадии изготовления// Монография. Рус. – Деп. в ВИНТИ – 2013, №179 – В2013. – 123 с.

УДК 621-311

## Процессы происходящие в бетонной смеси при обработки бетоноотделочной машины с термическим воздействием

Д.М. Шарифов

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** скорость вращения, скорость заглаживания, коэффициент регрессии.

*В данной статье проанализирован процесс заглаживания незатвердевшей бетонной поверхности дисковым рабочим органом с термическим активатором и приведены доказательства эффективности обработки по сравнению с рабочим органом, не выполняющим термической активации проведен ряд опытов. Задачей оптимизации, является максимальное достижение качества обрабатываемой поверхности и прочности бетона при различных комбинациях факторов, влияющих на процесс. К этим факторам относятся: температура,  $t$ ; жесткость бетонной смеси  $Ж$ , с; скорость заглаживания  $Vз$ , м/с; заглаживающая способность  $S_d$ , м. В результате чего получены значения чистоты шероховатости при обработке поверхностей с применением и отсутствием термического активатора.*

Объектом исследования является процесс обработки незатвердевшей бетонной поверхности дисковой бетоноотделочной машиной с термическим воздействием [1-10]. За параметр, характеризующий данный процесс, принималось качество обработанной поверхности, т.е. размах шероховатости поверхности бетонного изделия -  $R_d$ , а так же прочностные характеристики бетона после затвердевания -  $R_{сж}$ .

На рис. 1.1 – 1.3 линиями с окружностями показаны зависимости шероховатости с применением термической активации, а линиями без окружностей отображены зависимости без применения термической активации.

Анализируя полученные графики (рис. 1.1 – 1.2) необходимо заметить, что с использованием термообработки, эффективность обработки поверхности возрастает, а размах шероховатости в среднем уменьшается на  $\Delta R_f = 0,8$  мм.[2]

Вследствие вышесказанного, поверхность бетонного изделия достигает наименьшей величины шероховатости.

При проверке адекватности составленного многофакторного уравнения регрессии дисперсия адекватности составила, в случае исследования шероховатости бетонной поверхности  $S_{ad}^2 = 0,024$ . Сравнивая полученное значение критерия Фишера  $F = 0,248$  с табличным значением  $F_{табл} = 2,66$  [4] при 5%-ном уровне значимости можно сделать вывод, что полученное уравнение регрессии адекватно при соответствующей доверительной вероятности.

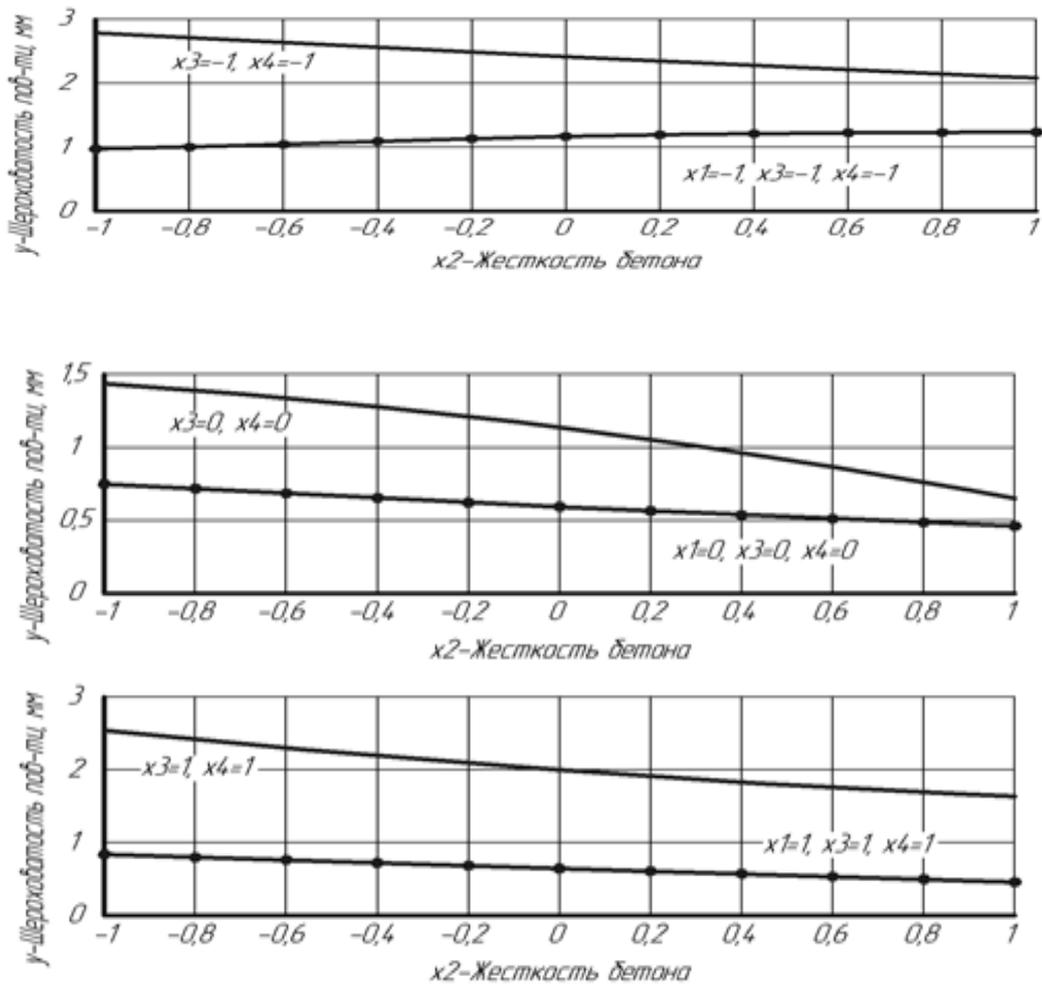


Рис.1.1. Влияние термической активации на шероховатость обработанной поверхности при варьировании жесткости бетонной смеси

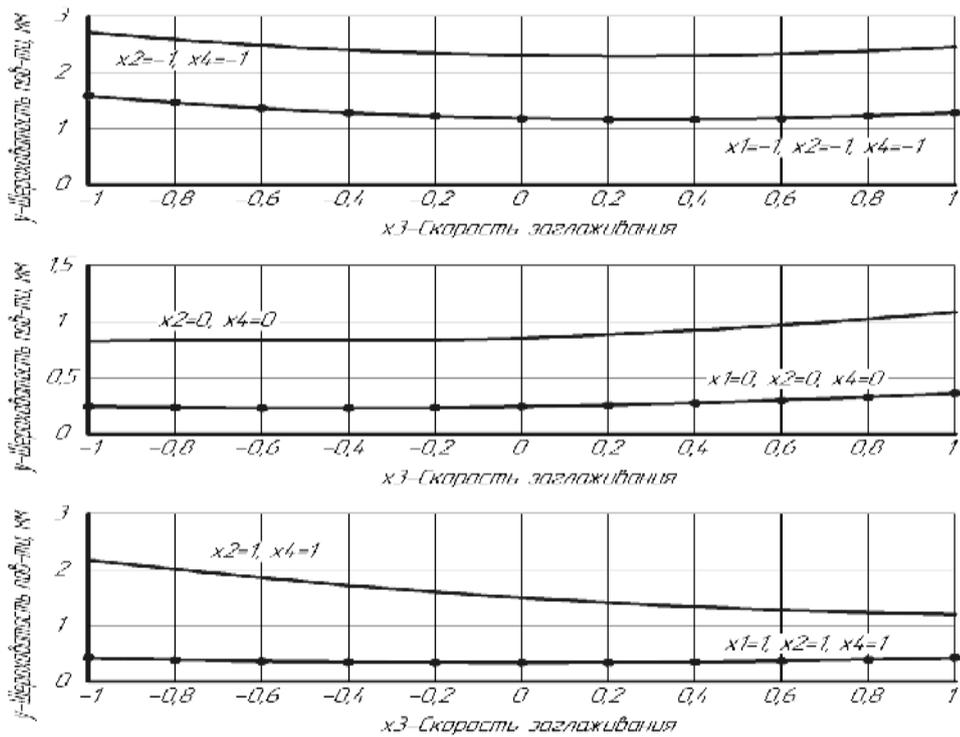


Рис. 1.2. Влияние термической активации на шероховатость обработанной поверхности при варьировании скорости заглаживания

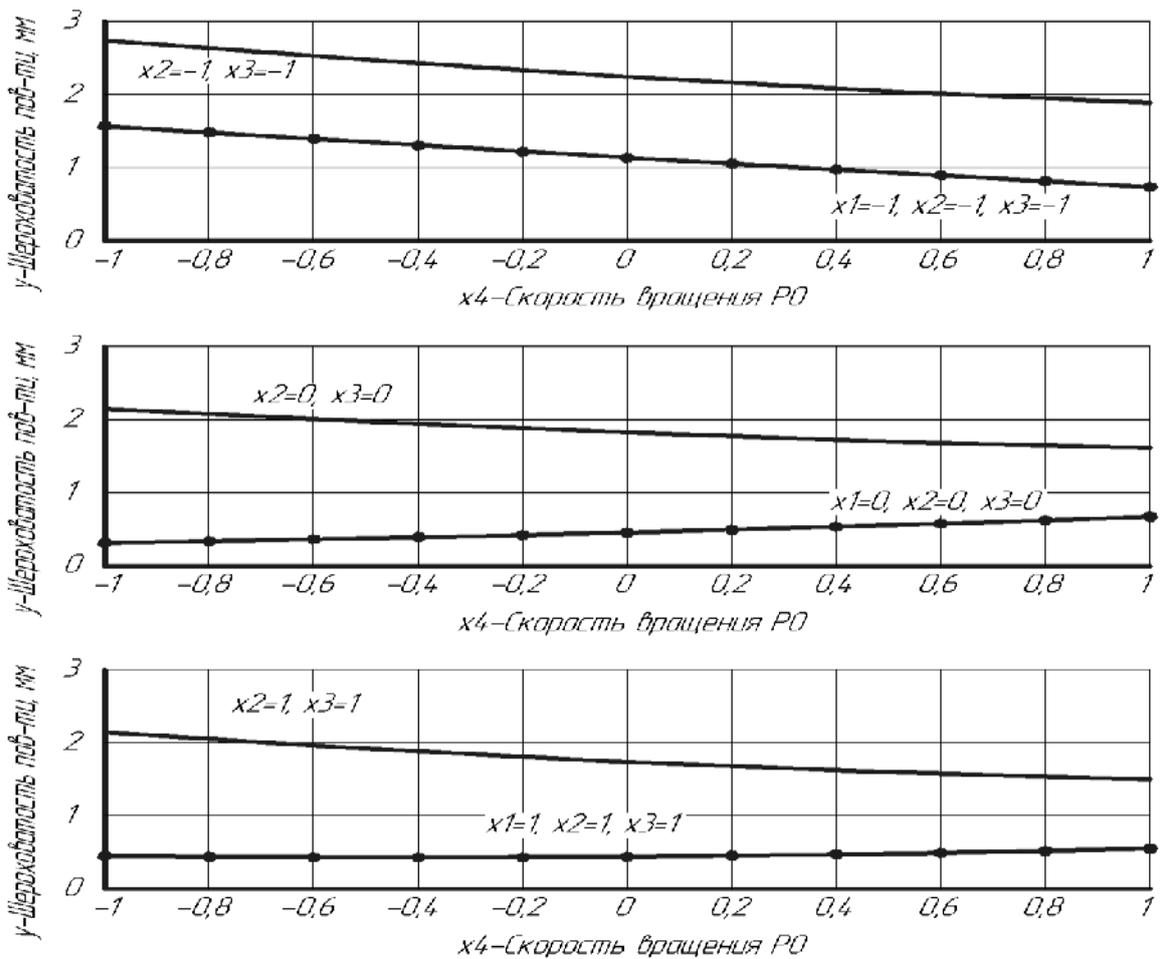


Рис. 1.3. Влияние термической активации на шероховатость обработанной поверхности при варьировании скорости вращения

Как уже отмечалось выше, в нулевой точке проведены четыре параллельных опыта. Для шероховатости обработанной поверхности, среднее арифметическое значение опыта составило  $\bar{R}_y = 0,693$  мм. [3] Дисперсия при этом получилась равной  $S^2 = 0,097$ , а квадратичная ошибка (стандарт)  $S = 0,311$ .

Таблица 1.1

Коэффициенты регрессии (шероховатость обработанной поверхности)

Коэффициент	Значение	Коэффициент	Значение
$b_0$	0,334433	$b_8$	0,050206
$b_1$	-0,161864	$b_9$	0,052278
$b_2$	-0,097113	$b_{10}$	0,07339
$b_3$	0,05480	$b_{11}$	0,07339
$b_4$	-0,145361	$b_{12}$	-0,030503
$b_5$	0,096959	$b_{13}$	-0,02741
$b_6$	0,221959	$b_{14}$	0,002281
$b_7$	0,111392		

Далее проводилась проверка значимости каждого коэффициента регрессии. Для этого рассчитали дисперсию коэффициента регрессии в случае с шероховатостью поверхности он

составил  $S_{\{bj\}}^2 = 0,00084$ . Квадратичная ошибка коэффициента регрессии  $S_{\{bj\}} = 0,02898$ . Доверительный интервал при выбранном уровне значимости в соответствии с табличным критерием Стьюдента  $\Delta b_j = 0,0681$ . В результате из полученной модели отброшены следующие коэффициенты:

$$b_3=0,054807; b_8=0,050206;$$

$$b_9=0,052278; b_{10}=0,038528;$$

$$b_{12}=-0,030503; b_{13}=-0,02741;$$

$$b_{14}=0,002281;$$

В итоге получили адекватную модель в виде многофакторного уравнения регрессии, которая отражает изменение величины размаха шероховатости заглаженной поверхности:

$$R_f = 0,334433 - 0,161864x_1 - 0,097113x_2 - 0,145361x_4 + \\ + 0,096959x_1^2 + 0,221959x_2^2 + 0,111392x_3^2 + 0,07339x_1x_4$$

Решением уравнения будет являться поиск минимума функции  $R_{II} = f(x_1, x_2, x_3, x_4)$  при варьировании переменных в интервале от  $-1$  до  $+1$ .

Расчет переменных производился с использованием программного обеспечения «MathCAD». В результате решения уравнения определены значения,  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  и  $x_4$ , для шероховатости поверхности, которые составили в кодированном значении 0,55; 1; -0,30 и 0,85, а в реальных значениях:

- температура  $T=63,3$  °C;
- жесткость бетонной смеси  $K=60$ , с;
- скорость заглаживания  $V_3=0,042$ , м/с;
- скорость вращения РО  $V_B=4,7$ , об/с

При оптимальных параметрах величина шероховатости равна  $R_f = 0,3$  мм. Обработка результатов выполнялась по аналогичной методике представленной в разделе 3.5.

В результате чего получены значения прочности бетона при обработке поверхностей с применением и отсутствием термического активатора.

## Литература

1. Герасимов С. Н. Диссертация на соискание ученой степени канд. тех. наук: Хабаровск, 2003. Определение рациональных параметров и режимов работы вибрационного дискового рабочего органа для обработки бетонных поверхностей: Дис.
2. Кашуба В.Б., Кононов А.А., Герасимов С.Н. Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО « Братский государственный университет». Братск, 2006. Экспериментальные исследования области обработки бетонных поверхностей.
3. Белокобыльский С.В., Мамаев Л.А., Герасимов С.Н, Федоров В.С., Фарзалиев Р.М., Системы. Методы. Технологии. 2011. №11. С.9-14. Определение заглаживающей способности дискового рабочего органа с дополнительным круговым движением заглаживающего диска.
4. Герасимов С.Н., Фёдоров В.С., Начатой П.С., Фарзалиев Р.М., Абдурахмонов Р.В. Механики XXI века. 2008. №7.С. 256-258. Ручная вибрационная дисковая заглаживающая машина с магнитным активатором.
5. Мамаев Л.А., Коронатов В.А., Белокобыльский С.В., Герасимов С.Н. Патент на изобретение Rus 2182536 20.06.2000. Рабочий орган заглаживающей машины.
6. Мамаев Л.А., Каверзин В.А., Герасимов С.Н. Патент на изобретение Rus 2147513 26.05.1998. Рабочий орган ручной заглаживающей машины осцилирующего типа.
7. Мамаев Л.А., Каверзин В.А., Герасимов С.Н. Патент на изобретение Rus 2156692 08.09.1998. Инерционно-импульсная заглаживающая машина.
8. Мамаев Л.А., Дорлигсурэн Л., Кононов А.А., Герасимов С.Н. Патент на изобретение Rus 2170665 11.10.1999. Вибрационной рабочий орган бетоноотделочной машины.

9. Мамаев Л.А., Грибовский С.К., Герасимов С.Н. Патент на изобретение Rus 2188757 09.07.2001 Дискотый рабочий орган заглаживающей машины с источником магнитного поля.

10. Мамаев Л.А., Долотов А.М., Герасимов С.Н., Гаак В.В. Патент на изобретение Rus 2220844 20.02.2011. Дискотый рабочий орган заглаживающей машины с вертикальным колебаниям.

УДК 693.547.3

## Массообмен в процессе термообработки бетона. Температурные напряжения и деформации бетона при его термо- обработке

Д.М. Шарифов

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** процесса массообменном в прогреваемом бетоне, температуры бетона в процессе его прогрева, деформации бетона при его термообработке.

*В данной статье процесса массообменном в прогреваемом бетоне включает как внутренний, так и внешний массообменной, иначе говоря, влагопотери в окружающую среду. В результате могут интенсифицироваться деструктивные процессы в прогреваемом бетоне – влажностная усадка, разрыхление структуры вследствие массообменное, а так же заметное замедление гидратации цемента при больших потерях влаги. Анализ характера течения бетонной смеси позволяет выявить условия образования дефектов на поверхности обрабатываемого материала.*

При исследовании масообмена используют весовой метод. Прогревают бетонные образцы, установленные на весах, и фиксировали изменение массы бетона через короткие промежутки времени. [1]

Под внутренним массообменном понимают перемещение внутри бетона воды и паровоздушной смеси. Оно происходит в результате воздействия различных факторов: температурных перепадов в бетоне, давления в поровом пространстве бетона, воздействия, изменяющегося во времени поверхностного натяжения в капиллярных менисках; под воздействием конструкционных и усадочных явлений, которые приводят к изменению объема капилляров и т.п. [2] Определяющими факторами являются термовлагопроводность, в результате неравномерного температурного поля в бетоне и давление в его поровом пространстве.

Результатом внутреннего массообмена является перемещение воды и паровоздушной смеси из одних зон бетона в другие. В связи с тем, что удельная масса паровоздушной смеси почти на три порядка меньше, чем воды. Очевидно, что результатом внутреннего массообмена является уменьшение показателей локальной влажности в одних зонах и увеличение в других.

Изучение изменений локальной влажности бетона осуществляется способом гаммо-скопии, т.е. направлением пучков гамма-лучей сквозь бетонный образец и фиксации интенсивности на выходе из бетона с помощью специального счетчика. [3-8], Второй способ – более простой и чаще используемый – кондуктометрический, т.е. путем измерения удельного электрического сопротивления бетона на различных участках электрического сопротивления бетона без добавления электролитов сильнее других факторов влияет удельное сопротивление водосодержание, т.е. количество воды в расчете на 1 м<sup>3</sup> бетона в момент измерения.

Приближенная зависимость влагопотерь от технологических факторов имеют следующий вид:

$$\Delta B_0 = 0,26 \cdot \rho \sqrt{\tau} - 0,068 \cdot \rho \cdot \tau + 11,4 \sqrt{\tau} + 0,58 \tau, \quad (1.1)$$

где  $\Delta B_0$  – относительные влагопотери бетона от % начального водосодержания;

$\rho$  - скорость подъема температуры бетона  $^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ ;

$\tau$  - время от начала подъема температуры, ч.

Погрешность расчетов по формуле (1.1), составляет от 1,8 до 3,2% от величины, полученных в экспериментах.

При любом способе тепловой обработки бетона в процессе его нагревания и выдерживания заданной температуры в обогреваемом изделии температурное поле характеризуется меньшей степенью неравномерности. [4-10] Многочисленные исследования и производственный опыт термообработки бетона показали, что неравномерность температурного поля в твердеющем бетоне приводят к улучшению его качественных показателей.

В специальной литературе имеются некоторые положения о зависимости влагопотерь от температурных градиентов в нагреваемом бетоне.

Увеличение температуры бетона в процессе его прогрева, как правило, приводит к возрастанию значений температурного градиента и энергии воды, тем самым и значительно облегчая этим путь к ее испарению.

А.И. Гныря [5-28] сложив свободные температурные и усадочные деформации бетона, предлагает определить суммарную их величину из выражения:

$$\varepsilon = \alpha(v - v_0) + \beta(\omega - \omega_0), \quad (1.2)$$

где  $V$  - температура в рассматриваемый момент,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$V_0$  - начальная температура,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\alpha$  - коэффициент линейного расширения,  $\text{J}/^{\circ}\text{C}$ ;

$\beta$  - коэффициент линейной усадки бетона,  $\frac{\text{мм}/\text{мм}}{\varepsilon/\varepsilon}$  ;

$\omega$  - влажность, т.е. содержание свободной воды в единице объема.

При воздействии ДРО бетонная смесь, разжижаясь, течет в двух направлениях (рис. 1.1). Общий расход разжиженного материала равен сумме расходов через сечение  $BB_1$  и  $AA_1$ . Обозначим их соответственно  $Q_B$  и  $Q_A$ .

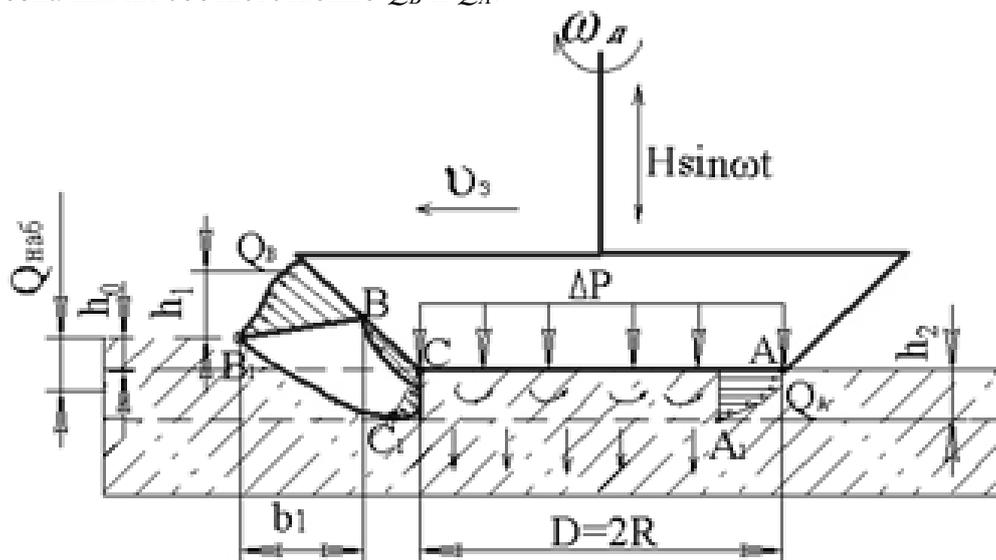


Рис.1.1. Расчетная схема дискового рабочего органа

На заглаживающий диск, при его поступательном движении набегают поток, характеризующийся размером  $h' = h_0 + h_2$ , где  $h_0$  - толщина слоя бетонной смеси снимаемого диском, м. Расход потока, очевидно, будет  $Q_{наб} = v_3 h'$ , где  $v_3$  - скорость поступательного движения ДРО. Ясно, что состояние поверхности заглаженного изделия будет зависеть от соот-

ношения этих трех расходов  $Q_B$  и  $Q_A$ . Расход  $Q_A$  характеризует по существу «пропускную способность» заглаживающего диска, и если эта способность соответствует в сумме с  $Q_B$  расходу набегающего потока, то, в соответствии с условием неразрывности потока дефекты на поверхности изделия возникать не будут. Они будут также отсутствовать и в случае  $Q_{наб} < Q_A + Q_B$ . Это условие будет лишь свидетельствовать о том, что «пропускная способность» заглаживающего диска больше расхода набегающего потока. В этом случае контакт заглаживающего диска с обрабатываемой средой в некоторой части слоя пристенного скольжения может быть периодическим. Если же  $Q_{наб} > Q_A + Q_B$ , то трещины на поверхности изделия появятся неизбежно. Необходимо заметить, что обрабатываемая бетонная смесь предполагается уплотненной и несжимаемой.

Таким образом, условие отсутствия макродефектов поверхности заглаживаемого изделия можно записать в виде:

$$Q_{наб} = Q_A + Q_B \quad (1.3)$$

Расход в сечении  $B$  (рис. 2.1) с некоторым приближением можно записать в виде:

$$Q_B = b_1 \cdot h_1 \cdot v_A \quad (1.4)$$

где:  $b_1$  - ширина волны бетонной смеси, находящейся перед заглаживающим диском;

$h_1$  - высота волны, м;  $R$  - радиус диска, м;  $v_D$  - окружная скорость диска, м/с.

В соответствии с законом течения бетонной смеси, выведенные для плоской щели, можно записать:

$$\eta = \frac{2}{3} \frac{\left( \Delta P + \frac{MA\omega^2}{S_1} \right) h_2^3}{Q_A} \quad (1.5)$$

где:  $\Delta P$  - давление ДРО на обрабатываемую поверхность, Па;  $h_2$  - толщина градиентного слоя, м;  $S_1$  - площадь заглаживающего диска, м<sup>2</sup>.

Вследствие испарения воды бетон подвержен влажностной усадке. В результате происходит сокращение размеров цементного камня, его стяжение. Возникающие при этом напряжения растяжения, если они превосходят прочность материала, вызывают появление в нем микротрещин, а при значительных влаготерях и макротрещин.

## Литература

1. Болотный А.В. Заглаживание бетонных поверхностей – Л.: Стройиздат. Ленинградское отделение.
2. Герасимов С. Н. Определение рациональных параметров и режимов работы вибрационного дискового рабочего органа для обработки бетонных поверхностей: Дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04 : Хабаровск, 2003 210 с.
3. Ганин В. П. Расчет нарастания прочности бетона при различных температурах выдерживания / В. П. Ганин // Бетон и железобетон. -1974.
4. Мамаев, Л.А. Вибропроцессы и вибромашины по обработке бетонных поверхностей / Л.А. Мамаев, А.Н. Зайцев, А.А. Кононов и др. // Проблемы механики современных машин: материалы междунар. конф. – Улан-Удэ: ВСГТУ.
5. Патент РФ № 2397067 Дисковая заглаживающая установка с прямолинейными горизонтальными колебаниями /Мамаев Л.А., Герасимов С.Н., Федоров В.С., Плеханов Г.Н., Мавлетбаев Р.Р.; Приоритет от 26.03.2009.
6. Герасимов С. Н. Диссертация на соискание ученой степени канд. тех. наук: Хабаровск, 2003. Определение рациональных параметров и режимов работы вибрационного дискового рабочего органа для обработки бетонных поверхностей:

7. Кашуба В.Б., Кононов А.А., Герасимов С.Н. Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО « Братский государственный университет». Братск, 2006. Экспериментальные исследования области обработки бетонных поверхностей.

8. Белокобыльский С.В., Мамаев Л.А., Герасимов С.Н., Федоров В.С., Фарзалиев Р.М., Системы. Методы. Технологии. 2011. Определение заглаживающей способности дискового рабочего органа с дополнительным круговым движением заглаживающего диска.

9. Герасимов С.Н., Фёдоров В.С., Начатой П.С., Фарзалиев Р.М., Абдурахмонов Р.В. Механики XXI века. 2008. Ручная вибрационная дисковая заглаживающая машина с магнитным активатором.

УДК 666.97.03

## **Рабочий орган бетоноотделочной машины с термическим воздействием**

**Д.М. Шарифов, Н.В. Вельш, В.С. Федоров, С.Н. Герасимов**

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** Дисковый рабочий орган, нагревательный элемент, СВЧ-излучение, шероховатость, прочность бетона.

*Машины с дисковыми рабочими органами производят заглаживание без применения термического воздействия. Отсутствие дисковых заглаживающих машин с нагревательными элементами определило направление исследований: изучение влияния термообработки на процессы, происходящие в обрабатываемой бетонной смеси.*

Производство железобетонных изделий для жилищного, промышленного, индивидуального и других видов строительства неотъемлемо связано с отделкой поверхности этих изделий. В связи с этим существует целый ряд требований [1], предъявляемых к поверхностям изделий, изготовленных из железобетона, которые впоследствии будут подвергаться окрашиванию, оклейке обоями, линолеумом и т.п. После изготовления железобетонных изделий трудоемкие штукатурные и другие отделочные работы по ним должны быть сведены к минимуму.

Для обработки бетонных поверхностей с целью получения требуемой шероховатости используются заглаживающие машины с рабочими органами в виде бруса, валика, диска, ленты или их комбинации. Область применения машин зависит от состава бетонных смесей, требуемого качества поверхности, производительности работ, а также технологии производства на данном предприятии.

Разработке конструкций и исследованию рабочих процессов вышеперечисленных рабочих органов посвящены труды А.В. Болотного, А.И. Батулова, Я. Райчыка, Фараха Аши Фараха, В.А. Тура, Во Куанг Зиема, Л.А. Мамаева, М.А. Лазарева, А.Г. Подопригоры, С.А. Рысс-Березарка, А.А. Кононова и др.

Дисковый рабочий орган заглаживающей машины является наиболее распространенным в различных областях строительства и имеет ряд преимуществ: ввиду большой заглаживающей способности обрабатывает поверхности изделий, отформованные из всех видов строительных материалов, до высокого класса шероховатости (4Ш -  $RP=0,3$  0,6 мм); имеет возможность обработки изделий сложной конфигурации в плане с выходом на поверхности закладных и монтажных деталей; имеет простую конструкцию и удобен в эксплуатации.

На рис. 1 представлен дисковый рабочий орган бетоноотделочной машины с СВЧ-излучателями [2].

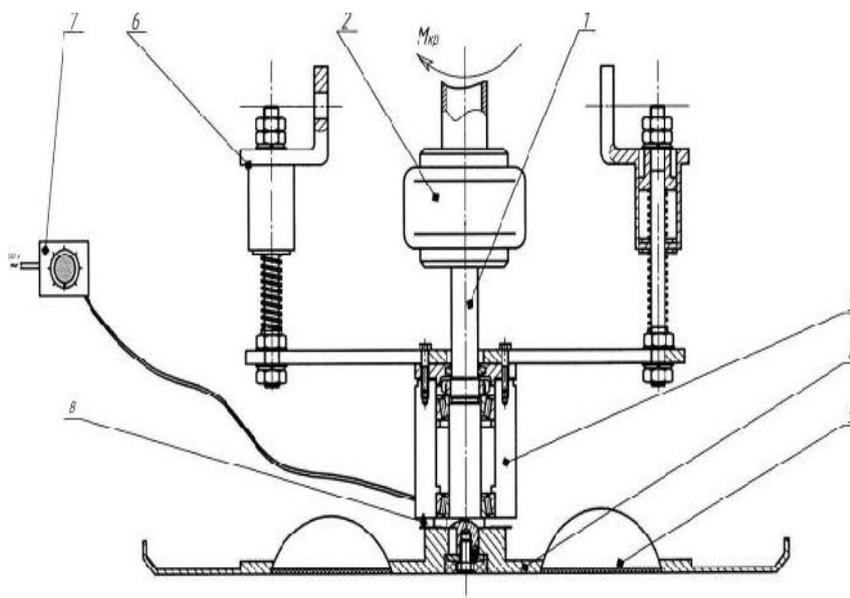


Рис.1.

Дисковый рабочий орган бетоноотделочной машины состоит из демпфера 6, который имеет возможность гасить вертикальные колебания корпуса 3, приводного вала 1, приводимого в движение электродвигателем. На приводном валу 1 расположена упругая муфта 2, которая, в свою очередь, закреплена к стакану 3, также на стакане 3 закреплены скользящие контакты 8, к скользящим контактам присоединено электропитание через реостат 7, заглаживающий диск 4 жестко закреплен к приводному валу 1 при помощи болтового соединения, заглаживающий диск 4 имеет углубления и вставки из тонкого слоя металла

Рабочий орган работает следующим образом: при включении электродвигателя через упругую муфту 2 передается вращение приводному валу 1, который жестко закреплен с заглаживающим диском 4, в углублениях расположены магнетроны, которые создают СВЧ-излучение, градиент которого регулируется с помощью реостата 7, активирующее обрабатываемое изделие. Нагрев основан на принципе так называемого «дипольного сдвига». Молекулярный дипольный сдвиг под действием электрического поля происходит в материалах, содержащих полярные молекулы. Энергия электромагнитных колебаний поля приводит к постоянному сдвигу молекул, выстраиванию их согласно силовым линиям поля, что и называется дипольным моментом. А так как поле переменное, то молекулы периодически меняют направление. Сдвигаясь, молекулы «раскачиваются», сталкиваются, ударяются друг о друга, передавая энергию соседним молекулам в этом материале. Так как температура прямо пропорциональна средней кинетической энергии движения атомов или молекул в материале, значит, такое перемешивание молекул по определению увеличивает температуру материала. Таким образом, дипольный сдвиг - это механизм преобразования энергии электромагнитного излучения в тепловую энергию материала.

Технический результат достигается тем, что дисковый рабочий орган бетоноотделочной машины, содержащий приводной вал, который имеет возможность передавать крутящий момент на заглаживающий диск, в углублениях заглаживающего диска расположены магнетроны, создающие СВЧ-излучение, электропитание на которые подается посредством скользящих контактов через реостат, с помощью которого имеется возможность регулировать градиент длины микроволн.

До недавнего времени специалисты считали, что тепловая обработка бетона в интервале температуры от 30 до 90 °С приводит к снижению прочности и ухудшению других качественных показателей.

За последние десятилетия взгляды специалистов на изменение химических, физико-химических физических процессов в твердеющем бетоне, связанных с воздействием повышенной температуры, сильно изменились [4,5]. В интервале температуры от 30 до 90°С в результате гидратации цемента образуются более высокоосновные гидросиликаты кальция,

чем при твердении бетона в естественных условиях. В остальном состав и структура новообразований не изменяются. При жестких температурных режимах тепловой обработки размеры гелевых зерен и кристаллогидратов цементного скелета возрастают. Это приводит к уменьшению числа контактов между частицами и снижению прочности цементного камня. Эти деструктивные явления можно предотвратить путем использования рациональных температурных режимов тепловой обработки. Из приведенного краткого описания видно, насколько сложны и взаимосвязаны явления, происходящие в поровом пространстве бетона в период подъема его температуры.

Массообмен в прогреваемом бетоне включает как внутренний, так и внешний массообмен [3], иначе говоря, влагопотери в окружающую среду. В результате могут интенсифицироваться деструктивные процессы в прогреваемом бетоне – влажностная усадка, разрыхление структуры вследствие массообмена, а так же заметное замедление гидратации цемента при больших потерях влаги. Под внутренним массообменом понимают перемещение внутри бетона воды и паровоздушной смеси.

По техническим признакам расширена классификация дисковых заглаживающих машин (рис. 2) к известной классификации бетоноотделочных машин и добавлен блок «с термическим воздействием».

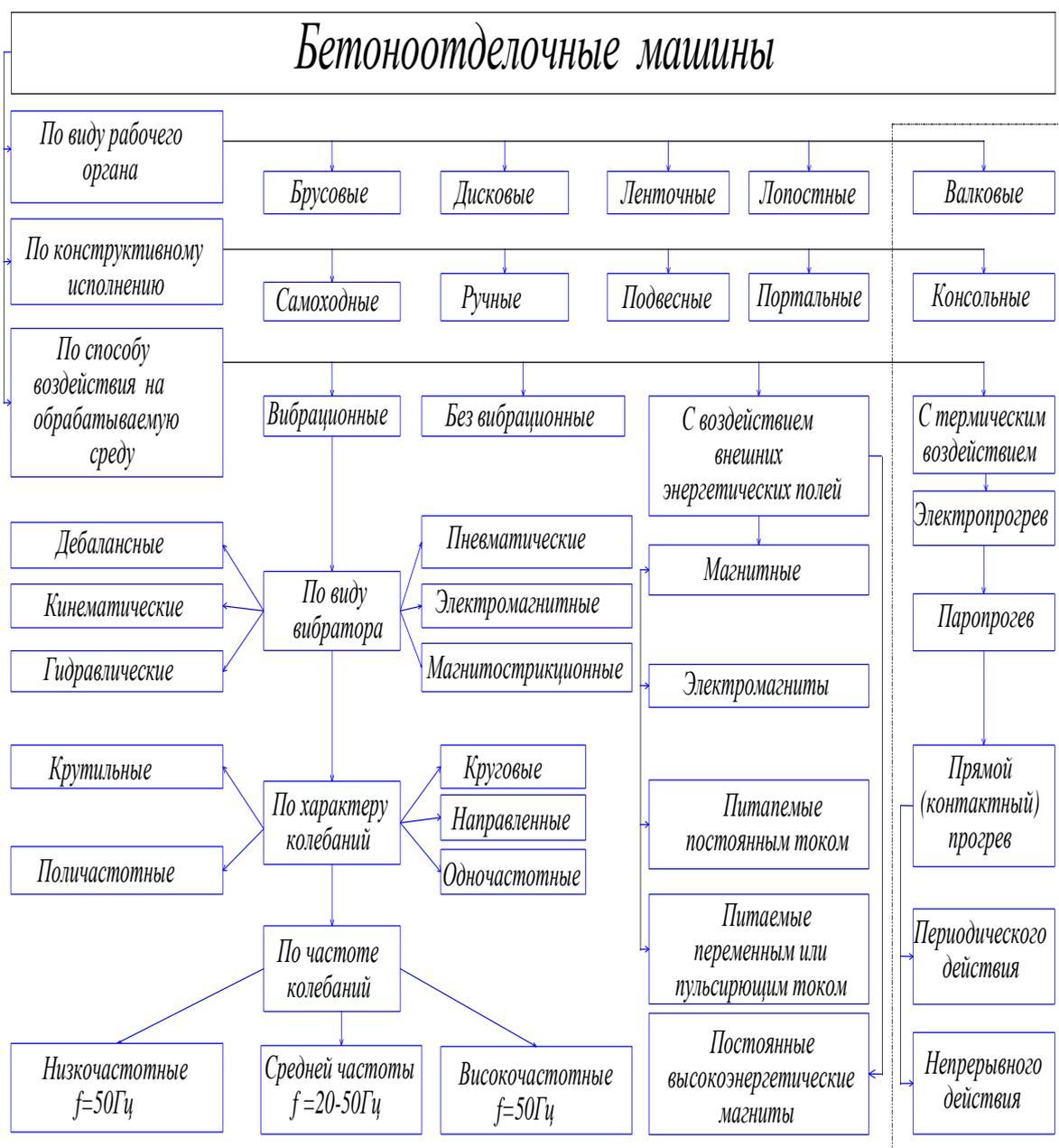


Рис.2. Классификация бетоноотделочных машин

## Литература

1. Мамаев Л.А., Герасимов С.Н., Федоров В.С. Фарзалиев Р.М. Требования, предъявляемые к поверхности бетонных изделий. Системы Методы Технологии. - 2013. - №3(19). – С.7-11.
2. Дисковый рабочий орган бетоноотделочной машины с изменяемым градиентом СВЧ излучения (патент) № 2537464 от 10.01.2015 Белокобыльский С.В., Мамаев Л.А., Герасимов С.Н., Федоров В.С., Вельш Н.В., Плеханов Г.Н.
3. Гнырь И.А. Внешний тепло- и массообмен при бетонировании с электроразогревом смеси. – Томск. Изд-во Томского университета, 1977. – 172с.
4. Титов М. М. Технология предварительного электроразогрева бетонной смеси с использованием современного оборудования / М. М. Титов / Известия высших учебных заведений: Строительство. - 2009. - № 3-4. - С. 56- 62.
5. Титов М. М. Совершенствование устройств предварительного электроразогрева бетонных смесей / М. М. Титов, А. И. Гныря, С. Кузнецов //Строительные и дорожные машины 2011- №2.- С. 22-25.

УДК 721.012-021.161

## Понятие «безбарьерной среды» для маломобильной группы населения

А.А. Попова, Н.А. Свергунова

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** маломобильная группа населения, безбарьерная среда, доступность.

*В данной статье рассматривается проблема доступности городской среды для людей с ограниченными возможностями. Приведена актуальная информация о статистических показателях инвалидности в России. Рассмотрено понятие «доступной» или «безбарьерной» среды. Доступность характеризует качественное содержание городской инфраструктуры. Интенсивный путь развития современных городов должен быть направлен на формирование доступной среды обитания. Решение проблемы доступности среды для маломобильной группы населения требует участия всей здоровой части населения страны. Правоотношения в области создания безбарьерной среды для маломобильных граждан регулируются Конституцией Российской Федерации, международными нормами и договорами, федеральными законами, нормативными правовыми актами Российской Федерации. Но самым главным в этой работе является нравственный кодекс каждого участника этого процесса.*

Одним из факторов, определяющих степень цивилизованности общества, является его отношение к людям, страдающим разного рода недугами.

На сегодняшний день накоплен большой и интересный материал о структуре города, о динамических процессах, происходящих в городах, но по-прежнему слабо актуализирована проблематика доступности городской среды для инвалидов и других категорий граждан с ограниченными возможностями.

По данным ЮНЕСКО число инвалидов на земле постоянно растет. Если в 1977 году на земле было 450 млн. инвалидов, то уже в 1983 году их стало 514 млн., в наши дни эта цифра более 600 млн. человек. Каждый девятый человек на земле - инвалид, каждый десятый ребенок рождается с физическими или психическими отклонениями [1].

По данным Федеральной службы государственной статистики на сегодняшний день в России насчитывается 12,8 млн. инвалидов, из них более 2 млн. - инвалиды-колясочники, 600

тысяч – дети [2]. Ежегодно более 300 тысяч человек становятся инвалидами, треть из них моложе 40 лет. Современные масштабы требуют решения проблемы инвалидов и в архитектурном плане, то есть создания такой городской среды, которая способствовала бы жизнедеятельности инвалидов.

Таблица 1

ОБЩАЯ ЧИСЛЕННОСТЬ ИНВАЛИДОВ ПО ГРУППАМ ИНВАЛИДНОСТИ<sup>1)</sup>  
(на 1 января года)

	2010г.	2011г.	2012г.	2013г.	2014г.	2015г. <sup>2)</sup>	2016г.
<b>Всего инвалидов, тыс. человек</b>	<b>13134</b>	<b>13209</b>	<b>13189</b>	<b>13082</b>	<b>12946</b>	<b>12924</b>	<b>12751</b>
в том числе:							
I группы	1920	1540	1515	1496	1451	1355	1283
II группы	7086	7306	7076	6833	6595	6472	6250
III группы	3609	3822	4038	4185	4320	4492	4601
дети-инвалиды	519	541	560	568	580	605	617
Общая численность инвалидов, приходящаяся на 1000 человек населения	92,0	92,5	92,2	91,3	90,1	88,4	87,0

- 1) В общую численность инвалидов включаются лица, состоящие на учете и получающие пенсию в системе Пенсионного фонда Российской Федерации, Министерстве обороны Российской Федерации, Министерстве внутренних дел Российской Федерации и Федеральной службе безопасности Российской Федерации, Федеральной службе исполнения наказаний Минюста России и Федеральной службе Российской Федерации по контролю за оборотом наркотиков. Расчет Росстата.
- 2) С 2015 г. с учетом численности инвалидов по Крымскому федеральному округу, представленной в 2015 г. по данным формы № 1-ЕДВ, в 2016 г. по данным формы № 94 (ПЕНСИИ).

Сегодня широко применяется термин «доступная» или «безбарьерная» среда и в разных источниках имеет различное толкование.

Безбарьерная среда – совокупность элементов окружающей среды, в которую могут свободно заходить, попадать и которую могут использовать люди с физическими, сенсорными или интеллектуальными нарушениями.

Первоначально это выражение использовалось для описания зданий и компонентов, которыми могли пользоваться люди, использующие инвалидную коляску. Однако впоследствии в определение были включены стандарты, которые подходили людям с другими видами инвалидности. В широком смысле, безбарьерный, или доступный дизайн – это дизайн, который создает наиболее легкие и безопасные условия для наибольшего числа людей и способствует их независимому образу жизни.

Доступность характеризует качественное содержание городской инфраструктуры. Интенсивный путь развития современных городов должен быть направлен на формирование доступной среды обитания. Речь идет о доступности в системе жизнедеятельности человека «жилье – среда – транспорт – объекты обслуживания и труда». Доступными как для здоровых, так и для всех категорий маломобильных граждан, должны стать объекты обслуживания в зонах застройки различного функционального назначения, зоны рекреации, а также места пользования транспортными коммуникациями, сооружениями, устройствами, пешеходными путями [3].

Среди причин, тормозящих формирование безбарьерной среды в городах и влияющих на развитие экономики, хотелось бы выделить основные:

- низкая градостроительная культура;
- несовершенство законодательства;

- пренебрежение к строительным нормативам и международным стандартам;
- отсутствие методики формирования доступной среды и оценки ее эффективности;
- отсутствие механизма реализации и ритмичности финансирования.

Немаловажной проблемой остается и общественное мнение. Необходимо приходить к пониманию, того, что доступность должна быть как можно более универсальной, а маломобильные группы населения должны иметь равные возможности доступа не только к объектам первостепенной надобности (поликлиника, отделы социального обеспечения, продовольственные магазины), но и другим объектам инфраструктуры (магазины, учебные заведения, торговые центры, гостиницы, стадионы, кафе и т.д.).

За рубежом к осознанию проблем создания безбарьерной среды пришли давно. В 80-х годах были проведены необходимые исследования, разработаны и утверждены нормы по проектированию среды жизнедеятельности для маломобильных групп населения, а также осуществлены практические мероприятия по адаптации ее элементов.

Понятие «универсальный дизайн» получило большое распространение и применение как в политических документах, так и в системах правил и в профессиональных директивах. Данное понятие играет положительную роль для понимания требования обширной функциональности в отношении всех членов общества в качестве одной из характеристик общества в целом, а также для обеспечения равенства и широкой доступности общества для людей с ограниченными возможностями.

История формирования безбарьерной среды за рубежом свидетельствует о том, что для ее обеспечения нужны, по меньшей мере, две вещи:

- разбудить общество и сформировать установки на понимание проблем инвалидности (в США этим занимались активисты от общественности из числа инвалидов и членов их семей);
- четкое исполнение требований доступности, обозначенных нормативными документами (успешный опыт западных стран показывает, что это достигается путем включения механизмов обеспечения заинтересованности и поощрения, контроля и формирования социальной ответственности у граждан).

В последнее время в нашей стране значительно расширилась нормативная и законодательная база документов в сфере проектирования и строительства среды, приспособленной для маломобильных групп населения.

Статья 17 Градостроительного кодекса Российской Федерации гласит: «Правительство Российской Федерации, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления и организации создают условия для беспрепятственного доступа инвалидов (в том числе инвалидов, использующих кресла-коляски и собак-проводников) к объектам социальной инфраструктуры (жилым, общественным и производственным зданиям, строениям и сооружениям, спортивным сооружениям, местам отдыха, культурно-зрелищным и другим учреждениям), а также для беспрепятственного пользования воздушным, железнодорожным, автомобильным, водным транспортом и всеми видами городского и пригородного пассажирского транспорта, средствами связи и информации.

Градостроительное планирование и застройка городских и сельских поселений, разработка проектной документации для строительства, реконструкции зданий, строений и сооружений и их комплексов, объектов инженерной и транспортной инфраструктур без учета обеспечения условий для беспрепятственного доступа инвалидов к объектам инженерной, транспортной и социальной инфраструктур и использования таких объектов инвалидами не допускаются» [4].

Решение проблемы доступности среды для маломобильной группы населения требует участия всей здоровой части населения страны. Правоотношения в области создания безбарьерной среды для маломобильных граждан регулируются Конституцией Российской Федерации, международными нормами и договорами, федеральными законами, нормативными правовыми актами Российской Федерации. Но самым главным в этой работе является нравственный кодекс каждого участника этого процесса.

## Литература

1. Организация объединенных наций [Электронный ресурс] // URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/prog1.shtml/](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/prog1.shtml/) (Дата обращения 27.02.2016)
2. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] // URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/disabilities/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/disabilities/) (Дата обращения 06.03.2016)
3. «СП 59.13330.2012. Свод правил. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001» (утв. Приказом Минрегиона России от 27.12.2011 N 605)
4. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 30.12.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2016)

УДК 69:504.05

## Международная практика «зеленого» строительства

Е.А. Видищева, Д.Д. Видищева, Ш.П. Шехов

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** «зеленое» строительство, «зеленые» стандарты, «зеленые» технологии, мировой опыт

*Показана история возникновения и развития «зеленого» строительства. Проанализированы основные положения «зеленых» стандартов. Приведен мировой опыт внедрения принципов «зеленого» строительства.*

Экологическое строительство («зеленое» строительство, «зеленая» стройка, green building) на сегодняшний день главный фактор на рынке строительных услуг в мировом пространстве.

Экологическое строительство предполагает три составляющих элемента:

первый - снизить до минимума вред от строительства (или намечаемой деятельности) на окружающую среду, природу (экологический);

второй – повысить до максимума заботу о здоровье человека путем создания комфортного микроклимата в здании (социальный);

третий – максимально эффективно использовать ресурсы при строительстве, а затем и в процессе эксплуатации зданий и сооружений (экономический).

Эти составляющие являются основой применяемых «зеленых» технологий - экотехнологий, к которым относят: например, не требующие отопительных систем пассивные дома; здания с возобновляемыми источниками энергии (солнечные батареи, ветряки, геотермальные источники); бионическая природная архитектура; строительная ботаника (выращивание стен домов из деревьев) и др. [1]

Понятие «зеленое строительство» и само «зеленое» строительство возникло в 70-е годы, когда из-за нефтяного кризиса цена на электроэнергию выросла в 4 раза, и стало ясно, что возрастающие потребности населения планеты не совмещаются с ограниченностью земных ресурсов – расходуем быстрее чем они возобновляются. Если первыми проектами экостроительства стали дома, построенные хиппи (дома из подручных материалов, первые солнечные батареи и пр.), а в 90-е в Европе стали строить экокварталы, то в 2000-е стали возникать более масштабные проекты – в Дубае и Китае стали возводить целые экогорода.

«Зеленое» строительство это целая система, в основу которой положены стандарты (нормы) проектирования, строительства и эксплуатации. Уровень развития такой системы

зависит от достижений науки и технологий, активности промышленности и производителей и от осознания обществом экологических принципов.

«Зеленые» стандарты становятся основным элементом обеспечения устойчивого развития территории, а объекты, построенные по соответствующим стандартам «зеленого» строительства имеют ряд несомненных преимуществ по сравнению с существующими объектами или объектами, возводимыми по действующим нормативам [2, 3].

В основу «зеленых» стандартов положена рейтинговая система, при помощи которой третья сторона может произвести оценку эффективности зданий и сооружений.

История создания экологических стандартов берет свое начало с 1990 г. когда Ведомство по исследованиям в строительстве Великобритании (BRE) запустило добровольный метод экологической оценки BREEM (BRE Environmental Assessment Method). Основная цель данного метода – объективная оценка экологических характеристик нового или существующего здания на территории Великобритании. Данный стандарт в течение последующих лет «нашел» единомышленников и был успешно внедрен в Канаде, Гонконге, Новой Зеландии и др. странах.

Далее в 1996 г. в странах Австрия, Канада, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Япония, Нидерланды, Норвегия, Польша, Швеция, Швейцария, Великобритания, США появилась программа «Вызов зеленого строительства» (Green Building Challenge), целью которой являлась разработка и тестирование метода измерения характеристик зданий с учетом экологических и энергетических показателей. Данная программа просуществовала до 2005 г. и явилась основой «Инструмента зеленого строительства» (GBTool), цель которого помочь в экологической оценке зданий и сооружений.

С течением времени на основе BREEM, GBTool и с учетом адаптационных факторов в других странах были созданы и другие системы оценки зданий и сооружений, как объектов «зеленого» строительства.

Сейчас сертификация становится все более и более популярным методом оценки объектов недвижимости. Экологические стандарты, становятся обязательными для многих типов зданий в разных странах мира. По данным на 2013 г. в мире существовало 32 национальных рейтинговых систем оценки устойчивости зданий и сооружений в 24 странах мира [3]. Сравнительный анализ известных международных и национальных стандартов свидетельствует о том, что они основаны либо на системе BREEAM, которая постоянно развивается и совершенствуется, либо на программе сертификации LEED.

Ниже приведены основные положения некоторых систем добровольной экологической сертификации.

В системе BREEAM (1990 г.) [4] показатели объединены в десять различных экологических категорий, по каждой из которых проект имеет возможность набирать рейтинг:

1. Менеджмент; 2. Здоровье и комфорт; 3. Энергия; 4. Транспорт; 5. Вода; 6. Материалы; 7. Отходы; 8. Использование земельного участка и экологические аспекты; 9. Загрязнение; 10. Инновации. Для получения сертификата необходимо выполнить несколько обязательных условий, которые зависят от рейтинга объекта.

Итоговый рейтинг определяет уровень сертификата в зависимости от величины процента от максимальной суммы баллов: выдающийся  $\geq 85$ ; замечательный  $\geq 70$ ; очень хороший  $\geq 55$ ; хороший  $\geq 45$ ; сертифицирован  $\geq 30$ ; не сертифицирован  $< 30$ .

Сертифицировано более 200 000 зданий, 90% из них расположено на территории Великобритании. Для использования за пределами Великобритании у BREEAM существует 2 стандарта сертификации: BREEAM Europe Commercial (для офисных, торговых и промышленных зданий) и BREEAM Bespoke (адаптивная система для всех прочих видов зданий).

Стандарт LEED (1998 г.) [4] (LEED certification - Leadership in Energy and Environmental Design) основан Американским советом по зеленому строительству (USGBC). Система LEED включает в себя шесть различных категорий, по каждой из которых проект имеет возможность набирать баллы:

1. Строительная площадка; 2. Эффективность потребления воды; 3. Потребление энергии и параметры атмосферы; 4. Потребление материалов и ресурсов; 5. Качество среды внутри помещений; 6. Инновации в проектировании.

Сумма баллов определяет уровень сертификата: certified 40-49 баллов; silver – 50-59; gold – 60-79; platinum – 80+.

С момента создания рейтинговой системы сертификата LEED были удостоены более 15 тысяч проектов в 30 странах мира.

«LEED» был адаптирован в Канаде («LEED Canada») и в Индии («LEED Canada»). Помимо «LEED» в Штатах действует такие стандарты как «Green Globes», «Model Green Homebuilding Guidelines», «Standard 189P».

Система DGNB (Deutsche Gesellschaft fuer nachhaltiges Bauen) (2008 г.) [4] разработана Немецким обществом по экологическому строительству и учитывает все важные аспекты устойчивого строительства. Все критерии стандарта разделены на шесть разделов:

1. Функциональное и социально-культурное качество; 2. Техническое качество; 3. Экономика; 4. Экология; 5. Расположение; 6. Управление процессом. Значимость каждой категории влияет на ее значение в суммарной оценке здания. Категории социально-культурное и функциональное, экологическое, экономическое качество «весят» по 22,5% каждая. Категория процесса имеет вес в 10%, а категория расположения в общую оценку не входит и рассматривается отдельно.

Высокая степень гибкости отличает эту систему сертификации. В ней всего 2 обязательных требования. При этом, система DGNB наиболее сложна и объемна. В результате сертификации можно получить сертификат одного из уровней: золото, серебро, бронза. отвечающую специфике своего рынка недвижимости и особенностям климата.

Система GREEN STAR (2004 г.), разработанная Австралийским советом по «зеленым зданиям» [5] в большей степени отвечает специфике внутреннего рынке недвижимости и особенностям климата. Основой послужили стандарты BREEAM и LEED. Система позволяет оценить объекты по критериям:

1. Экологического менеджмента; 2. Экономного использования электроэнергии и воды; 3. Качества внутреннего микроклимата; 4. Качества строительных материалов; 5. Рационального использования земли; 6. Оптимального выбора земельного участка; 7. Экологического менеджмента; 8. Объема выбросов парниковых газов в атмосферу; 9. Уровня транспортного загрязнения.

GREEN STAR уделяет большое внимание географическому положению объекта и в настоящее время используется для оценки офисных зданий. На его основе разрабатываются новые стандарты для общественных и жилых зданий, выставочных и торговых центров, медицинских и учебных учреждений.

Стандарт «PromiseE» (2003 г.) [5] достаточно широко распространен в Финляндии. Он применяется для оценки новых и давно существующих жилых, офисных и торговых зданий по следующим критериям:

1. Внутреннего климата, качества воздуха, освещения, влажности; 2. Эффективного использования электроэнергии, экономичного потребления воды, земли, строительных материалов; 3. Загрязнения атмосферы, утилизации отходов, уровня загрязнения сточных вод, биоразнообразия, транспортных загрязнений; 4. Экологического риска, связанного с проблемами выбора строительной площадки, строительных материалов, хладагентов.

Становление российской системы экологических стандартов в строительстве [6] началось с момента разработки рабочей группой при Минприроды России критериев системы добровольной экологической сертификации и принято решение о создании Некоммерческого партнерства «Центр экологической сертификации – Зеленые стандарты» (НП «Центр зеленых стандартов»). Основной целью деятельности НП «Центр зеленых стандартов» является поддержка, развитие и продвижение Системы добровольной сертификации объектов недвижимости – «Зеленые стандарты» (Система – «Зеленые стандарты»).

Система – «Зеленые стандарты» зарегистрирована 18 февраля 2010 года Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии – свидетельство о регистрации в

едином реестре зарегистрированных систем добровольной сертификации № РОСС RU.И630.04ААД0.

База Системы «Зеленые стандарты» сформирована в результате работы группы экспертов Минприроды России и состоит из следующих материалов: критериев системы добровольной экологической сертификации объектов недвижимости и временных методических указаний по экологической оценке объектов недвижимости.

Система предназначена для организации и проведения добровольной сертификации объектов недвижимости, таких как земельный участок, здание, сооружение, помещение, объект незавершенного строительства, определенных в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 4 июля 2007 года №221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости», обеспечивающей независимую и квалифицированную оценку их соответствия установленным в Системе требованиям.

Система – «Зеленые стандарты» была использована для разработки корпоративного стандарта ГК «Олимпстрой», а также стала инструментом для подтверждения соответствия олимпийских объектов его требованиям.

С 1 марта 2013 года введен в действие Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости».

Подводя итог, можно сказать, что во всем мире стремительными темпами развивается «зеленое» строительство. Экологические, экономические и социальные преимущества «зеленого» строительства несомненны, востребованы и вызывают интерес как у специалистов, так и у потребителей конечной продукции строительной отрасли.

### **Литература**

1. Сертификация по зеленым стандартам [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stroyka-eko.ru/sertifikaciya-po-zelyonym-standartam.html>, свободный. – (Дата обращения: 15.03.2016).
2. Бенуж, А.А., Анализ концепции зеленого строительства как механизма по обеспечению экологической безопасности строительной деятельности / А.А. Бенуж, М.А. Колчигин // Вестн. МГСУ. – 2012. - №12. – С.161-165.
3. Бенуж, А.А. Эколого-экономическая модель жизненного цикла здания на основе концепции «зеленого» строительства [Текст]: автореф. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук: 05.23.19 - экологическая безопасность строительства и городского хозяйства / Бенуж Андрей Александрович. - Москва, 2013. – 25 с.
4. EcoStandard group [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecostandardgroup.ru>, свободный. – (Дата обращения: 16.03.2016).
5. Зеленые стандарты становятся популярными во всем мире [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://terraplan.ru/arhiv/32-5-12-2007/299-206.html>, свободный. – (Дата обращения: 15.03.2016).
6. Экологически эффективное строительство. Зеленые стандарты в мире и России [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greenevolution.ru/analytics/zelenye-standarty-v-mire-i-rossii/> свободный. – (Дата обращения: 16.03.2016).

УДК 693.542.4

## **Обоснование состава комплексных добавок для сухих строительных смесей**

Д.А. Бородина

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** гранулированная добавка, сухая строительная смесь, промышленные отходы, эффективность.

*Показана технология получения трехкомпонентных добавок, с использованием отходов региональных предприятий. Подобран и оптимизирован состав трехкомпонентной добавки в бетоны и растворы. Производство добавок не требует больших капиталовложений и дорогостоящих материалов, поэтому организация такого производства экономически целесообразна. Получены воздухововлекающая добавка СНВ путем перемешивания тонкодисперсного минерального материала с вспенимым водным раствором добавки поверхностно-активного вещества и пластификатор, и ускоритель методом прессования. В результате исследований разработана трех компонентная добавка многоцелевого назначения.*

В современном строительстве требования, предъявляемые к строительным материалам, выросли настолько, что классический состав не в состоянии обеспечить требуемые свойства. Поэтому для направленного регулирования свойств вводятся модифицирующие добавки, позволяющие в широких пределах изменять технологические возможности и повышать строительно-технические характеристики, а также придавать новые свойства.

Еще 7-8 лет назад понятие сухих строительных смесей существовало скорее в теории, чем на практике. Сегодня же современное строительство невозможно представить без применения этой продукции, причем не только зарубежных, но и отечественных производителей. Сухие смеси выгодно отличаются от традиционных растворов и бетонов, обеспечивая высокую производительность, культуру и качество выполняемых строительных работ. Как результат, данный сегмент рынка развивается весьма динамично, вовлекая в свою орбиту все больше заинтересованных участников.

В состав модифицированных сухих смесей, наряду с минеральными вяжущими и наполнителями, входят различные химические добавки. Именно благодаря модификации сухих смесей появились современные строительные технологии, в частности тонкослойная: тонкие штукатурки, самонивелирующиеся стяжки для полов, клеевые составы для кладки и облицовочных работ, гидроизоляция и др.

Цель работы: получить сухую строительную смесь с многофункциональной добавкой содержащей пластификатор, воздухововлекающую добавку и регулятор схватывания и твердения, позволяющей управлять процессом отверждения материала в естественных условиях.

Для осуществления поставленных целей используются следующие сырьевые материалы: на основе анализа технико-экономических характеристик в качестве вяжущего выбран ангарский портландцемент; заполнителя – кварцевый песок карьера №1 г. Братска; тонкодисперсного заполнителя – микрокремнезем; воздухововлекающей добавки – СНВ, пластификатора СЗ, ускорителя схватывания и твердения - карбонат лития.

Основной задачей данных исследований – установить содержание и пропорции компонентов многофункциональной добавки в сухой строительной смеси.

При выполнении работы применен метод математического планирования эксперимента, позволяющий оптимизировать рецептуру изготовления сухих строительных смесей.

Исследования проводились на цементно-песчаных растворах 1:4. Полученная комплексная добавка вводилась в сухом виде и с водой затворения в различных дозировках.

Был составлен математический план, предусматривающий варьирование трех факторов на трёх уровнях, для проведения первого эксперимента (добавка вводилась с водой затворения) и второго эксперимента (добавка вводилась в сухом виде).

В качестве варьируемых факторов выбраны: количество С-3 в % от массы цемента, количество СНВ в % от массы цемента, В/Ц.

В качестве функций отклика рассмотрены диаметр расплыва, плотность смеси и прочность после твердения в нормальных условиях в возрасте 1,3,7,28 суток.

По полученным данным построены соответствующие графические зависимости.

На рисунках 1,2 отображена зависимость факторов влияющих на плотность растворной смеси, можно сделать следующий вывод: наименьшая плотность раствора наблюдается при

дозировке воздухововлекающей добавки СНВ=0,3%;0,375% рост содержания добавки приводит к пропорциональному снижению плотности раствора, это свидетельствует о равномерном распределении вовлеченного воздуха.

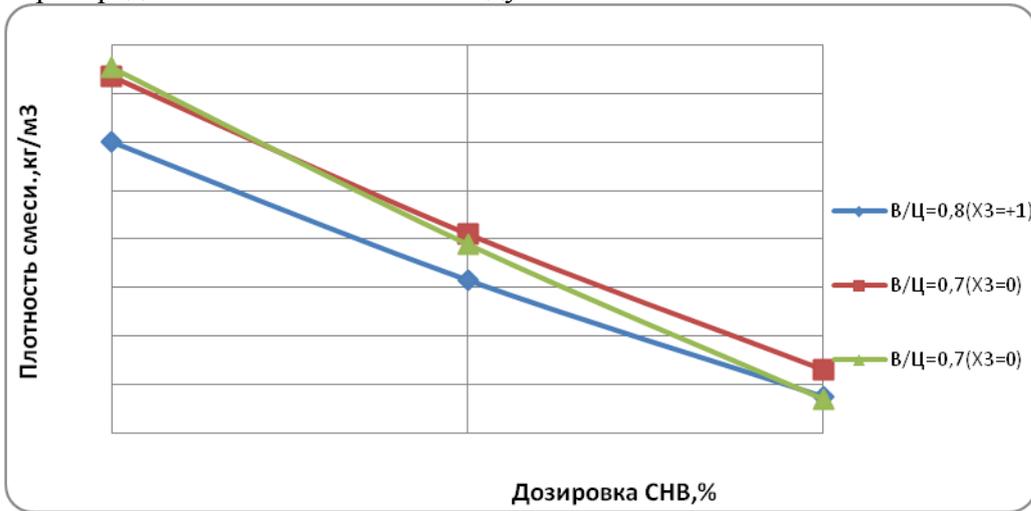


Рис.1. Зависимость плотности от расхода СНВ при дозировке С3=1%(X1=0)

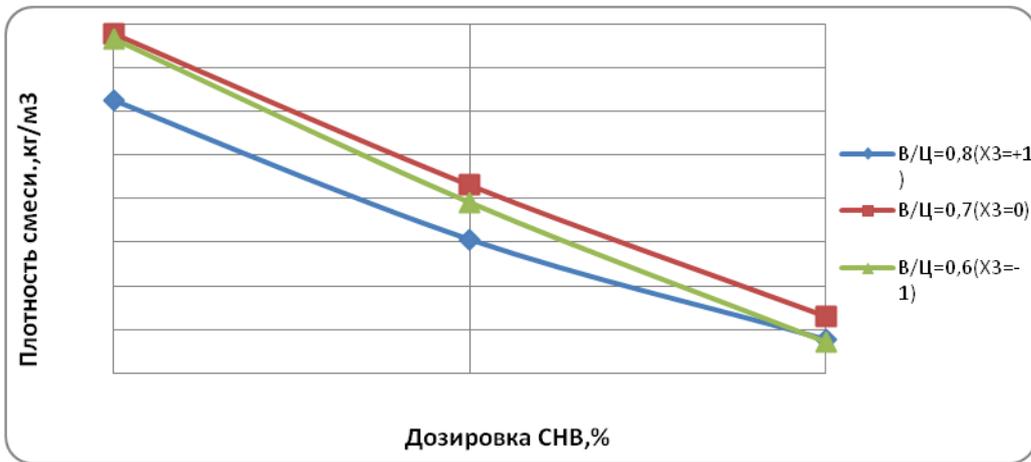


Рис. 2. Зависимость плотности от расхода СНВ при дозировке С3=1,25%(X1=0)

На рисунках 3,4 отображена зависимость факторов влияющих на удобоукладываемость растворной смеси, можно сделать следующий вывод: наибольший распыл смеси наблюдается при дозировке СНВ 0,3;0,375%. Пластифицирующий эффект при введении комплекса С3 и СНВ выше, чем при введении одного пластификатора С3.

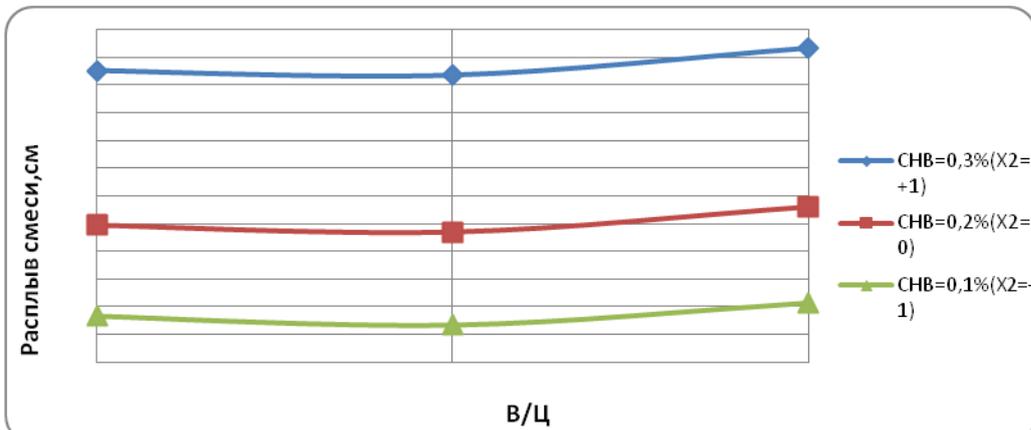


Рис.3. Зависимость удобоукладываемости от В/Ц при дозировке С3=1%(X1=0)

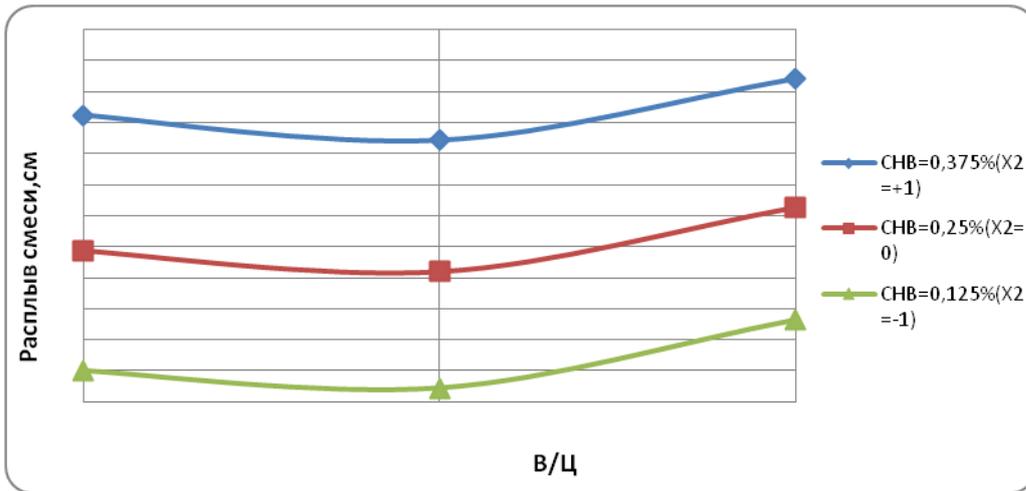


Рис.4. Зависимость удобоукладываемости от В/Ц при дозировке  $C_3=1,25\%(X_1=0)$

На рисунках 5,6,7,8 отображена зависимость факторов влияющих на прочность при сжатии в возрасте 1 и 3 суток, наибольшее значение прочности при сжатии достигается при дозировке СНВ 0,1 и 0,125%, при увеличении дозировке СНВ прочность снижается.

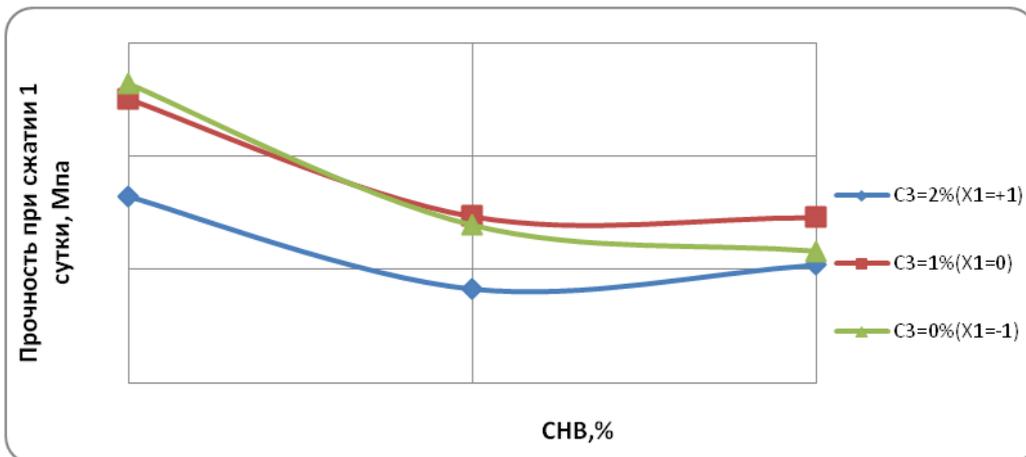


Рис.5. Зависимость прочности при сжатии в возрасте 1 сутки от дозировки СНВ при  $V/C=0,6(X_3=-1)$

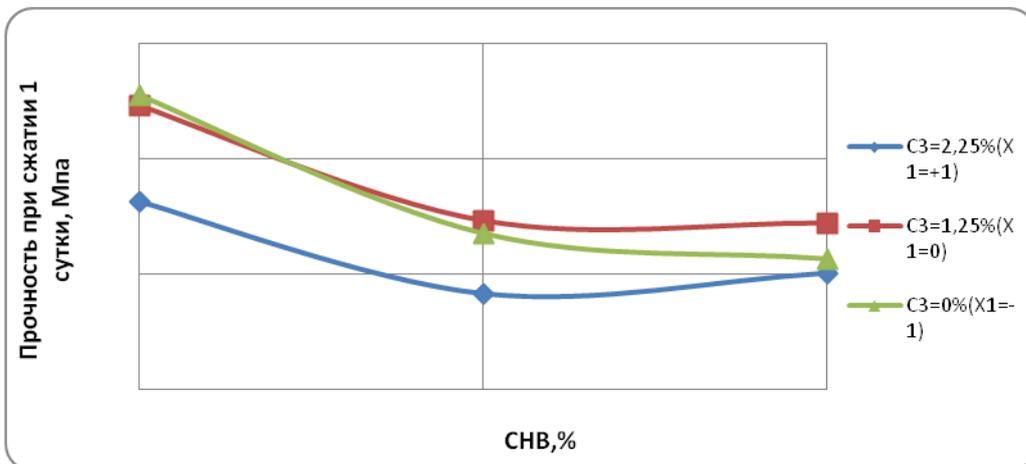


Рис.6. Зависимость прочности при сжатии в возрасте 1 сутки от дозировки СНВ при  $V/C=0,6(X_3=-1)$

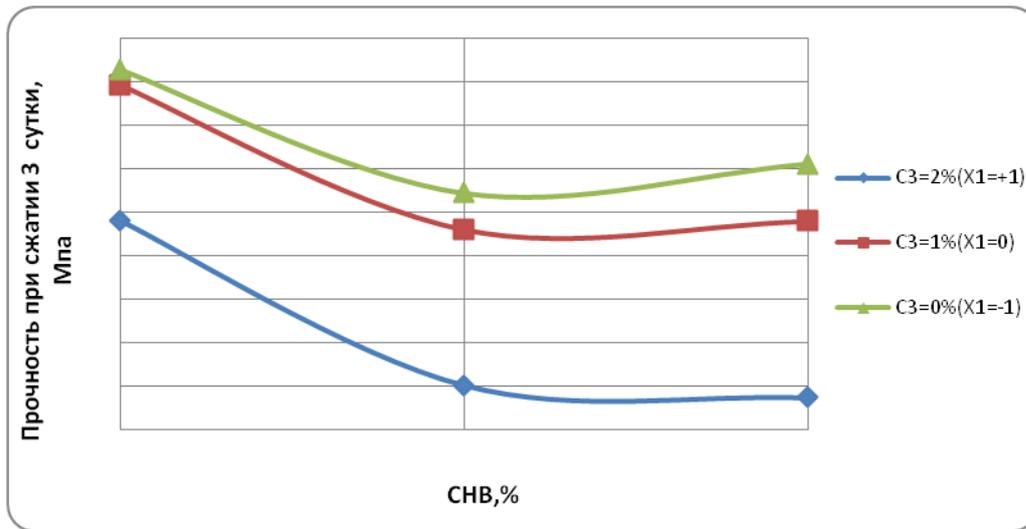


Рис.7. Зависимость прочности при сжатии в возрасте 3 суток от дозировки СНВ при В/Ц=0,6(X3=-1)

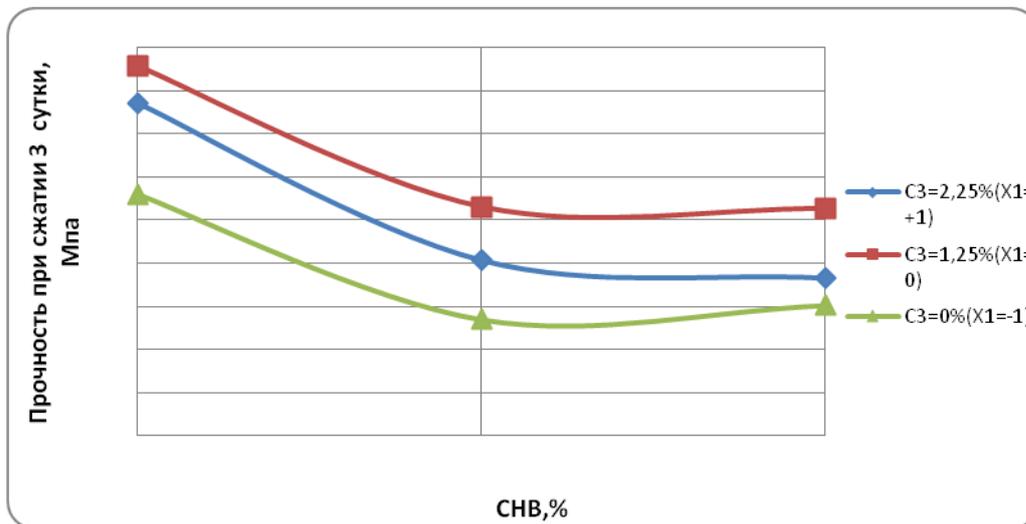


Рис.8. Зависимость прочности при сжатии в возрасте 3 суток от дозировки СНВ при В/Ц=0,6(X3=-1)

Анализ полученных математических моделей показывает, что при введении добавки в сухом виде эффективность добавки снижается, требуется увеличение дозировки добавки в сухом виде на 25 % от массы цемента.

Установлены оптимальные дозировки гранулированных добавок в сухие строительные смеси воздухововлекающей ЛТО 2,25% от массы цемента, пластификатора С3 2,5% от массы цемента, ускорителя схватывания и твердения карбоната лития 5% от массы цемента.

В Европе и Западной части России существует ряд конкурирующих фирм, продукция которых завозится в Сибирь. На транспортировку тратятся большие деньги, поэтому покупатели заинтересованы в сокращении затрат и работающем производстве в своем регионе. Выпуск товарной продукции в виде разрабатываемой сухой строительной смеси с многофункциональной добавкой решает задачу импорта замещения, создает новые рабочие места, в том числе для малого бизнеса.

## Литература

1. Галанцева Д.А., Гнедова О.Л. Особенности технологии производства ПАВ в сухие строительные смеси // Энергия молодых строительному комплексу: м-лы Всерос. науч. – техн. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых. Братск: БрГУ. 2014.
2. Белых С.А., Фадеева А.М., Мясникова А.Ю., Попова В.Г. Способ приготовления микрогранул комплексной добавки в цементные композиты: пат. 2283292 Рос. Федерация; № заявки 2005110416/03, опубл. 10.09.2006, Бюл. №25.
3. Кудяков А.И., Белых С.А., Даминова А.М. Сухие смеси растворные цементные с микрогранулированной воздухововлекающей добавкой // Строительные материалы. 2010. №1. С.52-53.
4. Кудяков А.И., Белых С.А., Даминова А.М. Управление структурой и морозостойкостью растворов из сухих монтажных смесей с гранулированной воздухововлекающей добавкой // Строительство. 2010. № 10. С.30-36.
5. Белых С.А., Чикичѳв А.А. Цементный строительный раствор для штукатурок с добавкой из полимерного остатка // Труды Братского государственного университета. Естественные и инженерные науки. 2012. Т. 2. С. 155-160.

УДК 721.012-021.161

## Доступность социально-культурных объектов для маломобильной группы населения

А.А. Попова, Н.А. Свергунова

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** маломобильная группа населения, доступность городской среды; социально-культурные объекты.

*В статье рассматриваются меры по созданию в городе доступной для маломобильной группы населения среды обитания. Приведены требования по доступности зданий, объектов инфраструктуры для маломобильных групп населения. Представлены наиболее уязвимые при взаимодействии с городской средой жизнедеятельности три основные группы инвалидов.*

Среди причин, снижающих социальную активность и конкурентоспособность инвалидов на рынке труда – барьеры среды, трудности с передвижением, транспортировкой к месту работы, недоступность или неудобство различных объектов социальной инфраструктуры, отсутствие или плохое качество необходимых им технических приспособлений. Жизненные траты инвалидов выше, чем расходы у не инвалидов, в связи с чем им трудно нести дополнительные расходы, связанные с профессиональной подготовкой.

В связи с этим требуется разработка мер по созданию в городах доступной для инвалидов среды обитания, с привлечением на местах представителей строительных организаций, ЖКХ, архитекторов и представителей организаций инвалидов, органов муниципального управления [1].

Вопросы комплексного благоустройства должны решаться на всех стадиях градостроительного и архитектурно-строительного проектирования и реализоваться в полном соответствии с разработанными проектами. Основные идеи комплексного благоустройства определяются проектами детальной планировки жилых территорий, а конкретные решения, объемы, стоимости в проектах за стройки отдельных жилых комплексов. Однако в период эксплуатации зданий, сооружений и комплексов и особенно при реконструкции и модернизации от дельных зданий и сооружений наблюдается нарушение действующих нормативов и стандартов, затрагивающих вопросы благоустройства, что, несомненно, влечет за собой ухудше-

ние качества среды проживания населения. Кроме того, значительная часть жилищного фонда городов и благоустройство придомовых территорий морально устарели и не отвечают сегодняшним социально бытовым потребностям населения и современным санитарно-гигиеническим и экологическим требованиям и нормативам доступности.

В соответствии с приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 27 декабря 2011 года № 605 с 01 января 2013 года введена в действие новая редакция свода правил «СНиП 35-01-2001 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения».

Указанный свод правил разработан в соответствии с принципами Конвенции ООН о правах инвалидов и устанавливает требования по доступности зданий, сооружений и объектов инфраструктуры для маломобильных групп населения.

В соответствии с требованиями данного документа вход на участок следует оборудовать доступными для маломобильных групп населения элементами информации об объекте. На всём протяжении пешеходного пути имеющиеся перепады, выполненные в виде лестниц, должны быть продублированы пандусами. Лестницы и пандусы ограждаются перилами. Опасные для инвалида участки следует огораживать бортовым камнем высотой не менее 5 см.

В местах пересечения пешеходных путей с проезжей частью улиц и дорог высота бортового камня тротуара не должна превышать 4 см. Съезды с тротуаров должны иметь уклон не более 1:10. Толщина швов между бетонными плитами - не более 1,5 см.

Максимальная высота одного подъема (марша) пандуса не должна превышать 0,8 м при уклоне не более 8%.

В случае невозможности оборудования пандуса должна быть установлена кнопка вызова, которая располагается на высоте от 0,85 до 1 м от уровня земли и на расстоянии не менее 0,4 м от выступающих частей (например, первой ступеньки лестницы). Кнопку вызова следует выполнить в антивандальном исполнении (утопить в стене и т.д.), защитить от осадков. Кроме того, предусмотреть возможность подъезда на коляске к кнопке вызова, обозначив пиктограммой «Инвалид».

В здании должен быть как минимум один вход доступный для маломобильных групп населения, который должен быть обозначен знаком доступности. Дверь должна открываться в сторону, противоположную от пандуса; ширина дверного проема должна быть не менее 90 см.

Двери в здании и помещения на путях движения не должны иметь порогов, а при необходимости их устройства, высота порога не должна превышать 2,5 см.

Визуальная информация для инвалидов по зрению должна быть выполнена крупным (высота прописных букв не менее 7,5 см) рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля. Звуковая информация для инвалидов по слуху должна быть продублирована на светодинамических табло или других средствах вывода оперативной информации.

Поручни лестниц должны быть непрерывны по всей длине; завершающие части поручня должны быть длиннее марша или наклонной части пандуса на 30 см, высота поручней — 90 см; на верхней или боковой внешней по отношению к маршу, поверхности поручней перил должны предусматриваться рельефные обозначения этажей.

Размеры цифр должны быть, не менее: ширина — 0,01 м, высота — 0,015 м, высота рельефа цифр — не менее 0,002 м.

Для предупреждения инвалидов по зрению о начале лестничного марша необходимо выделить контрастным цветом (желтым или белым) нижнюю и верхнюю ступени. Ступени должны быть глухие, ровные, с нескользящей поверхностью, одинаковой геометрии.

Вдоль обеих сторон всех лестниц устанавливаются ограждения с поручнями на высоте 0,9 и 0,7 м. Для детей дошкольного возраста поручни устанавливаются на высоте 0,5 м.

Статьей 15 Федерального закона от 24 ноября 1995 года № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов Российской Федерации» установлено, что на каждой стоянке (остановке) автотранспортных средств, в том числе около предприятий торговли, сферы услуг, медицин-

ских, спортивных и культурно-зрелищных учреждений, выделяется не менее 10 процентов мест (но не менее одного места) для парковки специальных автотранспортных средств инвалидов, которые не должны занимать иные транспортные средства. Местами для парковки специальных автотранспортных средств инвалиды пользуются бесплатно.

Принимая во внимание положения действующих строительных норм и правил Российской Федерации, к местам парковочных мест для инвалидов должен быть обеспечен беспрепятственный доступ, исключающий высокие бордюры, узкие проходы (проезды); ширина зоны для парковки автомобиля инвалида должна быть не менее 3,5 м.; парковочное место выделяется разметкой (желтого цвета) и обозначается специальными символами (пиктограмма «Инвалид»); съезд (пандус схода) инвалида на коляске с тротуара на парковку должен быть оборудован путем понижения бордюра; стоянка, оборудованная для инвалидов, должна быть обозначена специальным дорожным знаком [2].

По состоянию на 01.07.2013 на территории города Братска проживает 21 633 инвалида (из них детей-инвалидов – 1 100 человек), что составляет около 9% от общей численности жителей города Братска [3].

Наиболее уязвимыми при взаимодействии с городской средой жизнедеятельности являются три основные группы (категории) инвалидов:

1) с поражениями опорно-двигательного аппарата, использующие при передвижении вспомогательные средства (инвалиды-колясочники) – 1 213 человек, в том числе 124 ребенка;

2) с дефектами органов зрения (слепые и слабовидящие) – 650 человек, в том числе 108 детей;

3) с дефектами органов слуха (глухие и слабослышащие) – 487 человек, в том числе 57 детей.

В г. Братске количество приоритетных муниципальных объектов образования, культуры, физической культуры и спорта, оснащенных техническими средствами адаптации для инвалидов и других маломобильных групп населения составляет 1 ед.; количество жилых помещений, входы которых оборудованы пандусами для беспрепятственного доступа инвалидов – 1 ед.; количество единиц транспорта общего пользования, приспособленного для перевозки инвалидов и других маломобильных групп населения - 10 ед.

В целях обеспечения инвалидов и других маломобильных групп населения (лиц преклонного возраста, временно нетрудоспособных, беременных, людей с детскими колясками, детей дошкольного возраста) равными с другими гражданами Российской Федерации возможностями, необходимо реализовать мероприятия, направленные на обеспечение беспрепятственного доступа инвалидов и других маломобильных групп населения к объектам социальной инфраструктуры, городскому общественному транспорту, средствам связи и информации.

## **Литература**

1. Сафронов К.Э. Безбарьерная городская среда [Электронный ресурс] // URL: <http://libed.ru/metodicheskie-posobie/478841-1-safronov-bezbarernaya-gorodskaya-sreda-uchebnoe-posobie-2-e-izdanie-omsk-2011-federalnoe-gosudarstvennoe-byudzh.php> (Дата обращения 27.04.2016).

2. Создание доступной среды для маломобильной группы населения [Электронный ресурс] // URL: [http://xn--e1agggcjq9b.xn--80aaaac8algcbgck3fl0q.xn--p1ai/Socialnaya\\_sfera/otdel\\_po\\_socialnoy\\_politike/sozдание\\_dostupnoy\\_sredy\\_dlya\\_malomobilnyh\\_grupp\\_naseleniya.html](http://xn--e1agggcjq9b.xn--80aaaac8algcbgck3fl0q.xn--p1ai/Socialnaya_sfera/otdel_po_socialnoy_politike/sozдание_dostupnoy_sredy_dlya_malomobilnyh_grupp_naseleniya.html) (Дата обращения 27.04.2016).

3. Муниципальная программа города Братска "Социальная поддержка населения" на 2014-2018 годы [Электронный ресурс] // URL: <http://www.bratsk-city.ru/now/programms/mp/perechen/> (Дата обращения 27.04.2016).

УДК 624.01

## Определение начала прогрессирующего разрушения многоэтажного панельного здания

К.Ф. Кожевникова, М.А. Лисеенко

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** запроектные воздействия, прогрессирующее разрушение, дискретно-континуальная модель

*Обрушения жилых зданий в результате взрывов газа и терактов в городах России указывают на актуальность проблемы предотвращения прогрессирующего обрушения зданий при локальных разрушениях одного или нескольких несущих элементов. В работе рассмотрен пример запроектного воздействия на несущую систему панельного многоэтажного здания и проанализированы результаты данного воздействия на несущую способность элементов.*

Конструктивной основой многоэтажного здания служит пространственная несущая система из стержневых и панельных железобетонных элементов, взаимосвязанных между собой в порядке, обеспечивающем прочность, устойчивость и долговечность системы в целом, а также ее отдельных элементов. Вертикальные несущие элементы объединены в единую пространственную систему с помощью горизонтальных несущих конструкций-перекрытий зданий. Пространственная работа системы проявляется в том, что при загрузке одного из ее элементов в работу включаются и другие элементы.

В последнее время существенно увеличилось число аварий, приводящих к разрушению строительных систем. Часть из этих разрушений связана с воздействиями, которые не предусмотрены условиями нормальной эксплуатации конструкций, или так называемыми запроектными воздействиями [1, 2]. Повышение живучести строительных объектов обычно связано с весьма существенными материальными затратами. Одним из путей снижения этих затрат является оптимальное проектирование несущих систем, в котором бы принимались во внимание как нормативные, так и запроектные воздействия.

Обеспечение общей устойчивости конструкций здания, которые не попали под разрушающее воздействие, напрямую зависит как от прочности уцелевших элементов, так и от прочности их связей между собой и их связей с неповрежденными стенами-является актуальной проблемой при защите зданий от прогрессирующего обрушения. Решение этой проблемы требует разработки математических моделей, учитывающих пространственное перераспределение усилий в несущей системе от разрешенных и ослабленных элементов. [3,4].

Наибольшее распространение для расчета несущих систем многоэтажных зданий получили дискретно-континуальные модели, в которых сохраняется заданное дискретное расположение вертикальных элементов несущей системы, а сосредоточенные связи заменяются континуальными, т.е. непрерывно распределенными по высоте здания. Данная модель расчета наиболее полно учитывает все значимые параметры для описания пространственной работы сложных несущих систем.

В данном исследовании для работы был взят крупнопанельный 9-этажный жилой дом 125-й серии. Несущими конструкциями в рассматриваемом доме являются внутренние железобетонные панели толщиной 160мм из бетона класса В25. Наружные стеновые панели имеют толщину 400 мм и являются самонесущими. Расчетная схема состоит из 12 поперечных столбов и 18 продольных, соединенных между собой связями, представляющими собой надпроемные и подпроемные перемычки и сварные стыки конструкций.

Для моделирования ситуации запроектного воздействия на несущую систему многоэтажного здания из его расчетной схемы (рис. 1.) был удален несущий элемент (столб №27)

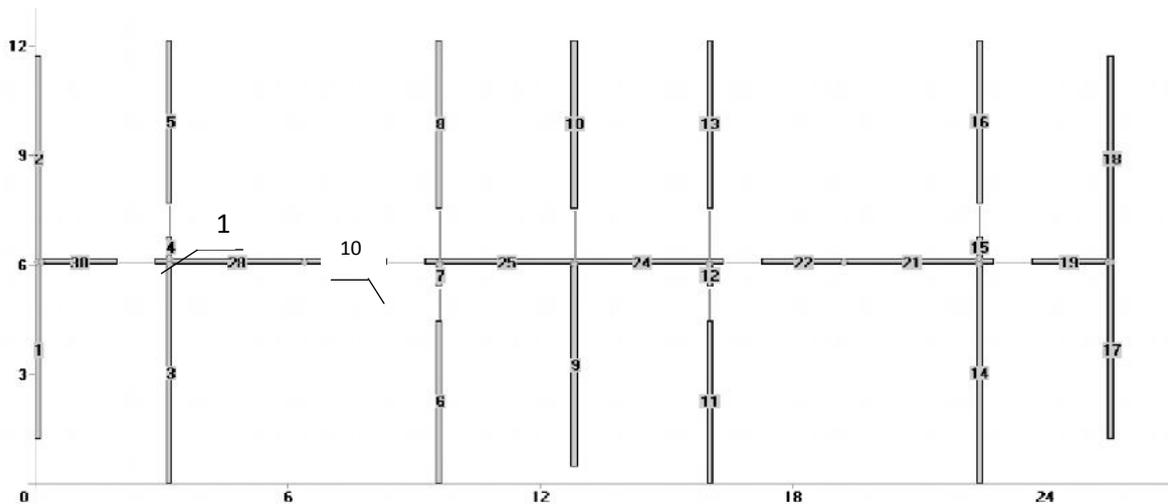


Рис. 1. Расчетная схема здания 125 серии

В результате удаления поперечного столба №27 вся нагрузка, приходящаяся на него, была равно распределена на соседние столбы №28 и №26. В этих столбах как мы это видим по приведенным ниже эпюрам, с изменением расчетной схемы здания и увеличением нагрузки значительно возросли нормальные усилия в столбах и перерезывающие усилия в связях сдвига.

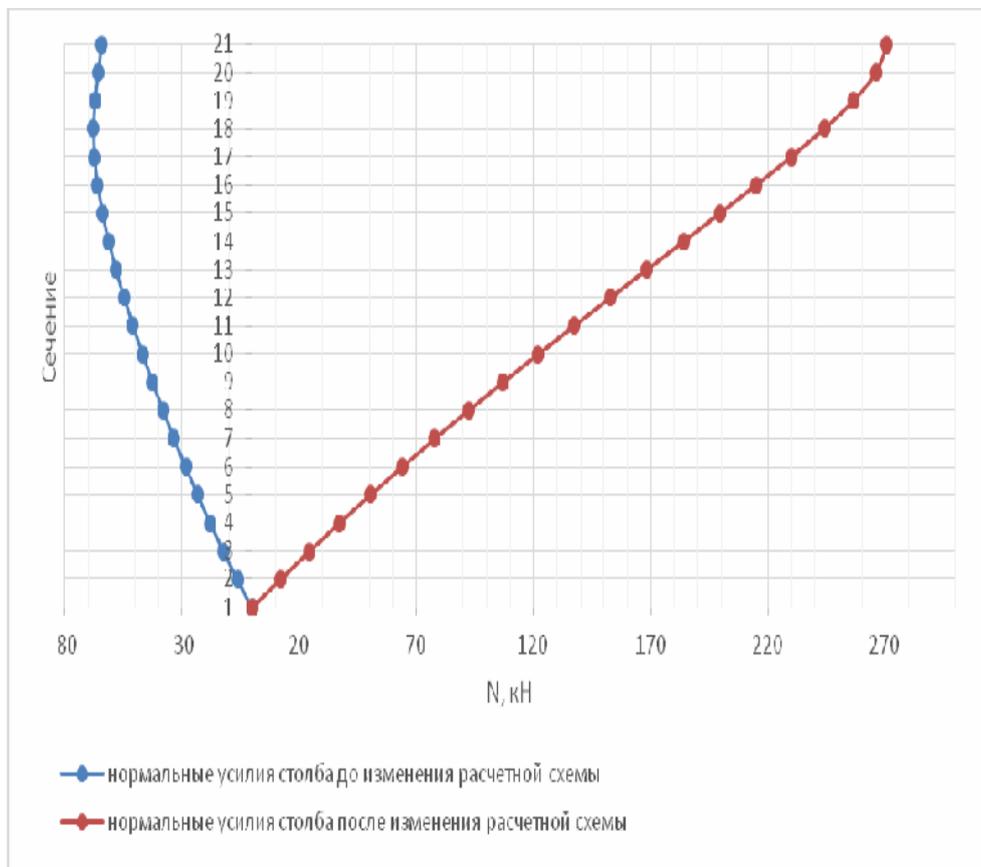


Рис.2. Эпюра усилий  $N$  для столба №28

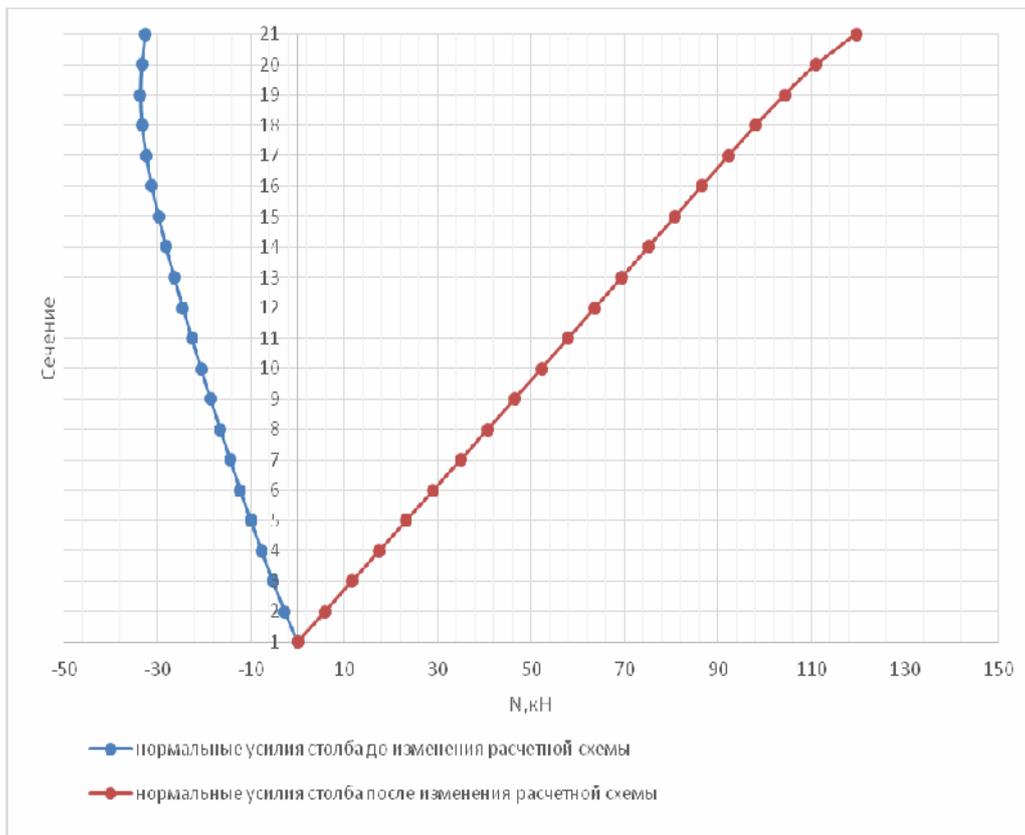


Рис.3. Эпюра усилий N для столба №26

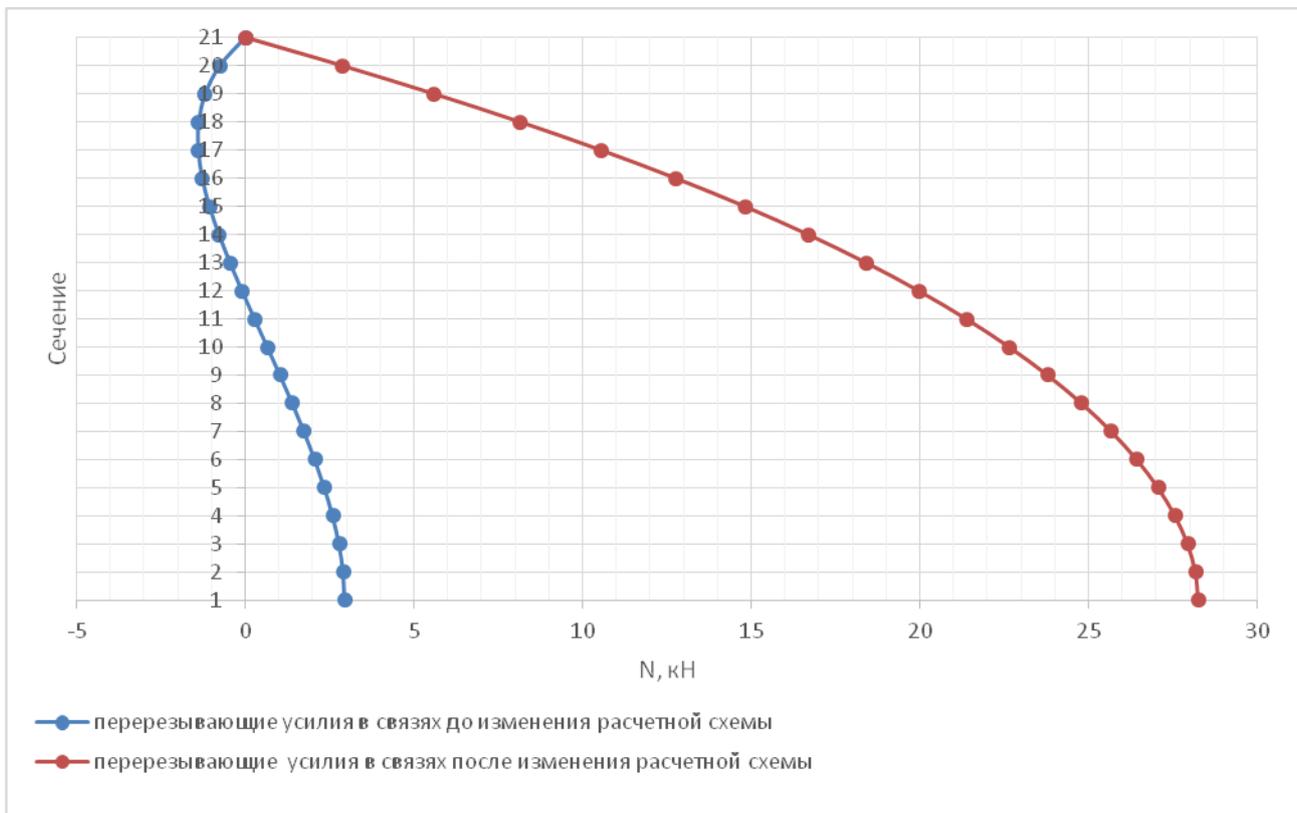


Рис. 4. Эпюра усилий Q для связи №1

Результаты машинных экспериментов показали, что изменение расчетной схемы здания влияет на усилия, возникающие в элементах сложной пространственной модели здания. В 3 столбах, что составляет 10% от общего объема заметно увеличение усилий, а в 27 стол-

бах (90 %) их снижение. Снижение, а также увеличение усилий в столбах несущей системы происходило неодинаково и колебалось от 12,3 до 76,2%, определяясь жесткостью примыкающих к столбу связей сдвига и геометрией несущей системы.

Также изменились перерезывающие усилия связи сдвига между столбами. Между столбами №4 и №5 (связь №1) перерезывающие усилия  $Q$  увеличились в 10 раз, это говорит о том, что при последовательном удалении поперечных столбов из расчетной схемы многоэтажного панельного дома, в связях соединяемых несущие элементы конструкции, происходят такие изменения, которые приводят к прогрессирующим обрушениям.

Для столбов №24, №26, №28 с новыми увеличенными усилиями, полученными в результате изменения расчетной схемы и перераспределения усилий, была проверена несущая способность [5] как для внецентренно сжатых элементов прямоугольного сечения.

Исследование показало, что есть опасность разрушения столбов. Изъятие поперечного столба из расчетной схемы приводит к значительному перераспределению усилий на соседние несущие элементы. Эти усилия приводят к разрушению элементов по первой группе предельных состояний и нагрузки, приходящиеся на данные элементы, вновь перераспределяются на соседние с ними несущие элементы и приводят к их разрушению. Это явление можно назвать началом прогрессирующего разрушения, которое приводит к обрушению всего здания. Для того, чтобы не допустить этого эффекта, необходимо на стадии проектирования здания принимать во внимание как нормативные, так и запроектные воздействия.

### **Литература:**

1. Колчунов, В.И Основные направления развития конструктивных решений и обеспечение безопасности жилища / Колчунов В.И. // Промышленно и гражданское строительство. 2007. №10. С. 12-15.
2. Тамразян, А.Г. Рекомендации к разработке требований к живучести зданий и сооружений /А.Г. Тамразян// Вестник МГСУ. 2011.Т.1.№2. С.77-83.
3. Дроздов, П.Ф. Конструирование и расчет несущих систем многоэтажных зданий и их элементов / П.Ф. Дроздов. – 2-е изд., перераб. И доп. – М., Стройиздат, 197 - 223с.
4. Люблинский, В.А. Совместная работа ядер жесткости и каркасно-панельной обстройки в несущих системах многоэтажных зданий: дис. канд. техн. наук: 05.23.01: защищена 19.02.83: утв. 22.03.83 / Люблинский Валерий Аркадьевич.-М.: 1982-203с.
5. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения: свод правил: утв. Министерством регионального развития Российской Федерации, приказ №635/8: дата введ. 29.12.2011.-М.: ГУП НИИЖБ Госстроя России, 2012-161с.

УДК 624.01

## **Влияние модуля упругости на податливость связей сдвига с учетом времени и перераспределение усилий в несущих системах многоэтажных зданий**

**М.А. Лисеенко, К.Ф. Кожевникова**

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** прочность бетона, модуль упругости, несущая система зданий, податливость связей сдвига.

*В соответствии с действующими на данный момент нормативными документами расчет конструкций производится по 2 группам предельных состояний: по прочности и по эксплуатационной пригодности.*

*Нормы проектирования практически не учитывают фактор времени и срок службы в расчетах несущих конструкций, варьируются лишь нормативные и расчетные нагрузки, но не принимается во внимание изменение свойств материалов. Однако с течением времени железобетонные конструкции изменяют свои жесткостные характеристики, в частности снижаются прочность и модуль упругости бетона.*

Автором работы [1] предложена зависимость прочности бетона от времени:

$$R(t) = R(1 - 0.04 \lg t), \quad (1)$$

где  $t$  – время, сутки;

В работе [2] на основании экспериментальных исследований предложена формула для определения модуля упругости бетона:

$$E = \frac{1000000}{1.7 + \frac{300}{R}} \quad (2)$$

где  $t$  – время, сутки;

$R$  – прочность бетона, кг/см<sup>2</sup>.

Наиболее распространенными для исследования несущих систем многоэтажных зданий являются дискретно континуальные модели, в которых сохраняется заданное дискретное расположение вертикальных элементов несущей системы, а сосредоточенные связи заменяются континуальными, т.е. непрерывно распределенными по высоте здания.

Исследование несущих систем с использованием дискретно-континуальной модели сводится к решению дифференциальных уравнений, в которых перерезывающие силы являются неизвестными. После определения основных неизвестных вычисляются изгибающие моменты в столбах, углы поворота и линейные перемещения во всех уровнях.

Для примера рассмотрим дом крупнопанельный 9-этажный жилой дом 125-й серии (рис.1). Несущими конструкциями в рассматриваемом доме являются внутренние железобетонные панели толщиной 160мм из бетона класса В25. Наружные стеновые панели имеют толщину 400 мм и являются самонесущими. Расчетная схема состоит из 12 поперечных столбов и 18 продольных, соединенных между собой связями, представляющими собой перемычки (связи 1-11) и сварные стыки (связи 12-29).

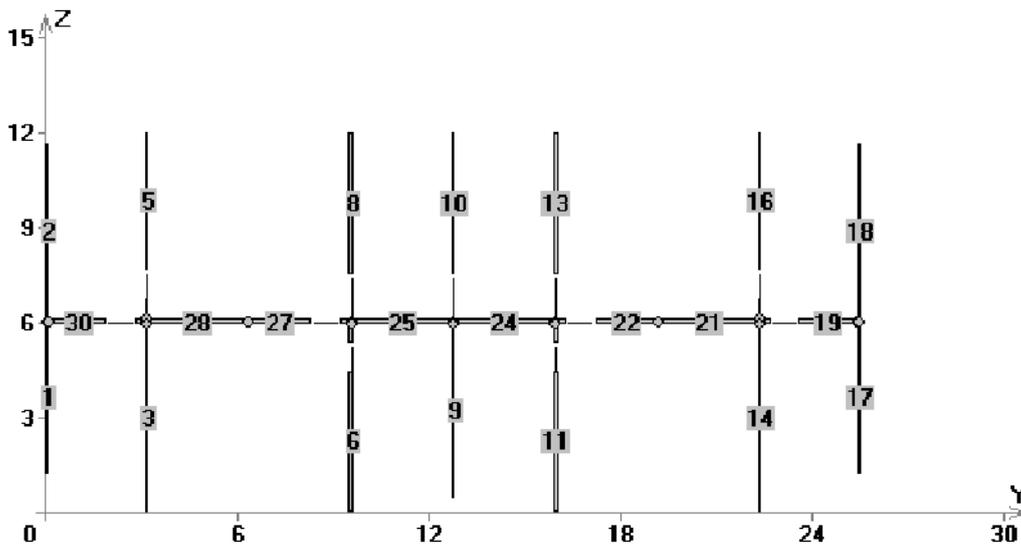


Рис.1. Расчетная схема здания 125 серии

Произведя расчеты прочности и модуля упругости для 10,25 и 50 лет по зависимостям (1) и (2), полученные результаты подставляем в представленную в (3), для определения податливости связей перемычки:

$$S = \frac{h_{эм} * l^3}{12 * J * 0.85 * E_b * b} * \gamma, \quad (3)$$

где  $h_{эм}$  – высота типового этажа,  $h_{эм}=2.8$  м;  $l$ - длина перемычки,  $l=0.9$ ;  $J$ -момент инерции перемычки;  $E_b$ -модуль упругости перемычки,  $E_b=27*10^6$  кН/м<sup>2</sup>;  $b$ -расстояние между центрами тяжести соединяемых связью столбов;  $\gamma$  - коэффициент влияния сдвига перемычек.

По результатам четырех проведенных исследований были построены графики нормальных усилий  $N$  (рис. 2), изгибающих моментов  $M$  (рис. 3) и прогибов (рис. 4).

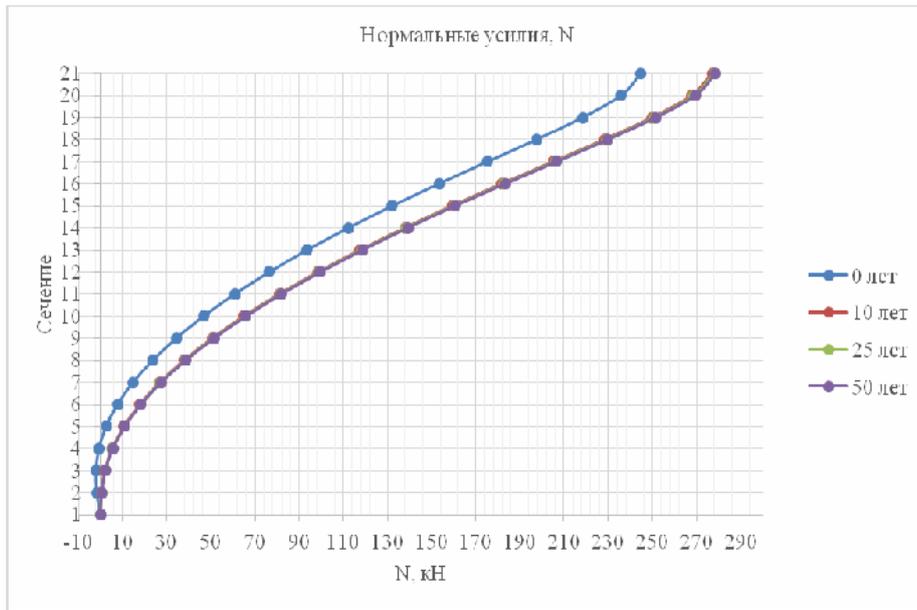


Рис. 2.

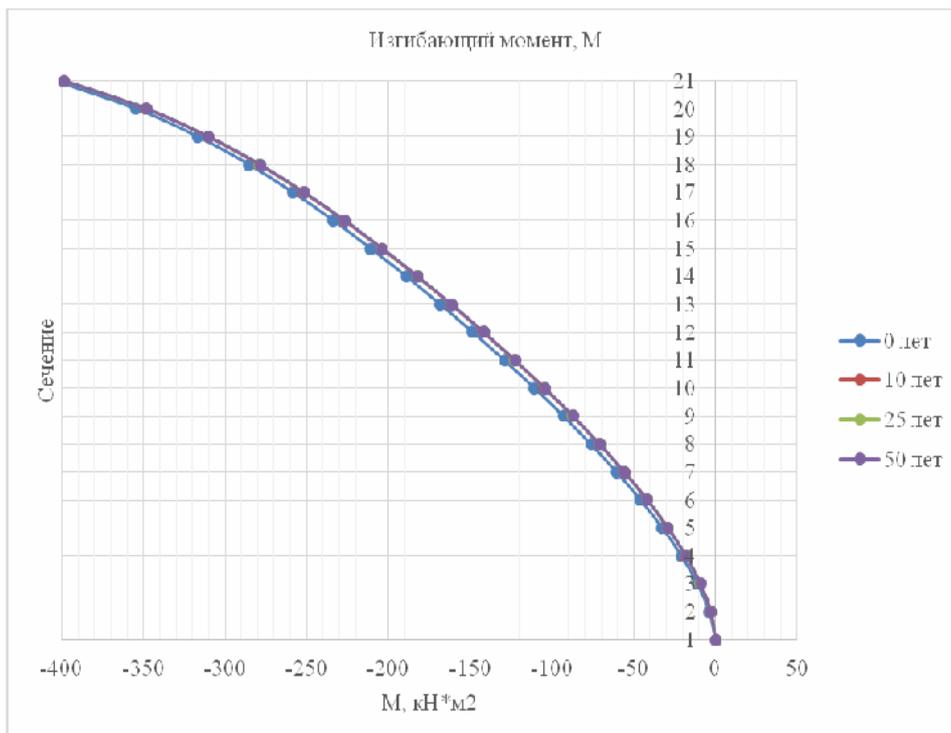


Рис. 3

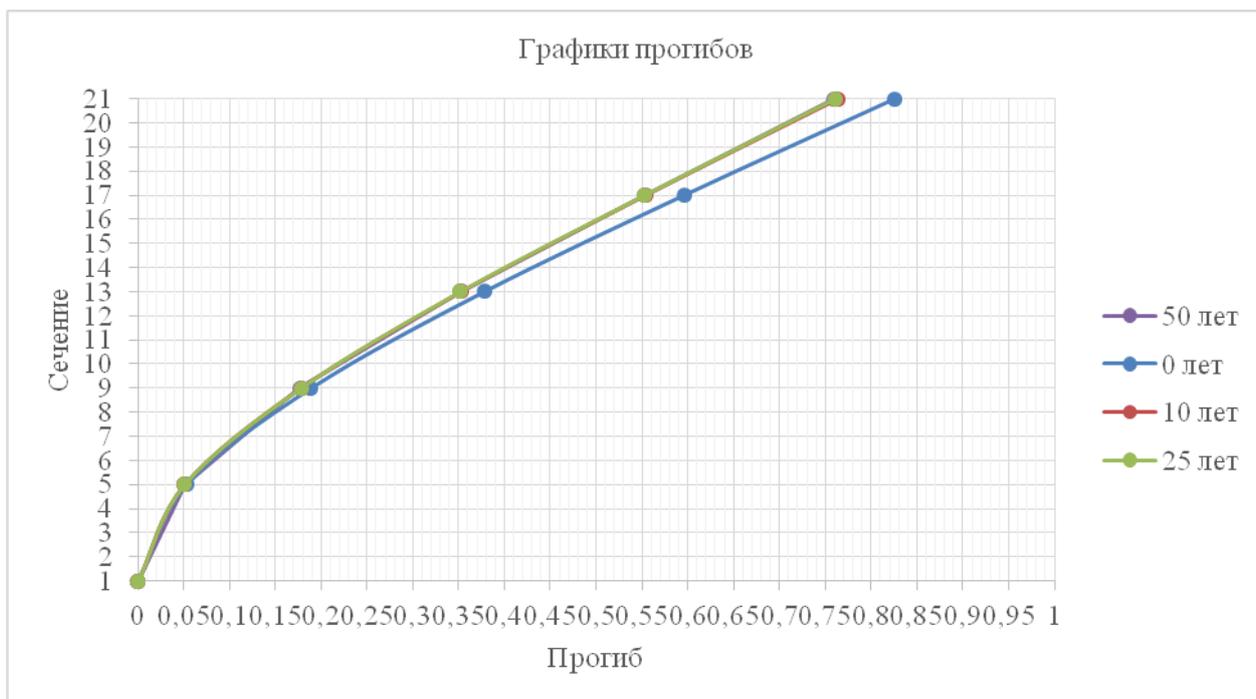


Рис. 4

С течением времени происходят изменения значений податливости. Это приводит к существенному изменению внутренних усилий  $N$ ,  $M$ ,  $Q$ . Разница в усилиях достигает 15%.

На рисунках видно, что значительные изменения происходят лишь в первые 10 лет. Используя эту методику, рекомендуется определять пригодность к эксплуатации зданий в заданные промежутки времени. Проектирование и техническую экспертизу несущих систем многоэтажных зданий необходимо производить с учетом фактора времени.

#### Литература:

1. Безгодов И.М. О длительной прочности бетона // Бетон и железобетон. – 1996. – №4. – с. 23-25.
2. Залигер Рудольф. Железобетон, его расчет и проектирование. Перевод с нем. под ред. П.Я. Каменцева. Изд. 4-е, стереотипное. М-Л: госуд. изд-во, 1929. – 672с.
3. Люблинский В.А. Информационные системы в строительстве: Учебное пособие/В.А. Люблинский. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2005.–28с.
4. Люблинский, В.А. Программный комплекс «Анализ напряженно-деформированного состояния элементов многоэтажного здания (АВЕС V 1.0.0.1)»: Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2004612219 / В.А. Люблинский, Е.М. Веприкова, А.А. Астанин. – М.: РосПАТЕНТ, 2004.

УДК 69:504.05

### Особенности адаптации требований «зеленых» стандартов к существующим объектам жилой недвижимости

Д.Д. Видищева, Ш.П. Шехов

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** жилой фонд, классификация жилых зданий по годам постройки, «зеленые» стандарты, энергоэффективность зданий, адаптация существующих объектов недвижимости.

*Показана классификация жилого фонда по годам постройки. Приведены основные принципы адаптации существующих жилых зданий к требованиям «зеленых» стандартов*

Одним из важнейших направлений социально-экономических преобразований в стране является реформирование и развитие жилищной сферы.

Элемент жилищной сферы – жилое здание – самый массовый объект в структуре малых и больших городов. Жилые здания в России составляют около трети от общего числа зданий.

Общество, соответствующее своей эпохе, определило ряд принципов, используемых как в процессе проектирования, так и в процессе эксплуатации жилых зданий. Эти принципы отражают: социально-экономическое состояние определенного промежутка времени; передовые идеи науки и инженерные возможности промышленности; эстетические потребности общества [1].

Жилой фонд классифицируется по различным признакам. Наиболее часто архитекторы, проектировщики и строители обращаются к классификации жилого фонда по годам постройки:

1. Здания постройки XIX века

В начале XIX века город формировался из малоэтажных домов индивидуальной застройки и внутриквартальных особнячков, флигелей.

Для середины XIX века характерны нежилые и приспособленные под жилье здания различного назначения.

В конце XIX века стали появляться казармы, общежития, гостиницы, приспособленные под постоянное жилье.

Особое распространение подобные здания получили в исторически сложившихся городах России.

2. Здания постройки начала XX века

Преимущественно возводятся малоэтажные многоквартирные доходные дома, приспособленные под постоянное жилье. Жилье этого типа соответствовало техническим и экономическим возможностям того времени.

3. Здания построенные, в период с 1920-1941 гг.

На смену малоэтажному строительству приходит многоэтажное. Ведутся работы по разработке типовых серий, возводятся здания массового строительства и здания с улучшенной планировкой. Сложная социально-экономическая ситуация того времени наложила отпечаток и на жилые здания: отсутствие лифта, минимальные санитарные удобства, упрощение фасадов зданий и др.

Конец 30-х годов и начало 40-х гг. развернуло строительство жилых зданий на новое направление: стали строиться многоэтажные секционные кирпичные дома с лифтами, изменилось отношение к внешнему облику зданий, увеличились жилые площади. Хотя и преобладало коммунальное расселение, считается, что 1940 г. начало строительства по типовым проектам.

4. Здания, построенные в период с 1945 по 1954 гг.

Указанные годы – восстановительный период для жилищного строительства. Наряду с возведением жилых домов для советской элиты, интенсивно возводиться экономичное малоэтажное жилье.

5. Здания, построенные в период с 1955 по 1965 гг.

В этот период появился результат первого этапа типового полносборного домостроения. Формируются элементы улучшения качества жилой среды - в зданиях предусмотрены малокомнатные квартиры; кухни площадью до 6 м<sup>2</sup>, совмещенный санузел. Высота помещений уменьшена до 2,5 м. Чтобы не оборудовать лифт и мусоропровод, этажность зданий ограничена пятью этажами.

6. Здания, построенные в период с 1965 по 1985 гг.

В этот период начинают появляться здания, которые имеют улучшенную планировку квартир (увеличены подсобные помещения, отдельный санитарный узел, расширенная при-

хожая, встроенные шкафы, лоджии и др.). В многоэтажных домах – лифты и мусоропровод. Идет совершенствование требований к комфортности проживания.

7. Здания, построенные в период с 1986 г. и позже.

Достаточно активно ведется строительство (несмотря на спад в 90-е годы) жилых зданий с улучшенными планировочными решениями (увеличение количества типов квартир, жилых площадей, расширение доли подсобных помещений и пр.), удовлетворяется потребность населения в культурно-социальных объектах, меняются требования и критерии, предъявляемые к жилищу.

В конце XX в. - начале XXI в. цели повышения качества жилья стали связывать с внедрением принципов ресурсосбережения, уделяя особое внимание экологизации градостроительных и архитектурных решений.

По данным Федеральной службы государственной статистики [2] ввод жилья в эксплуатацию в Иркутской области, как и в других областях РФ отражает социально-экономическое развитие общества в целом (рис.1, 2).

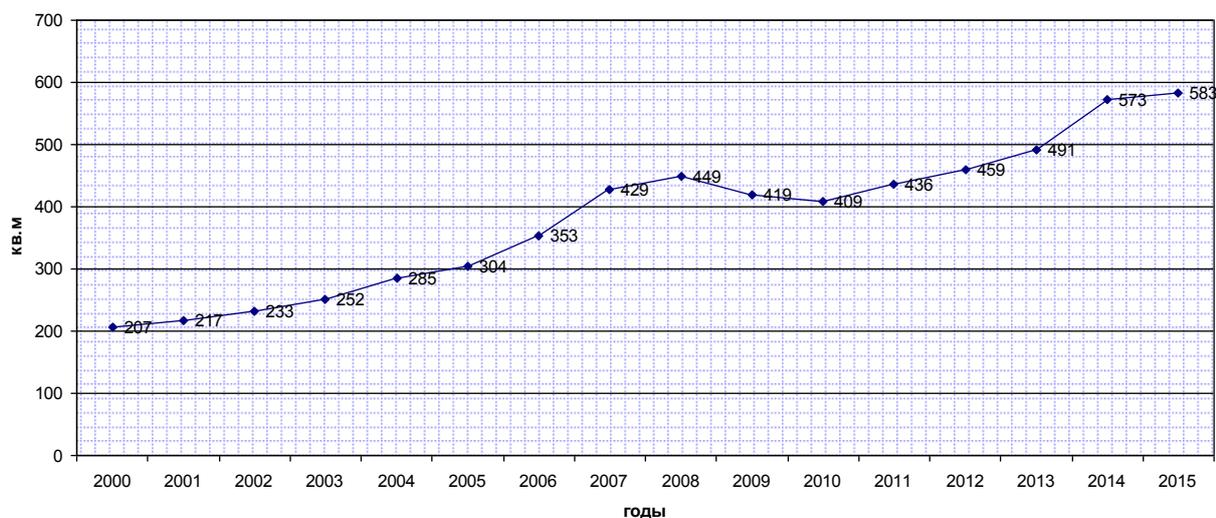


Рис. 1. Ввод в действие жилых домов в расчете на 1000 чел. населения по РФ

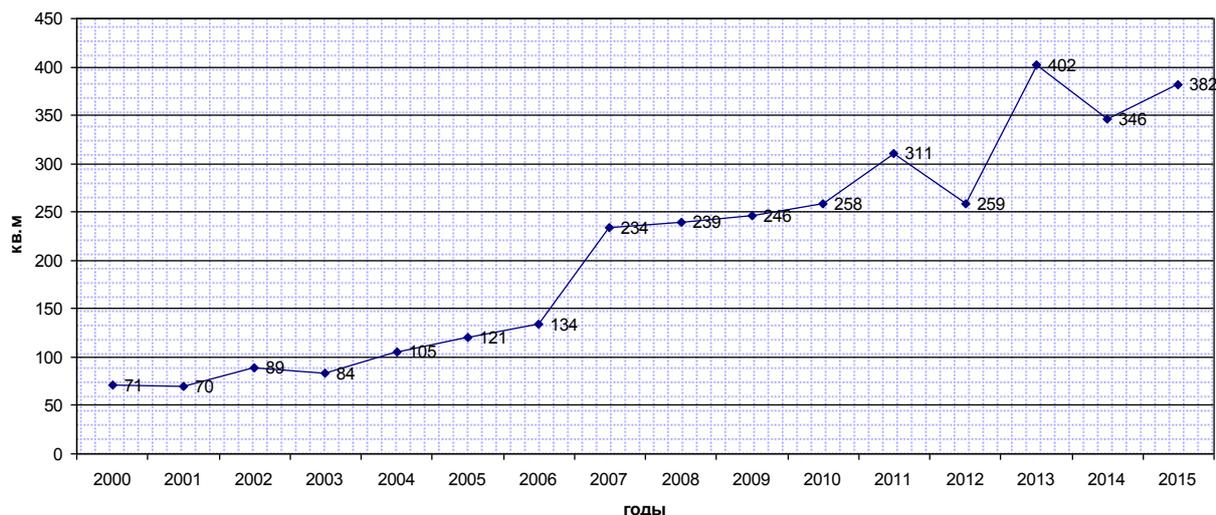


Рис. 2. Ввод в действие жилых домов в расчете на 1000 чел. населения по Иркутской области

«Зеленое» строительство предполагает использование таких технологий и мероприятий, которые обеспечат получение сертификата по какому-либо международному или национальному стандарту либо получение признания за счет публикации «прозрачных» расчетов

эффективности. «Зеленые» стандарты разработаны так, чтобы создавать устойчивую и комфортную среду обитания человека.

В России применяются следующие международные системы сертификации: LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, «Руководство в энергетическом и экологическом проектировании, США); BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method, «Метод оценки экологической эффективности от Исследовательского института строительства», Великобритания) и DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, «Совет устойчивого строительства Германии»).

Разработано несколько российских систем, в том числе ГОСТ Р 54964–2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости», СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания» и др. Но все они, в большей степени относятся к новым, вновь проектируемым и возводимым зданиям.

В настоящее время, помимо новых зданий, возводимых по правилам «зеленого» строительства существует и большое количество старых построек, возведенных в разные годы. И получение сертификата соответствия «зеленым» стандартам, сможет увеличить стоимость продажи или аренды площадей в таких зданиях.

Так, например, основой жилищного фонда г. Братска является класс муниципального жилья, которому относятся дома массовых серий застройки 60-70-х годов [3]. На территории города в период с 1962 г. по 1977 г. было построено 485 домов, из них 391 дом – 464 серии, 94 – 447 серии. Для данной серии характерно: 5-ти этажные здания по бескаркасной системе с продольными и поперечными несущими стенами; отсутствие лифта; высота потолков – 2,5 м; наличие балконов во всех квартирах; наружные стены: 1- и 3-слойные железобетонные толщиной от 21 до 35 см в зависимости от климатического района строительства; перекрытия: сплошные железобетонные плиты толщиной 10 см; перегородки - железобетонные, сплошного сечения, толщиной 12 см. Недостатки (помимо стандартных недостатков хрущевок) низкая теплоизоляция внешних стен, совмещенные санузлы даже в 3-комнатных квартирах, невозможность капитальной перепланировки.

На наш взгляд, для соответствия построенных жилых зданий требованиям «зеленых» стандартов, опираясь на стратегию устойчивого развития необходимо начинать модернизацию существующих объектов недвижимости с замены устаревших систем инженерного обеспечения (отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха); установки тепловых котлов, перехода на энергоэффективное освещение; осуществлять надзор и мониторинг за энергоэффективностью в процессе эксплуатации; предоставлять населению необходимые данные для реализации энергосберегающих мероприятий. Применение современных технологий при проведении работ по реконструкции и ремонту уже построенных зданий позволит повысить качество жизни и уровень проживания, снизить до минимума вред на окружающую среду.

## Литература

1. Жданова, И.В. Методы повышения качества многоквартирного городского жилья эпохи позднего социализма [Электронный ресурс] / И.В. Жданова // Интернет-вестник ВолГАСУ. Сер.: Политематическая. - 2013. - Вып.1(15). – Режим доступа: <http://www.vestnik.vgasu.ru>, свободный. – (Дата обращения: 15.03.2016).
2. База данных Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cbsd.gks.ru/>, свободный. – (Дата обращения: 15.03.2016).
3. Чевская, Е.А. Оценка технического состояния жилых зданий массовых серий в г. Братске [Текст] / Е.А. Чевская, Е.И. Крючкова // Труды Братского государственного университета: серия Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири: в 2 т.- Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2008.– Т.2. — с. 213-215

## Лесное и зеленое хозяйство, ландшафтное строительство



УДК 581.93

### Сравнительный анализ флоры заливов Братского водохранилища

**А.Ю. Скрыбикова**

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** Разнообразие экотопов, акватория водоёма, морфоскульптура и геодинамика берегов, евросибирский ареал, экобиоморф.

*Изучение состава флоры водохранилищ, как крупных рукотворных объектов природы, необходимо при изучении структуры и динамики функционирования его экосистем, а также перспективно с позиции многолетнего экологического мониторинга, поскольку позволяет выявить действующие факторы среды, разнообразие экотопов, а также степень их трансформации.*

Братское водохранилище, является одним из крупнейших искусственных водоемов в России. Акватория водоема расположилась в пределах возвышенного плоскогорного рельефа, в связи, с чем большая часть берегов образовавшегося водоема врезана в склоны холмов Ангарского кряжа Средне-Сибирского плоскогорья. Значительная часть берегов представлена твердыми к размыву геологическими породами, что определяет степень и скорость геодинамических процессов в зоне сработки. Географическое положение, морфоскульптура и геодинамика берегов, а также сезонная динамика уровня водоема создают определенный набор условий развития и функционирования водных, прибрежно-водных и береговых экосистем. В этой связи, Братское водохранилище представляет собой интересный объект для оценки экологического состояния фитоценологических комплексов водных и наземных экосистем.

Цель данной работы – выявление состава и структуры гидрофильной флоры Залива Ия Братского водохранилища в районе п.п. Илир, Прибрежный.

Для этого надо было выполнить следующие задачи:

1. Определить видовой состав прибрежных и околководных растений.
2. Проанализировать таксономическую, поясно-зональную и ареалогическую структуру прибрежной флоры.
3. Проанализировать биоморфологическую структуру прибрежной флоры.

Геоботанические и флористические исследования проводились в течение 2 лет, за это время был собран гербарный материал, составлены геоботанические описания. Кроме этого, при камеральной обработке результатов использовался гербарный материал университета.

В результате проведенных исследований на берегу залива Ия и р. Илирки выявлено 175 видов из 31 семейств и 104 родов. Разнообразие видов, родов и семейств свидетельствует о сформированности и устойчивости существующих прибрежных экосистем рассматриваемого объекта.

Существенная часть видов флоры (72,36%) принадлежит первым 10 семействам, объединяющим 126 видов: Роасеae (Мятликовые) -22 вида, Fabaceae (Бобовые) -18 видов, Ranunculaceae (Лютиковые) - 17 видов, Asteraceae, (Сложноцветные) - 14 видов, Brassicaceae

(Крестоцветные) - 12 видов, Rosaceae (Розоцветные), - 11 видов, Caryophyllaceae, (Гвоздичные) - 10 видов, Сурегасеae, (Осоковые) - 8 видов, Polygonaceae, (Гречишные) - 8 видов, Boraginaceae (Бурачниковые), - 6 видов. Общий спектр многовидовых семейств отражает смешанный характер флоры исследуемого района. Это характерно для берегов водохранилищ, рек и озер.

Обилие видов в семействах Мятликовые, Сложноцветные, Лютиковые, Розоцветные указывает на бореальный характер флоры. Большое видовое богатство семейств Крестоцветные, Гвоздичные, Бобовые подчеркивают ее аридный характер из-за неравномерного увлажнения в разные сезоны года.

В родовом спектре ведущая роль принадлежит родам Carex (Осока) – 7 видов и Polygonum (Горец) – 5 видов, характерным для водно-болотных флор и Лапчатка – 7 видов и Горошек – 5 видов, что характерно для луговых флор.

Эколого-ценотический анализ выявил преобладание светлохвойнолесные, луговые и водно-болотные группы растений. Что характерно для исследуемого района, в котором основными ландшафтообразующими сообществами являются светлохвойные леса и луга. Участие луговых и водно-болотных растений характерно для берегов водохранилищ, рек и озер.

В ходе ареалогического анализа установлено значительное преобладание видов, которые имеют бореальный голарктический ареал – 53 вида, Евразийский ареал – 52 вида, Евросибирский ареал – 25 видов. Это свидетельствует о типичности флористического состава прибрежной растительности залива Ия Космополиты составляют 13 видов. Это в основном сорные растения, занесенные человеком. Слабую специфичность выявленной флоры подтверждает отсутствие эндемичных видов.

Проведенный анализ состава экоморф, показал преобладание стержнекорневищных 26.3%, короткокорневищных 19.4%, длиннокорневищных (18.9%) травянистых растений. Большой процент одно-двулетних растений 8.6%, которые представлены в основном сорными видами, что говорит об антропогенном воздействии.

Во флоре окрестностей поселка Илир в хозяйственном отношении наиболее представлена группа лекарственных растений (70 видов).

## Литература

1. Атлас Иркутской области. – М.-Иркутск, 1962. 182 с.
2. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища. – М., 1987. 325 с.
3. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. – М.: Наука, 1986. – 365 с.
4. Ефимов, Д. Ю. Биоэкологический анализ флоры Усть-Илимского водохранилища // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2006. – Вып. 15. – С. 497-500.
5. Ефимов, Д. Ю. Флора Мирюндинского залива Усть-Илимского водохранилища // Педагогические и естественно-научные аспекты проблем развития Среднего Приангарья. Сб. науч. тр. – Иркутск, 2006. – С. 52-66.
6. Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения) / [В.В. Чепинога [и др.]; под ред. Л.И. Малышева. – Иркутск: Изд-во Иркут. Гос. Ун-та, 2008. -327с.]
7. Малышев Л.И. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье) / Л.И. Малышев, Г.А.Пешкова. Новосибирск, 1984. 264 с.
8. Овчинников Г.И. Некоторые закономерности развития береговой зоны Ангарских водохранилищ // Берега морей и внутренних водоемов. – Новосибирск, 1999. С. 124-138.
9. Пономарева, И. Н. Экология растений с основами биогеоценологии. Пособие для учителей / И. Н. Пономарева. – М.: Просвещение, 1978. – 207 с.
10. Савкин, В. М. Водохранилища Сибири, водно-экологические и водно-хозяйственные последствия их создания // Сибирский экологический журнал. – 2000. – № 2. – С. 109-121.
11. Серебряков, И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных [Текст]/ И.Г. Серебряков. – М.: Высшая школа, 1962
12. Степанцова, Н.В. Атлас растений западного побережья озера Байкал – Иркутск: ООО «Репоцентр А1», 2013. -600 с.
13. Флора Центральной Сибири: в 2 т. / под. ред. Л.И. Малышева, Г.А. Пешковой. – Новосибирск: издательство «Наука» сибирское отделение, 1979. - 1048 с.

14.Шарапов, В. А. Влияние водохранилищ на окружающую среду / В. А. Шарапов [и др.] // Водохранилища мира. – М.: Наука, 1979. – С. 84-134.

УДК 614.841.2; 630\*431.6

## Оценка состояния горимости лесов сибери

Е.В Гридневская, научный руководитель С.А. Чжан

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** лесистость, лесные пожары, горимость лесов, лесные земли, космический мониторинг, авиационный мониторинг, не покрытые лесной растительностью земли.

*В данной статье изучена проблема горимости лесов Сибири. Проведен анализ горимости лесов Сибирского федерального округа за период с 2004 по 2014 годы. Данное направление дополняется также рассмотрением зоны мониторинга, районов применения сил и средств пожаротушения. В процессе обзора технической и научной литературы выявлена и обоснована актуальность будущего исследования.*

Леса являются одной из наиболее разнообразных и широко распространенных экосистем на земле. Они источник получения древесины и продуктов; имеют рекреационное значение и выполняют экосистемные функции, включая регулирование почвенного и водного режимов; служат объектами биоразнообразия и являются поглотителями углекислого газа. Чрезмерная эксплуатация, деградация окружающей среды и изменение видов землепользования, лесные пожары, неэффективное лесовосстановление и т.д. несет угрозу лесным ресурсам. [2].

Несмотря на то, что Сибирь осталась одной из самых лесных территорий нашей планеты, леса региона испытывают сильнейший пресс из-за различных экологических проблем связанных, прежде всего, с антропогенной деятельностью. В значительной степени человеческая деятельность повлияла и на глобальные климатические изменения, которые многие специалисты связывают с участвовавшими экстремально-пожароопасными сезонами (засухами). [2].

Особенно сильно отрицательное воздействие пожаров сказывается на лесных экосистемах Сибири, что обусловлено их высокой горимостью и крайне медленным восстановлением после пожаров. Это один из немногих регионов бореальной зоны, где после интенсивных лесных пожаров формируются «зеленые пустыни» – обширные обезлесенные территории, покрытые кустарниковыми зарослями и мощным травяным покровом. Общие площади не восстановившихся гарей в Сибири ученые оценивают в десятки миллионов гектаров. [3].

Ежегодно в Сибирском федеральном округе пожары распространяются на площадь от нескольких сотен тысяч до нескольких миллионов гектаров (по данным Рослесхоза и МЧС России).

Анализ многолетней горимости показывает, что в Сибирском регионе нет субъекта, который бы не испытал на себе серьезного ущерба от природных пожаров. В наибольшей степени от пожаров за последние 50 лет пострадали леса в Алтайском, Красноярском и Забайкальском краях, Иркутской и Томской областях, а также в Республиках Бурятия и Тыва.

Иркутская область располагает уникальными лесными ресурсами. По данным государственного лесного реестра на 01.01.2015 г. покрытые лесной растительностью земли занимают 64,3 млн. га, что составляет 82,9% от территории области. По этому показателю регион относится к числу наиболее многолесных среди субъектов Российской Федерации. Здесь сосредоточено 12% запасов древесины спелых лесов страны, а доля особо ценных

хвойных пород, таких как сосна и кедр, значительна даже в масштабах планеты.

Также на территории области расположены городские леса на площади 50,1 тыс. га, находящиеся в ведении органов местного самоуправления.

Лесистость Иркутской области по состоянию на 01.01.2015 г. составляет 82,9%. Лесистость определяется, как отношение покрытых лесом земель к общей площади Иркутской области, включая акваторию озера Байкал, водохранилищ ГЭС Ангарского каскада и других водных объектов. Лесные земли составляют 85,7% территории Иркутской области. Не покрытые лесной растительностью земли составляют 3% лесных земель лесного фонда и представлены, в основном, вырубками (1%), гарями (0,5%) и естественными рединами (1,5%). Нелесные земли занимают площадь 4698,2 тыс. га, или 7% от общей площади земель лесного фонда. [1].

Лесные пожары являются значительной экологической проблемой для всей территории России, где сосредоточена большая часть бореального пояса нашей планеты. Помимо негативных экологических последствий, лесные пожары наносят существенные экономические ущербы, связанные как со стоимостью самой древесины, так и с организацией их тушения. В последнее время, как в нашей стране, так и во всем мире, все больше возрастает интерес к проблеме оценки ущербов, связанных с лесными пожарами. Возможны случаи, в которых весьма актуальны вопросы экономической целесообразности тушения лесных пожаров, в особенности при обнаружении на подконтрольной территории нескольких крупных очагов [3].

Проведя анализ горимости лесов было выявлено, что продолжительность пожароопасного сезона в 2014 году составила 190 дней. Первый пожар возник 7 апреля в Усть-Удинском лесничестве, последний ликвидирован 17 октября по всей территории.

В целом, напряженность прошедшего пожароопасного сезона была ниже средне пятилетних показателей.

Средний коэффициент пожарной опасности за прошедший сезон составил 1,9, а средне пятилетний показатель составил 2,18.

Территория лесов 69,4 млн. га по целесообразности применения сил и средств пожаротушения разделена на зоны мониторинга и районы применения сил и средств пожаротушения:

- Зона наземного мониторинга составляет 1,1 млн. га (1,6%);
- Зона авиационного мониторинга – 39,9 млн. га, в том числе: (район применения авиационных сил и средств пожаротушения – 16,5 млн. га (23,8%); район применения наземных сил и средств пожаротушения – 23,4 млн. га (33,7%)).
- Зона космического мониторинга 1- го уровня – 11,7 млн. га (16,8%);
- Зона космического мониторинга 2- го уровня – 16,7 млн. га (24,1%);
- Территории, где состояние сухопутных и водных путей транспорта позволяет обеспечить тушение пожаров наземными силами и средствами, относятся к районам наземной охраны. Малоосвоенные и транспортно-недоступные участки относятся к районам авиационной охраны лесов. [1,2].

В лесах, подведомственных агентству лесного хозяйства Иркутской области зарегистрировано 2143 лесных пожара, общая площадь пройденная, пожарами составила 770827,2 га, выгоревшая лесная площадь – 719596,2 га, в том числе покрытая лесом площадь – 679578,2 га, из них верховыми пожарами пройдено – 55203,0 га.

Средняя лесная площадь ликвидации одного пожара составила 335,8 га. В сравнении со среднегодовыми значениями за последние 5 лет, горимость лесов по числу случаев увеличилась в 2,8 раза, а по лесной площади, пройденной пожарами увеличилась в 16,7 раза. Средняя лесная площадь ликвидации одного пожара увеличилась в 7 раз [1].

На рисунке 1 представлена динамика горимости лесов с 2002 по 2014 гг.



Рис. 1. Динамика горимости лесов, находящихся в ведении агентства лесного хозяйства Иркутской области с 2002 по 2014 гг.

Распределение лесных пожаров по причинам возникновения выглядит следующим образом: по вине граждан – 1401 (65,4%); от сельскохозяйственных палов – 202 (9,4%); по не установленным причинам – 71 (3,3%); от гроз – 469 (21,9%); по вине других организаций – 3 (0,4%). Ущерб, причиненный лесными пожарами, составил 10 186,0 млн. руб., в том числе расходы по тушению пожаров – 267,6 млн. руб. [1].

Выбранная тема «Горимость лесов и улучшение лесной среды» является для лесов Приангарья актуальной. Цель будущего исследования: - оценка горимости лесов Приангарья.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить, обобщить и сделать анализ материалов по проблеме горимости лесов;
- проанализировать и составить оценку состояния горимости лесов Сибири;
- провести анализ эффективности существующих средств обнаружения лесных пожаров, а также анализ эффективности использования спутниковой информации при обнаружении лесных пожаров.

### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2014 году». – Иркутск: Форвард, 2015 г. – 328 с.: ил.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году». – Государственный доклад, 2015 г. – 473 с.: ил.
3. Матвеев П.М., Матвеев А.М. Последствия лесных пожаров /Учебное пособие - Красноярск: СибГТУ, 1999 - с.36.

УДК 614.841.2; 630\*431.6

## Влияние рубок ухода на продуктивность лесов в условиях Братского лесничества

Е.А. Сараева, научный руководитель С.А. Чжан

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** рубки леса, рубки ухода, древостой, продуктивность, санитарное состояние лесов.

*В данной статье рассмотрено одно из важнейших направлений лесного хозяйства – рубки ухода. На примере Братского лесничества проведен анализ влияния рубок ухода на продуктивность и состояние лесного фонда. Показано значение, главное направление и результат проведения данного мероприятия. Приведены все изменения таксационных показателей лесистости в условиях лесничества, динамика и интенсивность проведения рубок ухода за период 2009-2015гг. Указаны объемы выполнения планируемые в 2016г.*

Рубки ухода наиболее сложное лесохозяйственное мероприятие, направленное на целевое лесовыращивание. Рубки ухода за лесом включают в себя рубки промежуточного пользования, периодическое удаление из насаждения деревьев, отставших в росте или мешающих росту деревьев главных пород, повышают полезные функции леса, дают возможность систематически получать дополнительное количество древесины и другой продукции.

Благодаря рубкам ухода на корню остаются наиболее ценные формы древесных пород, вследствие чего повышается качество древостоя, сокращается период выращивания технически спелой древесины, улучшается санитарное состояние леса, усиливаются его полезные свойства, возрастает продуктивность.

Важнейшим направлением на современном этапе развития лесного хозяйства остается решение задач, связанных с совершенствованием воспроизводства лесных ресурсов, организацией комплексного рационального, не истощительного их использования, повышением продуктивности лесов, недопущения их гибели.

Под общей продуктивностью понимается общая масса древесины, выращенная на 1 га, к возрасту спелости с учетом естественного отпада и промежуточного пользования. Изменение общей продуктивности зависит от степени соответствия пород условиям местопроизрастания, методов рубок ухода и интенсивности изреживания.

Объектом исследования влияния рубок ухода на продуктивность лесов являлось Братское лесничество.

Опыт рубок ухода за лесом показывают, что продуктивность насаждений зависит от интенсивности изреживания и периода повторения уходов. Так, на опытных участках в 15-летних сосновых высокопроизводительных культурах при изреживании на 15, 32, 48 и 52 % общего запаса на 1 га комбинированным методом продуктивность составила соответственно 97, 101, 103 и 100 % запаса контрольного участка. При изреживании сосняков на 32, 39 и 44 % от текущего прироста эффективный прирост повышается на 12, 17 и 19 % соответственно.

Заметны изменения текущего годовичного прироста насаждений, в которых были проведены рубки ухода, по сравнению с контрольными. Причем особенно выделяются годовичные приросты отдельных деревьев.

Интенсивность выполнения рубок ухода за период 2009-2015 гг. прослеживается в ниже представленном рисунке 1.

Проведение лесохозяйственных мероприятий по Братскому лесничеству в значительной мере способствует повышению продуктивности леса, улучшению санитарного состояния древостоев, усилению климаторегулирующих функций леса. В целом по предприятию прослеживаются положительные изменения в общей структуре лесного фонда.

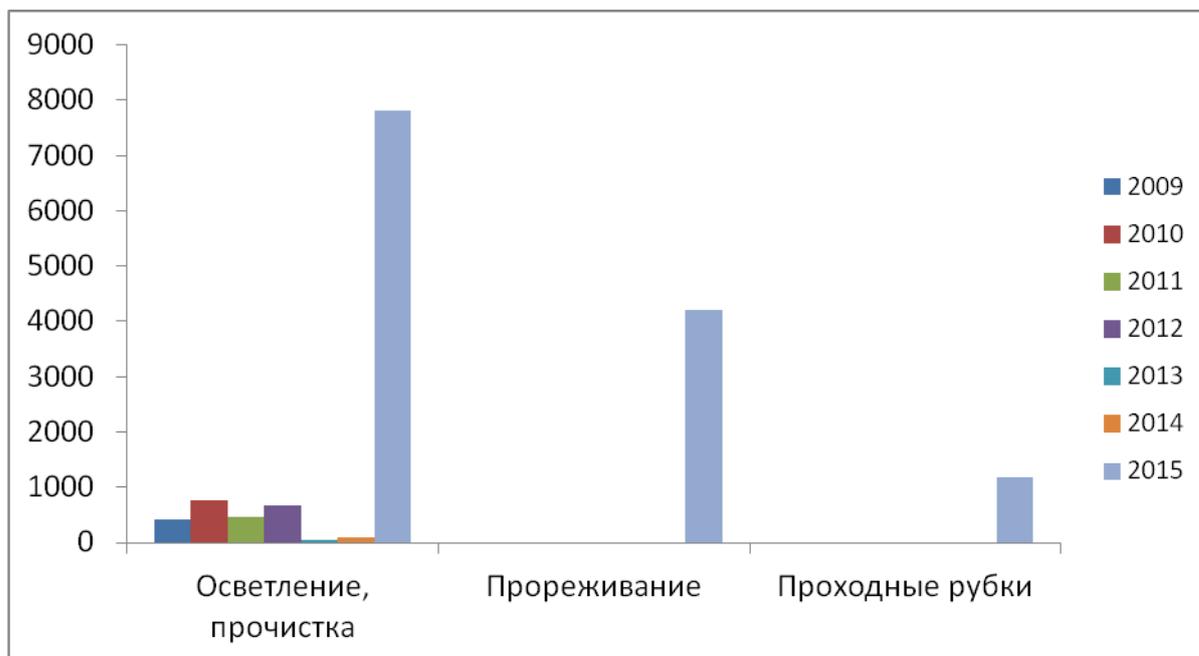


Рис. 1. Объемы проведения рубок ухода в динамике (с2009-2015г.г)

На 2016 год планируется увеличение объемов работ рисунок 2.

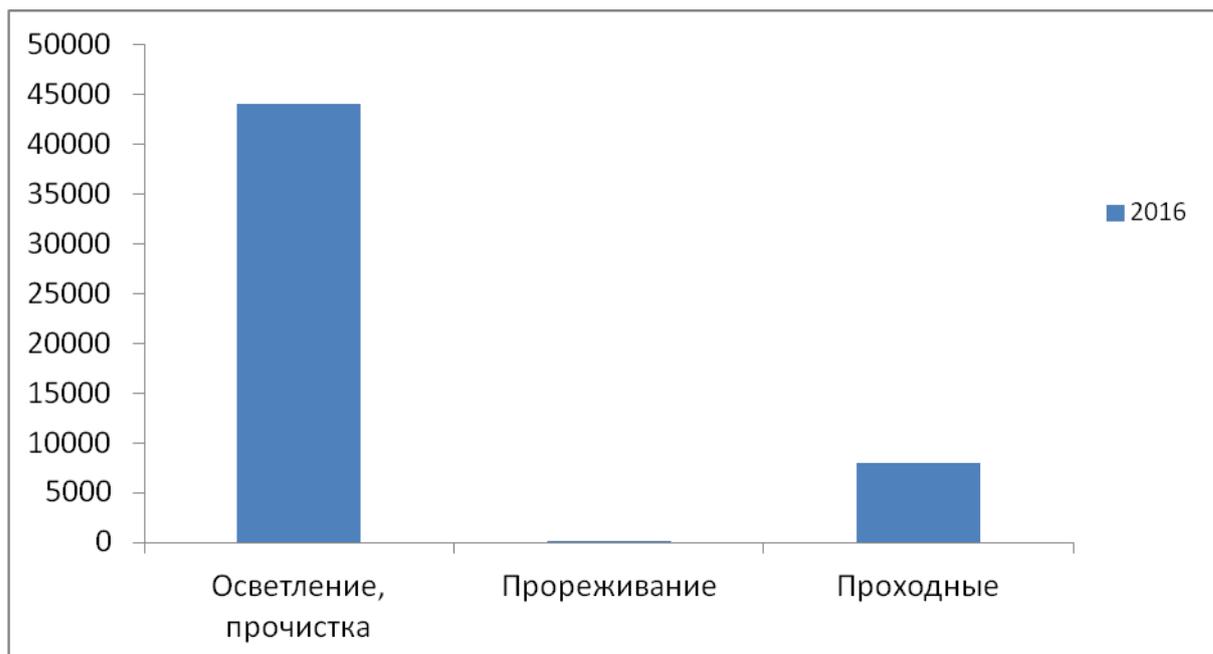


Рис.2. Объем проведения рубок ухода в 2016 г.

### Литература

1. Чжан С.А., Пузанова О.А. Лесоводство и лесовосстановление на вырубках. УП для бакалавров направления подготовки 250400 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», 250100 «Лесное дело» всех форм обучения учеб. пособие. – Братск: ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 105 с.
2. Правила ухода за лесами (Утверждены приказом МПР России от 16.07.2007 №185). 43с.
3. Тихонов А.С. Лесоводство: Учебное пособие / А.С.Тихонов.- СПб.: СПбЛТА, 2002.- 332 с.
4. Луганский Н.А. Повышение продуктивности лесов: Учебное пособие /А.Н. Луганский.- Екатеринбург: Ур. гос. ЛТА, 1995. - 297 с.

5. Телицин Н.В. Рубки ухода за лесом: Учебное пособие/ Н.В.Телицин.- Дивногорск: ФАУ ИПКЛХ СиДВ, 2014. – 55 с.

УДК 630.581.5

## Влияния рекреационных нагрузок на состояние зеленых насаждений

Ю.А. Шмыгун, научный руководитель О.А. Пузанова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** зеленые насаждения, экологическая оценка, рекреационная нагрузка.

*Зеленые насаждения являются органической частью планировочной структуры современного города и выполняют в нем разнообразные функции. Эти функции можно подразделить на две большие группы; санитарно-гигиенические и декоративно-планировочные. Однако, городские насаждения, призванные оздоравливать урбанизированную среду, сами при этом нуждаются в защите. Рекреационная нагрузка на лесные экосистемы – один из масштабных видов антропогенного воздействия. [1]*

Неотъемлемой частью современного города являются зеленые насаждения различного типа. Они имеют средообразующее, санитарно-гигиеническое, рекреационное, ландшафтно-архитектурное, культурное и научное значение.

Город Братска занимает 18 место в рейтинге городов России по загрязнению воздуха. Общий годовой объем выбросов составляет 134,9 тыс. тонн (88,8 % – стационарные источники). Это оказывает большое негативное влияние как на состояние города в целом, так и на растительность в частности. Насаждения, произрастающие на урбанизированных территориях, испытывают на себе постоянное отрицательное влияние техногенного загрязнения [3]. Город Братск является одним из крупных промышленных центров Сибири, окружающая среда которого подвержена неблагоприятному воздействию промышленных предприятий – ОАО «РУСАЛ – Братск» (БрАЗ), ОАО «Группа «ИЛИМ» (БЛПК, хлорный завод) [2].

В растительности территории города Братска выделяются лесные массивы естественного происхождения и городские посадки. Доминирующей породой в лесных массивах естественного происхождения является сосна обыкновенная – 57 % от общего состава древостоя, береза повислая и береза пушистая составляют 17 %, лиственница сибирская – 6 %, осина – 16 %, в гораздо меньших количествах встречаются ель обыкновенная, ель сибирская, ива серебристая, ольха кустарниковая, рябина обыкновенная и рябина сибирская. Внутригородская растительность представляет собой искусственно созданные сообщества, которые не являются саморегулирующимися системами, они нуждаются в постоянном уходе, которого в большинстве случаев не получают. Преобладающей породой в составе городских посадок является тополь бальзамический, тополь душистый – 67 %. В значительно меньших количествах представлены береза повислая и береза пушистая 11 %, акация желтая (карагана древовидная) – 6 %, вяз приземистый – 4 %, рябина сибирская – 4 %, лиственница сибирская – 3 %, яблоня ягодная – 3 % от общего количества. Остальные представители деревьев и кустарников составляют 2 % и менее от общего количества. [6]

Городские насаждения, призванные оздоравливать урбанизированную среду, сами при этом нуждаются в защите. Рекреационная нагрузка на лесные экосистемы – один из масштабных видов антропогенного воздействия [1].

Рекреационную нагрузку можно определять следующими методами:

1) закладка пробных площадей способом типичной выборки – для оценки распределения рекреационных нагрузок на территории лесопарка;

2) трансектный (отношение протяженности вытоптанной до минерального горизонта поверхности напочвенного покрова к общей длине ходовых линий, равномерно размещенных на обследуемом участке при минимальной их протяженности 500 м на 1 га) – для выделения стадий рекреационной дигрессии;

3) математико-статистический (определение количества наблюдений и календарных дат при измерении рекреационной нагрузки) – с целью планирования выборочных наблюдений;

4) регистрационно-измерительный (регистрация числа посетителей и времени их нахождения) – для оценки рекреационной плотности на пробных площадях. [5]

Рекреационное использование нарушает ход естественного возобновления в лесах. Нередко нерегламентированная рекреационная деятельность приводит к развитию тропинчатой и участками площадной эрозии почв. Ухудшение лесорастительных условий под воздействием рекреационных нагрузок отрицательно отражается на прорастании семян и развитии всходов, естественное лесовозобновление протекает слабо или вовсе прекращается. Дальнейшая дигрессия проявляется и на древостоях. Некоторые деревья начинают суховершинить, затем усыхают и опадают. Растущие деревья прогрессирующе сокращают приросты. Состав насаждений упрощается. Опадают породы, слабоустойчивые к рекреационным нагрузкам.

Последствия рекреационного влияния на природный комплекс представляются не менее пагубными, чем влияние промышленности. При этом влияние промышленных предприятий оценивается санитарно-гигиеническими службами, а рекреационному воздействию уделяется меньшее внимание, его сложнее оценить, им сложнее управлять.

Посещение мест рекреации в большинстве освоенных лесов России практически круглогодичное. В связи с повсеместным возрастанием роли рекреационных лесов возникает необходимость в определении системы мероприятий по подготовке лесных территорий для отдыха.

Для города Братска эта тема является актуальной, так как в настоящее время зеленые насаждения находятся под длительным влиянием загрязнения окружающей среды и рекреационной нагрузки.

## Литература

1. Винокуров, Н.Ф. Методическое пособие по курсу природопользование / Н.Ф. Винокуров, Г.С. Камерилова // – Москва: «Просвещение», 1996. – 205 с.

2. Гаврилин, И.И. Некоторые особенности газопоглощательной способности деревьев в урбо-экосистеме г. Братска / И.И. Гаврилин, Е.М. Рунова // – Лесной вестник МГУЛ. – 2012. № 1(84). – С. 135-139.

3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2013 году» / – Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2014. – 389 с.

4. Луганский, Н.А. Лесоведение: учебн. пособие / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, Н.В. Луганский // – Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2010. – 432 с.

5. ОСТ 56-100-95. / «Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы».

6. Википедия [Электронный ресурс]: Свободная энциклопедия – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> – загл. с экрана.

УДК 630\*23; 630\*230

## Проблемы лесовосстановления в Иркутской области

Е.А. Новицкая, О.А. Пузанова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** лесовосстановление, искусственное лесовосстановление, естественное лесовосстановление, комбинированное лесовосстановление, лесной фонд.

*Неравномерное распределение лесных ресурсов на территории Российской Федерации, постоянный рост объемов лесозаготовок ведет к тому, что удельный вес лесокультурного фонда многолесных районов страны непрерывно увеличивается. Все это вызывает необходимость проведения лесовосстановительных работ на больших площадях. Недопустимо низкой остается доля заготавливаемых семян лесных пород с ценными наследственными свойствами. В ряде районов Иркутской области, где сосредоточены значительные площади не покрытых лесной растительностью земель, имеет место дефицит районированных семян. Основными объектами работ по лесовосстановлению в области являются необлесившиеся сплошные вырубki. Главными объективными факторами, влияющими на динамику фонда лесовосстановления, являются лесные пожары и лесозаготовки. Значительный ущерб лесам также наносят энтомофаги, промышленные эмиссии, ураганные ветры, сильные снегопады, засухи и другие метеорологические и гидрологические аномалии.*

Непрерывно возрастающий объем лесокультурных и лесовосстановительных работ требует большого количества посадочного материала древесных и кустарниковых пород. Вместе с тем естественное возобновление после рубки задерживается или совсем отсутствует. Все это вызывает необходимость проведения лесовосстановительных работ на больших площадях. Недопустимо низкой остается доля заготавливаемых семян лесных пород с ценными наследственными свойствами. Доля лесных культур, создаваемых посадочным материалом, выращенным из сортовых и улучшенных семян лесных растений, не превышает 1 % от общей площади их создания. В ряде районов Иркутской области, где сосредоточены значительные площади не покрытых лесной растительностью земель, имеет место дефицит районированных семян.

Устранение перечисленных проблем возможно только на основе системного подхода, требующего разработки комплекса мероприятий, взаимоувязанных по финансовым, материальным и организационным ресурсам, реализуемых на основе программно-целевого метода планирования бюджетных расходов [1].

Ситуация по обеспечению воспроизводства лесов посевным и посадочным материалом в значительной мере усугубляется состоянием соответствующей технологической инфраструктуры, машин и механизмов работающих на питомниках.

По состоянию на 01.01.2015 г. фонд лесовосстановления в лесах, подведомственных агентству лесного хозяйства Иркутской области, составляет – 963,0 тыс.га. Из общего объема фонда лесовосстановления на гари и погибшие насаждения приходится 34,8%.

Основными объектами работ по лесовосстановлению в области являются необлесившиеся сплошные вырубki, на их долю приходится 62,4% фонда лесовосстановления, 2,8% - прогалины. [2] На рисунке 1 представлено распределение фонда лесовосстановления на 01.01.2015 по категориям.

Фонд лесовосстановления (тыс.га)

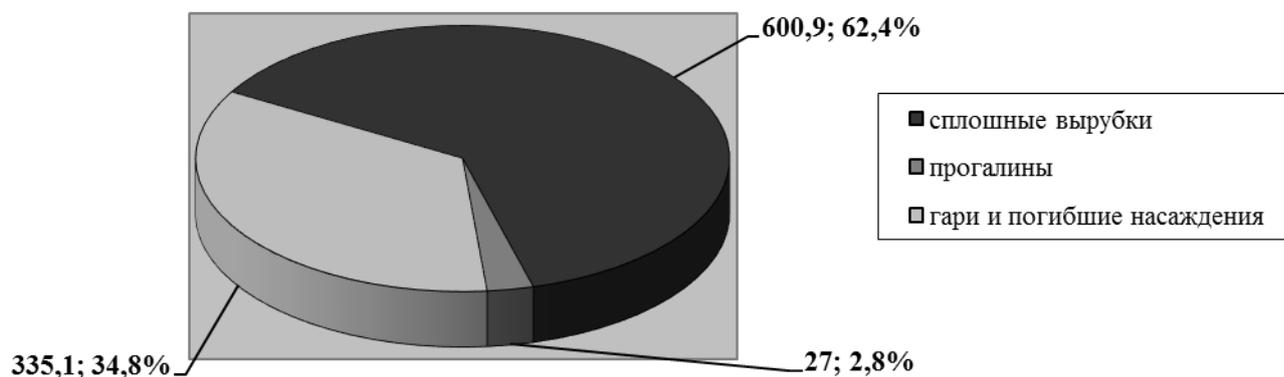


Рис. 1. Фонд лесовосстановления Иркутской области

Динамика фонда лесовосстановления в Иркутской области за пять лет приведена на рисунке 2.

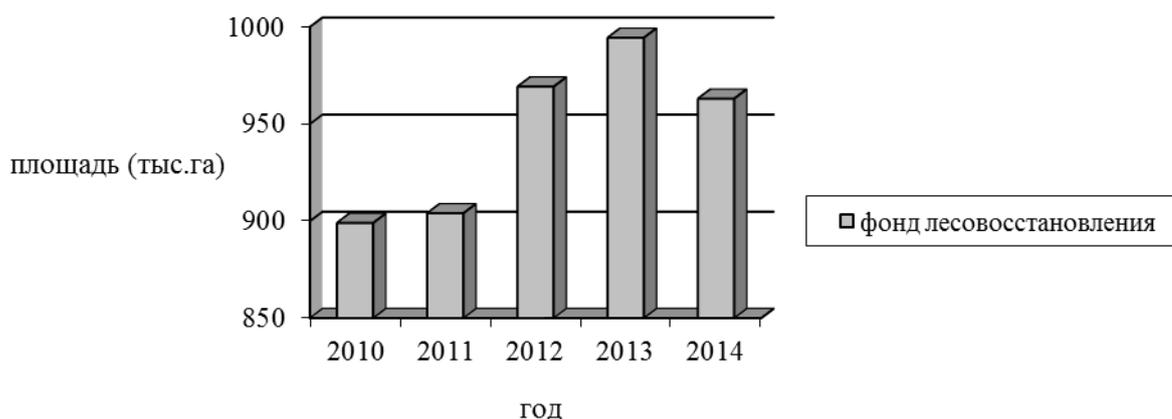


Рис. 2. Динамика фонда лесовосстановления за 2010 – 2014 года

Главными объективными факторами, влияющими на динамику фонда лесовосстановления, являются лесные пожары и лесозаготовки. Значительный ущерб лесам также наносят энтомофаги, промышленные эмиссии, ураганные ветры, сильные снегопады, засухи и другие метеорологические и гидрологические аномалии. По итогам 2014 года выбытие лесов составило 423,4 тыс. га, в том числе в результате гибели насаждений, пожаров - 110,1 тыс. га, вредителей и болезней - 23,5 тыс. га, сплошных рубок - 289,8 тыс. га. [3]

Лесовосстановление осуществляется путем естественного, искусственного или комбинированного восстановления лесов [4].

По данным агентства лесного хозяйства Иркутской области объемы лесовосстановительных мероприятий, выполненных в 2014 году составляют:

1. искусственное лесовосстановление (созданием лесных культур) – 9,3% от общей площади лесовосстановления;
2. естественное лесовосстановление (содействие естественному лесовосстановлению) – 86,7%;
3. комбинированное лесовосстановление - 4% от общей площади лесовосстановления.

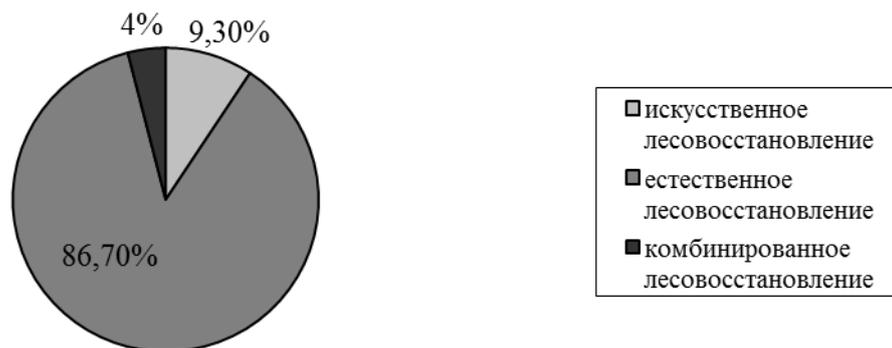


Рис. 3. Объемы лесовосстановительных мероприятий за 2014 год

Проанализировав процесс лесовосстановления в области, можно сказать, что более 85 % приходится на естественное лесовосстановление, а менее 15 % на искусственное и комбинированное. Эта тенденция по области в целом сохраняется на протяжении многих лет.

Лесовосстановление происходит в основном за счёт содействия естественному восстановлению путем сохранения молодого подроста и минерализации поверхности почвы, искусственное проводится за счет посева семян лесных культур и посадки сеянцев, саженцев, черенков растений.

Каждый способ восстановления имеет свои преимущества и недостатки. Правильный выбор способа зависит от места и времени. Искусственное возобновление проводят в первую очередь там, где не обеспечивается полноценное естественное возобновление.

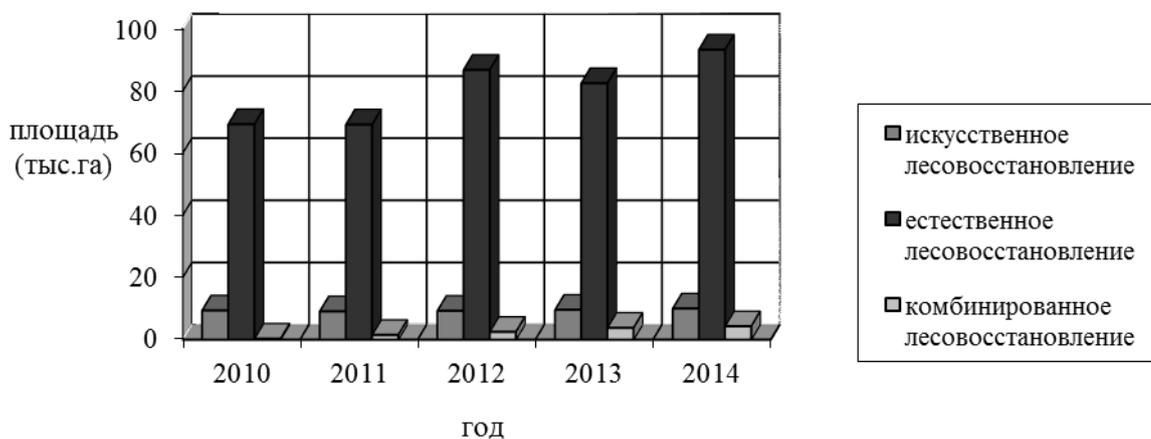


Рис. 4. Объемы лесовосстановительных мероприятий 2010 – 2014 гг.

Главной проблемой лесовосстановления в настоящее время является недостаточное финансирование расходов на воспроизводство лесов.

В среднем в регионе естественное лесовосстановление на вырубках неудовлетворительное или отсутствует на 43 % от общей площади, а на гарях на 60 %, неэффективное восстановление прослеживается в антропогенных редицах, погибших насаждениях от шелкопряда, на пустырях и прогалинах. [2]

Из сказанного следует, что естественное возобновление лесных насаждений характеризуется недостаточной эффективностью и объемы ежегодного лесовосстановления малы по сравнению с фондом лесовосстановления. Это вызывает необходимость проведения работ по искусственному лесовосстановлению на больших площадях. Продукция лесной отрасли является важнейшей составляющих экспортного потенциала Иркутской области. Поэтому с

целью сохранения ресурсной базы этой отрасли, с целью вообще сохранения лесов необходимо производить регулярное, и при этом высокоэффективное лесовосстановление.

**Литература:**

1. Долгосрочная целевая программа Иркутской области «Поддержка и развитие лесного хозяйства иркутской области» на 2012- 2016г. Утверждено Распоряжением Правительства Иркутской области от 27.01.2012 № 19-рп.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2014 году». – Иркутск: Форвард, 2015 г. – 328 с.
3. Областная государственная целевая программа «Воспроизводство лесов на землях лесного фонда в Иркутской области» на 2008-1012 г.
4. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006, № 200-ФЗ. – Москва: Проспект, КноРус, 2012. – 64 с.

## Менеджмент



УДК 347.779.1

### Право на идеальные результаты интеллектуальной деятельности

А.А. Афанасьев

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** Интеллектуальные: собственность, деятельность, мыследеятельность, потенциал, уровень, продукты, ресурсы, знания, творчество. Интеллект, активизация, индивидуализация, правообладатель, автор, исключительное право, охраноспособность результатов.

*Статья посвящена интеллектуальной собственности, которая является творением интеллекта, одним из проявлений которого есть способность к познавательной деятельности, результатом которой могут быть новые несуществующие знания. Можно сказать, интеллект – это товар.*

Десять лет назад введена в действие четвертая часть Гражданского Кодекса Российской Федерации, посвященная правам на результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации. Это было обусловлено развитием условий для активизации интеллектуальной деятельности граждан нашей страны и необходимостью систематизировать разбросанные ранее по различным нормативно-правовым актам норм, регламентирующих охрану интеллектуальной собственности.

Что же подразумевается под интеллектуальной деятельностью современного человека?

В отличие от физического труда, направленного на создание материальных благ, существует и умственный (мыслительный, духовный, творческий) труд человека в области науки, техники, литературы, искусства или дизайна.

Идеальны результаты интеллектуальной деятельности по своей природе. Так как они генерируются сознанием человека логически построенными мыслями, отличающимися своей новизной. Произведения науки и техники – это определенные системы научных и технических понятий или категорий. Литературные и художественные произведения представляют собой систему литературных либо художественных образов. Они, конечно, могут приобретать материальную форму, путем их перенесения на бумагу, холсты, электронные носители и т.п., но от этого они не теряют своей идеальности.

Как всякие нематериальные объекты, не имеющие натуральной формы, результаты интеллектуальной деятельности не подвержены износу, амортизации. Они могут устареть лишь морально.

Процессы мыследеятельности человека остаются за пределами действия правовых норм. Тем не менее, право, не имея возможности непосредственно влиять на создание результатов интеллектуальной деятельности, в состоянии позитивно воздействовать на этот процесс путем выработки правовых форм организации научно-технической и иной творческой деятельности, закрепляя нормы условий охраноспособности ее результатов.

В условиях рынка использование результатов умственного труда приводит к повышению эффективности как индивидуальной, так и групповой деятельности, а также качества и конкурентоспособности товаров, работ и услуг.

Исключительные права на изобретения, модели, промышленные образцы, товарные знаки являются непосредственной частью нематериальных активов предприятий.

Правовой режим результатов умственного труда, создание благоприятных условий для его наращивания, гарантирует Конституция Российской Федерации, причем каждому гарантируется свобода литературного, художественного, научного, технического и других видов творчества, преподавания. [1]

Умственная деятельность человека в области науки и техники и есть интеллектуальная деятельность.

Результаты интеллектуальной деятельности в объектной форме могут подлежать продаже, передаче в аренду, способствуют извлечению прибыли, то есть их можно вводить в хозяйственный оборот.

Знания представляют большую ценность и обладают большим могуществом. Накопленный объем знаний, интеллектуальный уровень человека и его способность вырабатывать интеллектуальные продукты формирует интеллектуальный потенциал страны.

Знания в голове ученого или изобретателя не имеют стоимости, а изложенные на бумаге изобретения могут продаваться с выгодой для автора как результат его интеллектуальной собственности.

Существуют два способа защиты прав интеллектуальной собственности:

- открытый (путем оформления патента);
- закрытый (охрана секретов производства, ноу-хау).

Интеллектуальная деятельность – индивидуальное свойство и способность человека, его жизненная активность, направленная на реализацию интеллекта человека в целях получения новых знаний, а на их основе интеллектуальных ресурсов и товаров.

Под результатами интеллектуальной деятельности подразумеваются:

- интеллектуальный потенциал;
- интеллектуальный ресурс;
- интеллектуальные товары, технологии, услуги.

Интеллект личности равен умственным способностям человека. Интеллект в науке есть способность получать новое знание.

Люди с отмеченными выше чертами являются источниками интеллектуального потенциала общества. Они способны накапливать, использовать и воспроизводить новое знание, превращая интеллектуальный потенциал в интеллектуальный ресурс, товар, процесс НИОКР.

Функции гражданского права по охране и использованию результатов интеллектуальной деятельности заключаются в следующем:

1. Признание авторства на созданные результаты умственного труда;
2. Установление режима их использования;
3. Установление норм материального и морального поощрения;
4. Защита прав и авторов, работодателей и других лиц, приобретающих исключительные права.

Критерием творческой деятельности считается умственная, мыслительная, духовная, интеллектуальная деятельность, завершающаяся созданием творчески самостоятельного результата науки.

Гражданский Кодекс РФ закрепляет за автором исключительное право на результат его интеллектуальной деятельности, которое может быть передано другим лицам в рамках закона, а так же правообладатель, т.е. автор, может разрешать или запрещать использование своих интеллектуальных результатов. Нарушение этого права преследуется законом.

## Литература

1. Конституция РФ. Ч.1. ст. 44
2. Гражданский Кодекс РФ. Ч.4.

УДК 336.77.01

## Сущность кредитного риска в современной банковской деятельности

Т.А. Булатова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** банк, кредитная операция, кредитный риск.

*В статье дается общая характеристика риска. Рассматриваются кредитные операции как один из главных видов банковской деятельности. Выделяются основные подходы к определению сущности и природы кредитного риска. Уточняется его понятие.*

Современное предпринимательство невозможно без риска. Абсолютно любая коммерческая деятельность постоянно сопровождается многочисленными рисками. Риск представляет собой элемент неопределённости, который может отразиться на деятельности того или иного хозяйствующего субъекта или на проведении какой-либо экономической операции. Его особенностью является, то, что добиться желаемого уровня прибыли можно только, соглашаясь на риск. Но при этом ситуация может сложиться таким образом, что появятся обстоятельства, повлиять на которые иногда невозможно. И в результате ожидаемая прибыль может превратиться в убыток.

Банк, как любая коммерческая организация, преследует своей задачей получение прибыли, которая обеспечивает надежность и устойчивость его функционирования и может быть использована для расширения его деятельности [1]. Направленность на прибыльность банковских операций неразрывно связана с постоянными рисками.

Одними из важнейших видов банковской деятельности являются кредитные операции, так как они составляют одну из наиболее доходных активных операций кредитных организаций. Кредитные операции являются источником формирования основной части чистой прибыли банка, отчисляемой в резервные фонды и идущей на выплату дивидендов акционерам. Из этого следует, кредитный риск выступает как основной вид банковского риска.

Сущность кредитного риска тесно связана с процессом движения ссудного капитала, то есть кредитом. Любая из стадий движения ссужаемой стоимости может быть сферой возникновения кредитного риска. Общим свойством кредитной сделки является принцип возвратности, который охватывает все стадии движения ссужаемой стоимости. Следовательно, нарушение этого свойства кредита по какой-либо причине приводит к появлению неблагоприятных последствий или другими словами к кредитному риску.

Кредитный риск представляет собой риск неспособности заемщиков исполнять свои обязательства перед кредитной организацией. Вероятность его возникновения существует в процессе осуществления ссудных и приравненных к ним операций, и также в результате некоторых забалансовых операций. К ним относятся: привлеченные и размещенные и депозиты, полученные и предоставленные займы, требования кредитной организации по сделкам финансирования под уступку денежного требования, требования кредитной организации по оплаченным аккредитивам, требования кредитной организации по сделкам купли-продажи финансовых активов с отсрочкой платежа, требования кредитной организации по операциям лизинга и другие [2].

Даже при соответствующем обеспечении рискованность является свойством каждой кредитной операции, поскольку ее реальная эффективность в момент заключения кредитного договора неизвестна. Это обусловлено тем, что всегда существует вероятность того, что заемщик не захочет своевременно и в полном объеме выполнить свои обязательства перед кредитной организацией. Так же риск сохраняется при возникновении различных непредвиденных обстоятельств, таких как неплатежеспособность должника, банкротство поручителя, утрата заложенного имущества и т.д. К тому же сам кредитный рынок содержит в себе множество рискованных ситуаций, благоприятствующих появлению риска потери активов кредитной организации [3].

В настоящее время в научно-исследовательской литературе накоплен значительный опыт в вопросах определения понятия, сущности и природы риска. Так, среди зарубежных ученых существенные исследования в данном направлении проводили Дж.Ф.Синки, Е.Альтман, Л.Шустер, М. Гордии, Г.Бирман, С.Шмидт, С.Фингер, Х.Маусер, Д.Росен и другие. Большую ценность представляют так же труды отечественных исследователей, в их числе Бабичева Ю.А, Балабанов И.В., Лаврушина О.И., Альгина А.П., Кабушкин С.Н., Абалкин А.И., Белоглазова Г.Н., Мамонова И.Д., Панова Г.С., Шаталова Е.П., Усопкина В.М. и другие.

Проведенный анализ научно-исследовательской литературы, посвященной проблеме кредитного риска, показывает, что до сих пор в экономической науке нет общепризнанного определения кредитного риска. Существует достаточное множество трактовок понятия кредитный риск, и все они имеют разнообразные оттенки. Приведем некоторые из них:

Бабичева Ю.А определяет кредитный риск как риск невозврата заёмщиком основного долга и процентов [4].

По мнению Шаталовой Е.П. кредитный риск- это возможность потерь финансового актива в результате неспособности заемщиков исполнять свои обязательства по выплате процентов и основной суммы долга в соответствии с условиями договора [5].

В работах Лаврушина О.И. кредитный риск – это риск неуплаты заемщиком основного долга и процентов по кредиту [6].

Российское законодательство определяет кредитный риск как риск возникновения у кредитной организации убытков в результате неисполнения, несвоевременного либо неполного исполнения должником финансовых обязательств перед кредитной организацией в соответствии с условиями договора [7].

Кредитный риск представляет вероятность невыполнения договорных обязательств заемщиком или контрагентом перед кредитной организацией [8].

Рассмотрев, многочисленные варианты определения кредитного риска, следует отметить, что одни авторы используют в определении кредитного риска слова «возможность, опасность». Отождествляя при этом кредитный риск с вероятной возможностью отказа заемщика от обязательств по предоставленному кредиту. При этом она может быть обусловлена как его нежеланием там и неспособностью.

Другие понятие «кредитного риска» связывают с получаемой банками прибылью, определяя при этом кредитный риск как вероятный ущерб (убыток) банка, связанный неисполнением заемщиком своих финансовых обязательств перед кредитной организацией по причине отказа или невозможности. Убыток банка может выражаться в снижении прибыли, сокращении стоимости активов.

Все эти определения, в конечном итоге, отражают единый подход авторов к проблеме кредитного риска как к максимально ожидаемому убытку, который может произойти с заданной вероятностью в течение определенного периода времени в результате уменьшения стоимости активов, в связи с частичной или полной неплатежеспособностью заемщиков. Этот подход отражает лишь одну отрицательную сторону воздействия кредитного риска на прибыль кредитной организации. В то же время возможен и положительный исход кредитной сделки, не исключая при этом присутствия определенного уровня риска на протяжении всего действия кредитного договора.

Из вышесказанного можно выделить следующие важные моменты, которые в совокупности отражают сущность кредитного риска.

Понятие кредитного риска тесно связано с понятием неопределенности.

Стоимостным выражением вероятности наступления позитивного или негативного результата от кредитной деятельности являются прибыль или убыток.

Процесс движения ссужаемой стоимости является сферой возникновения кредитного риска, а причинами его - различные рискообразующие факторы. [9].

На основании этого представляется возможным предложить следующее уточненное определение кредитного риска: «Кредитный риск – это возможное возникновение убытков на любой стадии процесса движения ссужаемой стоимости, связанное с уменьшением стоимости активов в результате неспособности или нежелания заемщика своевременно или в полном объеме исполнять свои финансовые обязательства перед кредитной организацией в соответствии с условиями кредитного договора».

В качестве достоинства предложенного определения перед другими существующими подходами можно выделить то, что в нем обозначена сфера возникновения кредитного риска. Так как следует не забывать, что сущность кредитного риска неразрывно связана с процессом движения ссудного капитала и может возникнуть на любой его стадии.

Резюмируя вышесказанное, следует отметить, что проведенный анализ финансово-экономической литературы, посвящённой проблеме кредитного риска, показал, что среди исследователей нет однозначного мнения относительно определения сущности риска. Это связано с тем, что категория кредитного риска является весьма сложной и многогранной и ее понимание развивается вместе с развитием экономики и общества. Кредитные риски - это риски, с которыми банки сталкиваются чаще всего, поэтому именно они во многом определяют результаты деятельности кредитной организации. Следовательно, пока существуют банки и осуществляемые ими кредитные операции, всегда будут актуальными и значимыми вопросы определения понятия, сущности и природы кредитного риска.

### **Литература**

1. Федеральный закон от 02.12.1990 N 395-1 (ред. от 29.12.2015) «О банках и банковской деятельности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 09.02.2016)
2. Печникова А.В. Банковские операции. – М.: Форум – Инфра-М, 2010. – с. 368.
3. Балабанова И.Т. Банки и банковское дело: учеб. пособие – СПб.: Питер, 2010. – с. 304.
4. Банковское дело. Справочное пособие. Под ред. Бабичевой Ю.А.,- М.: «Экономика», 2009.- с. 84.
5. Шаталова Е.П. Оценка кредитоспособности заемщиков в банковском риск-менеджменте: учеб. пособие / Е.П. Шаталова, А. Н. Шаталов. – 2-е изд., стер. – М.: Кнорус, 2012. – 168 с.
6. Лаврушин О.И., Банковские риски / Уч. пособие - М.: Кнорус, 2007. - 232 с
7. Письмо Банка России от 23.06.2004 N 70-Т «О типичных банковских рисках»
8. Указание Банка России от 15.04.2015 N 3624-У (ред. от 03.12.2015) «О требованиях к системе управления рисками и капиталом кредитной организации и банковской группы»
9. Шубина Е.В. Рост «плохих» кредитов беспокоит российские банки / Е.В. Шубина// Деньги и кредит. – 2009. № 8. – с. 21 – 26.

УДК: 374.1

## **Проблемы управления качеством образования в учреждении дополнительного образования детей (из опыта работы МАУ ДО “ДДЮТ” МО г.Братска)**

Е.Л.Груднина

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** проблемы управления качеством образования, дополнительное образование, качество образования, оценка качества образования.

*В статье описаны проблемы, сложившиеся на сегодняшний день в дополнительном образовании, касательно управления качеством образования в учреждении дополнительного образования детей. Представлены выдержки из результатов самообследования деятельности МАУ ДО «ДДЮТ» МО г.Братска за 2014-2015 года, касающиеся оценки качества предоставляемых услуг.*

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2020 г. одной из задач в сфере образования названо обеспечение качественного образования, независимо от местожительства граждан и от их платежеспособности.

Закон РФ «Об образовании» не определяет дополнительное образование детей как действующее в рамках стандартов. Содержание дополнительного образования не стандартизируется – оно безбрежно: педагог работает с ребенком в соответствии с его интересами, его выбором. Но в законе есть статья, в которой формируются определенные государственные требования к содержанию образования. Эти требования приемлемы к любому виду образования и к дополнительному, в частности. Выявляя особенность, специфику содержания дополнительного образования детей, необходимо также определить и характеристики качества дополнительного образования детей, некие правила, которыми бы руководствовались работники дополнительного образования от педагога до руководителя.

Качество образования – это совокупность существенных свойств и характеристик результатов образования, способных удовлетворить потребности самих обучающихся, общества, заказчиков на дополнительное образование.

Дополнительное образование детей, несмотря на все особенности организации, содержания и методики, подчиняется всем закономерностям образовательного процесса и нацелено на достижение качественного результата, за который, как и любая образовательная организация (п.7 ст.28 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ), учреждение дополнительного образования несёт ответственность.

В общеобразовательных учреждениях разработаны различные формы оценки качества образования (ЕГЭ, ГИА, контрольные и итоговые работы и др.). А вот для системы дополнительного образования характерно следующее:

1. отсутствие единых образовательных стандартов, в соответствии с которыми можно было бы проверить уровень развития детей в определённой деятельности, т.к. каждое учреждение дополнительного образования предоставляет свой перечень образовательных услуг с учётом запросов детей, потребностей семьи, особенностей социально-экономического развития региона и национально-культурных традиций.

2. отсутствие нормативно-правовой базы, регламентирующей данный процесс.

Соответственно возникает проблемный вопрос: как оценить качество образования в учреждении дополнительного образования, что для этого нужно определить?

После анализа литературных и интернет источников, можно прийти к выводу, что в педагогических исследованиях проблема управления качеством дополнительного образования детей оказалась в поле зрения лишь в недавнее время. Н.Ф.Родионовой и М.Р.Катуновой исследована проблема оценки эффективности реализации дополнительных образовательных программ на основе компетентностного подхода. Л.Г.Логиновой выполнено исследование, в котором выделены факторы и условия достижения качества дополнительного образования на уровне региональной системы образования. Не хватает специальных исследований проблемы управления качеством образования на локальном уровне учреждения.

Педагогов дополнительного образования, беспокоит проблема управления качеством образовательного процесса. На данный момент нет единой системы оценивания качества об-

разования в дополнительном образовании детей. Каждое учреждение дополнительного образования самостоятельно планирует процессы управления качеством образования.

Рассмотрим выдержки из результатов самообследования деятельности МАУ ДО «ДДЮТ» МО г.Братска за 2014-2015 года, касающиеся характеристик качества предоставляемых услуг.

Образовательный процесс в МАУ ДО «ДДЮТ» МО г.Братска осуществляется с учетом принципов добровольности, свободного выбора детьми видов занятий, их инициативы и самостоятельности. Каждый ребенок имеет право заниматься в нескольких объединениях, менять их.

Образовательные программы учреждения рассчитаны как на краткосрочный период обучения (1 год), что позволяет получить четкое представление и элементарные навыки практического применения в разных видах деятельности; так и долгосрочные (2-3 и более лет), формирующие базовые знания предмета. В 2014-2015 реализовывалась работа по 51 дополнительной образовательной программе из них 17– краткосрочных и 34 – долгосрочных. В обеспечении образовательного процесса отмечается общая тенденция к увеличению количества долгосрочных программ, что говорит о работе педагогов над повышением качества образования.

Для оценки усвоения обучающимися дополнительных общеобразовательных программ в учреждении разработана внутренняя система мониторинга, которая является инструментом оценки качества образования в нашем учреждении.

Мониторинг включает следующие направления:

1. Мониторинг оценки качества освоения программ. Осуществляется на основании локального акта, приказа директора учреждения и разработанной в учреждении методичкой. На основании этого каждым педагогом разработан пакет диагностических методик в соответствии с целями программы по следующим группам показателей:

- учебные (предметные и общеучебные знания, умения, навыки, приобретенные ребенком в процессе освоения образовательной программы);
- личностные (выражающие изменения личностных качеств ребенка).

Итоговая аттестация обучающихся учреждения проводится 2 раза в учебном году: промежуточная (декабрь) и итоговая (май). Формы аттестации выбираются в зависимости от возраста воспитанников, направленности, профессионализма педагога: открытые занятия для родителей и коллег, нетрадиционные виды занятий (путешествия, сказки), собеседование, зачет, реферат, защита творческого проекта или исследовательской работы, участие в конкурсах, выставках, выступление на концертах или соревнованиях.

Определение результатов обучения ребенка по дополнительной общеобразовательной программе содержит показатели, критерии, степень выраженности оцениваемого качества, возможное количество баллов, методы диагностики. Все данные о результатах обучающихся педагог заносит в диагностическую карту.

Анализ освоения обучающимися программного материала по дополнительным общеобразовательным программам (показатели на 1.04.2015г.)

Год обучения или Этап обучения	Минимальный уровень ( % )	Базовый уровень (%)	Повышенный уровень (%)	Творческий уровень (%)
1 – й	24%	41%	14%	21%
2 – й	12%	21%	36%	39%
3 – й и последующие	0%	5%	10%	82%

2. Мониторинг по составу детского коллектива:

Анализ численности воспитанников за 2014-2015г.

Месяц	Плановая численность по муниципальному заданию	Количество на 1 число месяца	выбыли	прибыли	Количество на 30-31 число месяца
сентябрь	1558	1558	нет выбывших	нет прибывших	1558
октябрь		1558	102	136	1592
ноябрь		1592	55	43	1580
декабрь		1580	53	19	1546
январь		1546	57	37	1526
февраль		1526	45	114	1595
март		1595	33	23	1585

Сохранность контингента воспитанников и посещаемость занятий.

Характеристики	Учебный год		
	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Сохранность контингента (среднее значение по организации)	98.6%	98.7%	98.8%
Посещаемость занятий (среднее значение по организации)	99.5%	99.7%	99.5%

3. Мониторинг достижений обучающихся на конкурсах различного уровня.

Отслеживается динамика участия обучающихся в конкурсах различного уровня, что позволяет оценивать качество образования по дополнительным общеобразовательным программам независимыми экспертами (оценка со стороны).

Уровень включенности учащихся ДДЮТ в мероприятия различной степени

Год	Городские мероприятия	Областные мероприятия	Всероссийские мероприятия	Международные мероприятия
2012-2013	9 мероприятий 119 участников	6 мероприятий 38 участников	4 мероприятия 11 участников	5 мероприятий 44 участника
2013-2014	14 мероприятий 107 участников	10 мероприятий 67 участников	10 мероприятий 51 участник	7 мероприятий 63 участника
2014-2015	16 мероприятий 77 участников	13 мероприятий 42 участника	5 мероприятий 15 участников	20 мероприятий 111 участника

Оценка качества участия (призовые места)

Год	городской	областной	всероссийский	международный
2012-2013	5 личных и 3 командных	2 личных и 1 командное	1 личное и 1 командное	9 личных и 2 командных
2013-2014	11 личных и 8 командных	6 личных и 8 командных	32 личных и 4 командных	15 личных и 2 командных
2014-2015	19 личных и 3 командных	19 личных и 29 командных	11 личных	65 личных и 3 командных

4. Мониторинг удовлетворенности образовательными услугами. Анкетирование родителей проводится как в традиционной форме, так и через сайт учреждения, мониторинг проводится ежеквартально. За отчетный период 2014-2015 учебный год, проведено 4 мониторинга с охватом родителей – 200 чел., воспитанников – 225 чел.

Большинство родителей довольны результатами занятий своих детей в студиях ДДЮТ и их достижениями. Они отметили, что находят взаимопонимание в контактах с педагогами, их дети с удовольствием посещают студии Дворца. Респонденты уверены в том, что педагоги помогают детям определять и развивать свои способности и интересы.

Итак, оценивание характеристик образования в учреждении дополнительного образования позволяет администрации спланировать работу по управлению качеством образования (в сторону стабилизации или повышения его качества), самому педагогу оценить качество результата, реализуемой им общеобразовательной программы, обозначить предпосылки к созданию конкретных критериев эффективности реализации дополнительных образовательных программ. В анализируемом учреждении оценка качества осуществляется путем самооценки, оценки администрации, оценки потребителями. Используется внутренняя система мониторинга. Оцениваются объекты, их деятельность и результаты, а именно: деятельность обучающихся; достигнутые результаты обучающихся; деятельность элементов учреждения (структурных подразделений, педагогов); результаты работы учреждения; результаты педагогов.

Каждое учреждение дополнительного образования непохоже друг на друга, каждое со своим многообразием общеобразовательных программ, со своей спецификой организации образовательного процесса. И, конечно же, чтобы выработать единый механизм управления качеством образования в учреждениях дополнительного образования, необходимы время и перспективные исследования в данной области.

### **Литература**

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» // Российская газета. № 5976, 31.12.2012.
2. Концепция развития дополнительного образования детей в Российской Федерации от 4 сентября 2014г. №1726-р// «Библиотечка для учреждений дополнительного образования детей» №5, 2014. -120с.
3. Малыгина Л.Б. Проблемы управления качеством образования в учреждении дополнительного образования детей //Вестник ПСТГУ IV: Педагогика. Психология 2009. Вып.2(13). С.88-96.
4. Сайт МАУ ДО «ДДЮТ» МО г.Братска//<http://ддют-братск.рф>
5. Социальная сеть работников образования. Лагутина С.И. «Управление качеством дополнительного образования» //<http://nsportal.ru/shkola/dopolnitelnoe-obrazovanie/library/2015/01/26/upravlenie-kachestvom-dopolnitelnogo>
6. Фестиваль педагогических идей «Открытый урок». Пластун О.Н. «Оценка качества дополнительного образования в учреждении дополнительного образования детей: основные задачи и пути реализации»// <http://festival.1september.ru/articles/511997/>

УДК 352/354

## **Проблемы муниципального управления в малых городах России**

**Н.Г. Куличкова**

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** малые города России, социально-экономическое развитие, муниципальное управление.

*В статье представлен перечень основных социально-экономических проблем, которые тормозят развитие малых городов России. В частности, проанализирована проблема муниципального управления в таких городах. К ним относятся качество управления, квалификация кадровых ресурсов органов местного самоуправления и многое другое. Установлено, что для большинства высококвалифицированных менеджеров работа в большом областном центре предпочтительнее, чем в районной администрации. Кроме того, статистика показывает, что среди специалистов, работающих в администрации малых городов*

*малая доля муниципальных служащих (всего 1%) – это дипломированные специалисты в сфере государственного и муниципального управления. Установлено, что малые города перестали быть централизованной системой распределения ресурсов, что ведет к их увяданию. На основе анализа проблем социально-экономического развития предложены решения по улучшению положения малых городов России, а также возможности их дальнейшего развития.*

С давних времен и по настоящее время малые города являются хранителями культурных ценностей общества, центром самобытности и традиций.

Согласно переписи населения, проведенной в 2010 году, из 1100 российских городов 936 (более 85 %) – это небольшие города с населением до 100 тысяч жителей, в которых проживает 27,3 млн человек [4]. Для устойчивого развития нашей страны приоритетной проблемой становится проблема развития и функционирования малых городов – каждого города в отдельности и всех вместе.

Во многих регионах малые города играют заметную роль в экономике. В них расположены предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции, небольшие горнодобывающие предприятия, предприятия тяжелой промышленности, машиностроения. Малые города зачастую функционально дополняют экономическую базу региональных центров, развиваясь как транспортно-распределительные центры, специализированные центры науки и научного обслуживания, в них размещены филиалы или подразделения предприятий крупных центров [3].

Несмотря на чрезвычайное социально-экономическое разнообразие, малые города России имеют ряд социально-экономических проблем:

- а) ограниченность ресурсов развития;
- б) невыгодные конкурентные позиции в привлечении инвестиций;
- в) миграция населения (в основном молодежи) в крупные города;
- г) сокращение производства;
- д) низкий уровень квалификации рабочей силы;
- е) неэффективность муниципального управления и многое другое.

Большинство проблем муниципального управления связано с отсутствием представления о городе как об объекте управления, без чего невозможно построить систему управления городом, которая позволяла бы местным органам власти наилучшим образом распоряжаться городскими ресурсами, выбирать наиболее рациональные инструменты управления, формировать социально-экономическую политику.

В настоящее время в условиях рыночной экономики малый город перестал быть важным элементом системы централизованного распределения ресурсов и в своем подавляющем большинстве не находит внутренних резервов для дальнейшего развития. Увядание малых городов является непреодолимой глобализационной тенденцией [4].

«Сегодня многие малые города оказались в зоне повышенного риска и в обозримом будущем могут навсегда исчезнуть с географической карты. В этой связи возникают отнюдь не риторические вопросы: есть ли у наших малых городов шансы на развитие и что следует предпринять для того, чтобы такие шансы не были упущены», – отметил директор департамента Торгово-промышленной Палаты Российской Федерации по работе с территориальными палатами Александр Рыбаков [5].

Переход городов России к самоуправлению сопровождался необходимой правовой средой, которая регламентирована основополагающими положениями статьи 8 Конституции Российской Федерации [1], Федеральным законом «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» от 06.10.2003 года [2]. Тем не менее, этот переход оставил открытыми множество методических и организационных вопросов, связанных с городским управлением. Например, каковы главные функции администрации города, критерии эффективности ее деятельности. Кроме того, при рассмотрении города как объекта управления возникает проблема разграничения: что относится к объектам прямого управления со стороны администрации, а что – косвенного?

Отсутствие четких и однозначных ответов на подобные вопросы серьезно препятствует качественному муниципальному управлению и ставит городских чиновников перед необходимостью принимать самостоятельные решения, которые не всегда отвечают интересам малого города.

Сложность управления городом заключается еще и в том, что объектом управления являются, с одной стороны, функциональные подсистемы самой администрации (кадры, финансы, муниципальная собственность, информационные ресурсы), а с другой – объекты здравоохранения, образования, социальной защиты, правоохранительные органы, жилищно-коммунальное хозяйство, городской транспорт и т.д. Такая многофункциональность городского управления характерна не для всех государств. Например, в США жилищно-коммунальное хозяйство не находится в компетенции муниципальных органов. Для управления системой образования там существуют специальные школьные округа, которые не совпадают с границами муниципалитетов [3].

Одним из факторов, определяющим эффективность городского управления в малых городах России, является качество муниципального управления. Распределение кадровых ресурсов в сфере городского управления неравномерно среди российских муниципальных образований и складывается в пользу малых городов. Для высококвалифицированных управленцев работа в большом областном центре предпочтительнее, чем работа в районной администрации. Для многих из них участие в местных выборах – это плацдарм для своего карьерного роста в вышестоящих государственных структурах. Тем самым происходит «утечка» высококвалифицированных управленческих ресурсов из малых городов.

Среди специалистов, работающих в администрации малых городов, преобладают лица с гуманитарным образованием (около 30%), экономистов (около 10%) и малая доля муниципальных служащих (всего 1%) – это дипломированные специалисты в сфере государственного и муниципального управления. В ряде малых городов среди муниципальных менеджеров встречаются те, которые не имеют высшего профессионального образования, что ведет к снижению эффективности управления муниципальным образованием.

Сложность муниципального управления, с одной стороны, и ограниченность кадровых, финансовых и информационных ресурсов – с другой, не позволяют администрациям малых городов системно управлять городскими ресурсами и решать наряду с оперативными стратегические задачи развития города.

В частности, для большинства малых городов актуальна проблема создания эффективной структуры городской администрации. Несмотря на то, что по закону выбор структуры местной администрации относится к разделу местных вопросов, которые каждое муниципальное образование вправе решать самостоятельно, на практике, и особенно в малых городах, в основе структуры городской администрации лежит отраслевой принцип. Это модель, которая сложилась еще в советское время и основана на бюджетном планировании. Функционально-отраслевая структура управления в принципе неэффективная и затратная. Следствием этой структуры является незаинтересованность руководителей отраслевых подразделений в сокращении расходов и улучшении управления.

Федеральным законом «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» от 06.10.2003 года допускается несколько вариантов структуры органов местного самоуправления [2]. Выбор представляется самим местным сообществом. Однако варианты распределения полномочий крайне небольшой. В основном все малые города преследуют схему «сильный глава местного самоуправления – слабый совет» или «выборный глава местного самоуправления, одновременно являющийся председателем представительного органа». В сельских муниципальных образованиях встречается следующая схема: «слабый глава местного самоуправления – сильный представительный орган».

Все это свидетельствует о системном кризисе в управлении малыми городами и межотраслевом характере проблем, для решения которых необходимо использовать программно-целевой метод, обеспечивающий переход к новой модели устойчивого развития муниципального образования.

Для решения проблем развития малых городов России в области муниципального управления необходима разработка ряда подходов, основанных на опыте как отечественных, так и зарубежных стран. Среди них можно выделить следующие:

- разработка программ содействия социально-экономического развития малых городов России на национальном и региональном уровне;
- вовлечение представителей малого и среднего бизнеса в процесс разработки социально-экономических программ по улучшению уровня развития малых городов;
- повышение значимости градостроительных проектов в системе стратегического планирования развития малых городов;
- проведение политики по выстраиванию вертикали власти в малых городах России;
- знакомство специалистов местного самоуправления с новыми подходами в управлении, обмен опытом с другими городами;
- прохождение курсов по повышению квалификации;
- обновление программного и аппаратного обеспечения администраций малых городов;
- активное взаимодействие органов местного самоуправления с народом.

Таким образом, разработка единой концепции социально-экономического развития с обоснованной постановкой целей, задач и механизма реализации позволит улучшить состояние малых городов России. Применение качественной системы стратегического управления малыми городами необходимо в условиях местного самоуправления.

### **Литература**

1. Российская Федерация. Законы. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон Рос. Федерации от 12.12.1993 : [ред. от 10.03.2016]. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. Версия Проф.
2. Российская Федерация. Законы. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон Рос. Федерации от 06.10.2003 № 131-ФЗ : [ред. от 15.02.2016]. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. Версия Проф.
3. Ветров, Г. Ю. Социально-экономическое развитие малых городов России / Г. Ю. Ветров, Д. В. Визгалов, Е. Ю. Елагина, Ю. С. Зайцева, Д. М. Ланцев, Н. И. Шевырова ; под ред. Г. Ю. Ветрова. – Москва : Фонд «Институт экономики города», 2002. – 102 с.
4. Заборова, Е. Н. Городское управление : [учеб. пособие / науч. ред. Ю. Р. Вишневский] / Е. Н. Заборова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. - Екатеринбург : Из-во Урал. ун-та, 2014. – 296 с.
5. Инновации : спасательный круг для малых городов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://kapital-rus.ru/articles/article/181704/>.

УДК 001.891.32

## **Роль стратегического менеджмента в управлении организацией**

**К.К. Малина**

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** стратегический менеджмент, принципы, методы прогнозирования, цель, миссия.

*В данной статье рассмотрены теоретические основы стратегического планирования в организации, его роль для успешного развития организации. Стратегия – это план дальнейшего развития на определенный период, а стратегический менеджмент - совокуп-*

*ность мер, предназначенных для динамичного развития организации в конкурирующей среде. Как правило, стратегическое планирование – это долгосрочное планирование. Также были рассмотрены методы прогнозирования, на которых основывается стратегический менеджмент. В группу этих методов входят экспертные методы, структурные, функционально-логистические, математические и прогнозирование по аналогии. Также есть группа принципов, которыми должен руководствоваться менеджер при долгосрочном планировании: принцип участия, непрерывности планирования, холизма, необходимости, эластичности, единства и полноты, точности и детализации, экономичности, оптимальности связи уровней управления.*

Современные тенденции развития систем менеджмента в организациях требуют от российских компаний внедрения стратегического управления в системе корпоративного менеджмента. В нынешней напряженной для российского предпринимательства обстановке, обусловленной мировыми макроэкономическими проблемами (мировой финансовый кризис), в качестве приоритетного направления развития организации стоит отдать предпочтение стратегическому менеджменту[1]. Система стратегического менеджмента в организации должна основываться на четком видении будущего компании, состоять из четкой последовательности решений, направленных на успешное развитие компании, а также учитывать современные тенденции развития на конкурирующем рынке. Немаловажным критерием является инновационность деятельности компании.

В данной статье будут рассмотрены теоретические основы стратегического планирования в организациях, а также основные методики и принципы прогнозирования перспектив деятельности организации.

Как показывает статистика за 2014, 2015 гг, одной из распространенных причин банкротства организаций является ошибочное, либо полное отсутствие стратегического планирования. Так что же такое стратегия и с чего начинается стратегическое управление?

Первоначально под стратегией в бизнесе понималось управление крупными предприятиями (в основном корпорациями, трастами, концернами и т.д.), а также большими запасами сырья, материалов, полуфабрикатов и готовой продукцией. Впоследствии взгляды на стратегию с позиции менеджмента стали более конкретизированными и четкими.

С позиции современной науки управления стратегический менеджмент можно представить, как отрасль теории и практики управления, предназначением которого является обеспечение эффективного и динамичного развития управляемой организации в условиях интенсивно меняющейся рыночной среды хозяйствования.

Основной целью стратегического менеджмента является обеспечение долгосрочного и устойчивого в конкурентной борьбе.

Данная цель может быть достигнута следующими способами:

- определение реального положения, которое занимает фирма на данном момент времени на рынке;
- обозначение основных требований и пожеланий руководства относительно рыночного положения на ближайшую и долгосрочную перспективу;
- разработка системы методов и способов, посредством которых управляемая организация в конкурентной борьбе может занять желаемое положение [2].

Стратегическое планирование включает в себя пять главных этапов. Без них не должно обходиться ни одно предприятие.

1. определение миссии. Миссия - это основная цель организации, смысл ее существования. Иными словами, миссия должна отвечать на вопрос для кого мы производим продукцию и какие потребности можем ею удовлетворить;

2. цели вырабатываются на основе миссии и служат критерием для последующей оценки результатов. Они должны быть конкретными, измеримыми, ориентированными во времени и быть достижимыми;

3. оценки и анализ внешней среды. Необходимо оценить влияние конкурентов, политической обстановки, рыночные факторы для выполнения следующего этапа;

4. SWOT-анализ. Это анализ слабых и сильных сторон организации, ее возможностей и угроз. Оценка ее потенциала;
5. и наконец, изучение стратегических альтернатив [3].

Основными методами и принципами стратегического планирования остаются экспертные методы, функционально-логистическое, структурное, математическое прогнозирование и прогнозирование по аналогии. Использование данного многообразия методов позволяет комплексно взглянуть на деятельность компании и разработать оптимальную стратегию достижения результата. Совокупность данных методов наглядно изображена на рисунке 1.



Рис. 1. Методы прогнозирования деятельности организации

Теперь более подробно стоит остановиться на каждой группе методов.

- экспертные методы представляют собой интуитивные знания о прогнозировании. Такие методы присущи только определенной категории исследователей, поэтому не могут использоваться всеми. Основными подходами являются мозговой штурм, метод Дельфи, круглый стол;

- функционально-логистические методы основываются на прогнозировании сценария в условиях дефицита информации;

- структурные методы используются при ситуативном подходе и системном представлении объекта исследования, так как позволяет решить проблему при существующих функциях. Самый распространенный прием - дерево решений или целей;

- математическое моделирование основано на расчете математических зависимостей между параметрами и значениями. К распространенным методам относят корреляционно-регрессионный анализ, факторный, стохастический анализ, спектральный анализ;

- прогнозирование по аналогии основано на опыте прошлых практик для объектов, имеющих схожие черты, параметры. Данный способ ограничен наличием прецедентов [4].

При создании системы стратегического планирования важно, чтобы она соответствовала основным принципам построения стратегических систем:

- принцип участия, прежде всего означает прямую вовлеченность в процесс планирования всех тех, кого оно непосредственно касается. Участие в планировании позволяет зримее участвовать в их достижении. «Лучше планировать для себя, неважно, насколько плохо, чем быть планируемым другими – неважно, насколько хорошо», – утверждает Рассел Акофф.

Основным последствием партисипативного планирования является уменьшение трудностей, с которыми обычно связано выполнение планов. Люди гораздо охотнее выполняют планы, в составлении которых они сами приняли участие. Благодаря участию выполнение становится неотъемлемой частью процесса планирования.

- принцип непрерывности планирования обеспечивает связь, преемственность и регулярную обновляемость информации по истечению планового периода.

В практике часто складывается ситуация, когда план утвержден, планирование приостанавливается до следующего аналогичного периода. Такой цикл «снова начать – снова закончить» повторяется регулярно, доказывая отсутствие непрерывности планирования

- принцип холизма состоит из двух частей: принципа интеграции и принципа координации. Предприятие может быть разделено на уровни. Каждый уровень – на единицы, различающиеся по функциям, продукции и т. д.

Координация охватывает взаимодействие единиц одного уровня. Интеграция – между единицами разных уровней. Принцип координации устанавливает, что деятельность единиц одного уровня, т. е. по горизонтали, следует планировать одновременно и во взаимосвязи.

Принцип интеграции устанавливает, что планирование, осуществляемое независимо на каждом уровне, не может быть таким же эффективным, как планирование во взаимосвязи на всех уровнях. Сочетание принципов координации и интеграции формирует принцип холизма, по которому чем больше элементов и уровней в системе, тем выгоднее планировать одновременно и во взаимозависимости.

Кроме этого в планировании используются принципы:

- необходимости. Обязательное применение планов в любой сфере деятельности является рациональным поведением людей. Прежде чем действовать, каждый должен знать, что хочет и может;

- эластичности. Приспособление первоначальных планов к изменяющимся условиям осуществляется путем введения плановых резервов по основным показателям, применения эвентуального (на случай) планирования различных ситуаций и распределения данных, использования оперативных планов для учета возникающих изменений среды, использования альтернативных сценариев развития;

- единства и полноты (системности). Системность достигается тремя основными способами:

1. наличием общей (единой) экономической цели и взаимодействием всех структурных подразделений предприятия по горизонтальному и вертикальному уровням планирования;

2. сопряженностью частичных планов структурных единиц фирмы и сфер деятельности (производства, сбыта, персонала, инвестирования и др.);

3. включением в план всех факторов, которые могут иметь значение для принятия решений;

- точности и детализации. Любой план должен быть составлен с достаточно высокой степенью точности для достижения поставленной цели. По мере перехода от оперативных краткосрочных к средне- и долгосрочным стратегическим планам точность и детализация планирования соответственно могут уменьшаться вплоть до определения только основных целей и общих направлений развития фирмы;

- экономичности. Расходы на планирование должны соизмеряться с полученными от него выгодами. Вклад планирования в эффективность определяется улучшением качества принимаемых решений;

- оптимальности. На всех этапах планирования должен обеспечиваться выбор наиболее эффективных вариантов решений. Выражается в максимизации прибыли и других результативных показателей фирмы и минимизации затратных при прогнозируемых ограничениях;

- связи уровней управления. Достигается тремя способами: детализацией планов сверху вниз; укрупнением планов снизу вверх; частичным делегированием полномочий [5].

Таким образом, можно сделать вывод о необходимости стратегического планирования в организациях любого масштаба. Порой отсутствие системы планирования может привести к необратимым последствиям в деятельности организации, даже к ее банкротству. Если организация не планирует свою деятельность, пусть даже на год-три, это косвенно говорит о том, что руководство не намерено вести деятельность по истечении данного периода времени и не предполагает возможностей развития организации. Поэтому стратегическое планирование имеет огромную роль в развитии организации. Оно включает в себя пять этапов, основывается на 10 принципах и руководствуется 5 методами. Закончить статью хотелось бы следующим изречением: «кто не планирует, тот планирует неудачу».

## Литература

1. Геращенко И.П. Финансовая стратегия: Инновационный аспект: монография / И.П. Геращенко. – Омск: Изд-во Ом. Гос. Ун-та – 2008. – 264 с
2. Стратегический менеджмент: Учебник для вузов / А.Н. Фомичев. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2014. – 468 с.
3. Планирование деятельности предприятия [Электронный ресурс] информационный сайт. URL: <http://www.grandars.ru/college/ekonomika-firmy/planirovanie-deyatelnosti-predpriyatiya.html> (дата обращения 18.03.2016)
4. Финансовая аналитика. Проблемы и решения (2011- ): научно-практический и информационный сборник [Электронный ресурс] информационный сайт. URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=276927](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=276927) (дата обращения 19.03.2016)
5. Характеристика стратегического планирования [Электронный ресурс] информационный сайт. URL: [http://edu.dvgups.ru/METDOC/EKMEN/ETR/PL\\_PRED/METHOD/UP/frame/3.htm](http://edu.dvgups.ru/METDOC/EKMEN/ETR/PL_PRED/METHOD/UP/frame/3.htm) (дата обращения 20.03.2016)

УДК: 378.147

## Использование проектных методов обучения в преподавании менеджмента в высшей школе

Р.А.Саутин

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** Методика преподавания менеджмента, проектные методы обучения, интерактивные методы обучения, инновационные образовательные технологии.

*В статье анализируются проблемы в системе профессиональной подготовки современных менеджеров в сфере высшего образования в России. Внимание акцентируется на интерактивных и инновационных методах обучения, способствующих решению обозначенных проблем. Рассматривается опыт использования проектных методов обучения, способствующих интенсификации учебного процесса, в педагогической практике отдельных преподавателей.*

Современные задачи модернизации высшего образования в России в большей степени продиктованы потребностью в конкурентоспособных специалистах, обладающих основными компетенциями, способствующими социальной мобильности и устойчивости на рынке труда. Реализация этих задач особо значима в контексте экономического образования, так как именно грамотные экономисты и менеджеры должны стать основой дальнейшего развития России.

Однако современная методика преподавания менеджмента сталкивается с рядом трудностей. В рамках данной работы не представляется возможным осветить все проблемы, существующие на сегодняшний день в системе профессиональной подготовки менеджеров. В связи с чем, мы остановимся на наиболее важной, на наш взгляд, проблеме – недостатке практического опыта у студентов и отсутствии стажировок, приближенных к рабочим реалиям.

Данная проблема вполне решаема. Ее устранению способствует использование интерактивных и инновационных методов обучения в образовательном процессе, а именно, проектных методов обучения. Целесообразно рассмотреть опыт использования проектных методов обучения в педагогической практике отдельных преподавателей. Изыскания такого рода имеют как научное, так и утилитарное значение, ведь именно кафедры менеджмента должны

выпустить качественный пласт управленцев, способных встать в авангарде будущего прогресса.

Как отмечает Н. Д. Стрекалова, суть метода проектного обучения состоит в том, что для решения выявленной проблемы обучающиеся выполняют определенные задания, связанные с разработкой проектов. Цель обучения состоит в том, чтобы научить менеджеров разрабатывать проекты, а не просто выполнять учебный план по образовательной программе. Нельзя не согласиться со Стрекаловой, что разработка проекта, несомненно, идет на пользу обучению, поскольку позволяет неопытным обучающимся получить первичный опыт, а практикующим менеджерам — дополнительный опыт. Значимость проектного опыта, полученного обучающимися в ходе разработки проектов, проявляется в том, что он учит людей думать, развивает их системное и логическое мышление, позволяет осмысливать свои действия и осознавать то, что они собираются делать. Все это подтверждает важность использования метода проектного обучения для формирования профессиональных компетенций современных менеджеров [1, с. 413].

Наиболее ярко проектное обучение отражено в работе группы авторов: А. М. Тетеревой, Е. А. Асташевой, Ю. Н. Ревякиной. На кафедре менеджмента и маркетинга Института экономики и финансов ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина разработана и применяется организационно-деятельностная игра, как метод, позволяющий активизировать учебный процесс и осуществлять мониторинг и оценку его качества. Основой игры служит проектная деятельность участников. Авторы акцентируют внимание на ряде особенностей проведения деловой игры по менеджменту.

В качестве темы деловой игры ежегодно обозначается имеющая практическую значимость комплексная проблема. Приведем примеры нескольких из них: «Выбор стратегии использования производственных инноваций в реинжиниринге бизнес-процессов». В соответствии с темой ставятся и проблемы, которые необходимо решить. В данном случае было три проблемы: «Обоснование необходимости процессного подхода в производственной и рыночной сферах: потери и приобретения»; «Выбор стратегии использования инноваций в реинжиниринге бизнес-процессов на производстве и в рыночных отношениях»; «Компетенции выпускников в сфере управления производственными и рыночными процессами в условиях вхождения России в ВТО». Вот уже другая тема: «Разработка бизнес-проекта в рамках целевой ведомственной программы «Начинающий фермер»». Соответствующие ей проблемы: «Выбор и презентация бизнес-идеи»; «Основы бизнес-планирования, менеджмента и программ Минсельхоза России»; «Выработка и принятие управленческих решений главой КФХ в соответствии с законодательством»; «Рекламный ролик о производимом продукте КФХ».

Авторы отмечают, что выбор темы, целей и задач игры основывается на реально существующих производственных и научных проблемах Омской области. Цель игры – развитие интеллектуального потенциала и навыков поиска обоснованных решений проблем аграрного сектора у студентов, опираясь на практический опыт сельскохозяйственных товаропроизводителей, теоретические знания, полученные в процессе проработки научной и специальной литературы, а также нормативных документов.

Со слов авторов, в процессе подготовки у студента формируется представление о функционировании предприятий в условиях рынка, он учится анализировать возможности и угрозы для деятельности предприятия; связывает внешнюю среду организации с внутренней, где особое внимание уделяется таким вопросам, как организационная структура и структура управления, бизнес-процессы, технологические аспекты производства, система менеджмента качества изготавливаемой продукции, межличностные отношения и принятие эффективных управленческих решений в условиях ограниченности во времени и ресурсах. Данные вопросы актуальны как для студентов, так и для сельхозорганизаций.

Авторы пишут, что задачи игры связаны с формированием у участников следующих общекультурных и профессиональных компетенций: готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе; способность проектировать организационную структуру, осуществлять распределение полномочий и ответственности на основе их делегирования; готовность к разработке процедур и методов контроля; способность эффективно организовать групповую ра-

боту на основе знания процессов групповой динамики и принципов формирования команды; способность к анализу и проектированию межличностных, групповых и организационных коммуникаций; способность оценивать условия и последствия принимаемых организационно-управленческих решений.

Как отмечают Тетерева и другие, практическим результатом участия студента в игре является формирование у него навыков работы в команде, выделение центров ответственности; постановка и достижение цели; получение конкретных результатов, оформленных в виде последовательности выполняемых шагов: от обозначения конкретной проблемы до ее решения. При этом происходит осмысление данной проблемы, как с теоретической, так и с практической точки зрения.

Авторы приходят к выводу, что игра позволяет использовать потенциал студентов, преподавателей, работников органов управления для решения актуальных социально-экономических проблем региона, изучения и оценки учебного процесса, совершенствования подготовки будущих специалистов и руководителей. Игровая форма дает возможность наглядно продемонстрировать общественное мнение о конкретных проблемах.

В процессе игры выявляются недостатки в содержании программ отдельных дисциплин и учебного процесса в целом. В результате проведения игры корректируются программы отдельных дисциплин, разрабатываются мероприятия, формируется тематика диссертационных исследований и выпускных квалификационных работ, которые ориентированы на решение проблем сельского хозяйства в регионе и совершенствование подготовки специалистов, а также усиление связи образования с практикой [2, с. 50].

О важности использования проектных методов обучения в образовательном процессе также сообщает С. В. Ратнер. Стоит отметить, что автор сторонник использования в процессе обучения концепции «learning by doing». Со слов Ратнера, это очень эффективный и мотивирующий способ обучения, так как студенты разрабатывают и в дальнейшем применяют на практике проекты, в основе которых лежат идеи самих студентов. Причем, в аудитории идет параллельная разработка нескольких проектов сразу, что создает конкурентную среду.

Ратнер пишет, что помимо авторской идеи, ключевым фактором мотивации к разработке проекта является потенциальная возможность его практической реализации – открытие собственного дела в будущем, участие в конкурсе на получение финансирования для дальнейших исследований, публикация научной статьи и т.д. Командная работа над проектом (по 3-5 чел.) и презентация каждого этапа разработки перед большой аудиторией (всей группой, приглашенными гостями, участие в дополнительных мероприятиях, выходящих за рамки образовательного процесса, и т.д.) являются дополнительными факторами мотивациями, позволяющими поддерживать высокий темп и достигать необходимого качества проработки теоретического материала [3, с. 54].

Практика использования проектного метода обучения широко представлена в работе Е. М. Скаржинской и Т. С. Смирновой. В частности, речь идет об использовании данного метода в рамках отдельно взятой дисциплины – «Экономики фирмы». Со слов авторов, суть метода заключается в том, что студенческая группа разбивается на команды, создающие свой проект – модель экономической организации с описанием всех ее основных технологических, экономических и организационных характеристик, процессов, внутренних и внешних связей. Результатом работы является разработанная командой модель «виртуальной фирмы», отражающая все стороны деятельности предприятия – производственной, финансовой, организационной. В конце семестра команда защищает свой проект, оценка которого зависит от полноты охвата различных сторон деятельности фирмы, обоснования методов расчета, обоснований для определения цен и тарифов, логики построения модели и качества презентации. Разработка модели «виртуальная фирма» включает несколько этапов, каждый из которых требует усвоения определенных разделов и дидактических единиц «Экономики фирмы».

Всего у авторов представлено одиннадцать этапов, из названия которых ясно о чем в них идет речь. Обозначим каждый из них. **Первый этап:** товар, технология, производственная и организационная структура его производства. На **втором этапе** определяются основные фонды предприятия, описывается их структура и стоимостная оценка. На **третьем этапе**

команды определяют потребность в оборотных средствах, включая сырье и комплектующие, а также вспомогательные материалы, водные и энергетические ресурсы, используемы в производственном цикле. **Четвертый этап** – персонал и заработная плата. **Пятый этап** – финансовые ресурсы предприятия. **Шестой этап** – организационно-правовая форма предприятия. **Седьмой этап** – затраты и себестоимость. **Восьмой этап** – цена продукции. **Девятый этап** – формирование прибыли. **Десятый этап** – определение точки безубыточности. **Одиннадцатый этап** – интерпретация и анализ модели.

По своей сути предложенная методика следует логике бизнес-плана: исходная точка – выявленная (или предполагаемая) потребность в товаре или услуге, промежуточные пункты – производство и его организация, далее – расчет финансовых показателей деятельности фирмы и условий ее безубыточности, и в заключение – перспективы и стратегии.

Авторы акцентируют внимание на том, что организация самостоятельной работы по проектной методике обеспечивается регулярным обсуждением проектов с преподавателем, практическими заданиями по темам дисциплины с привязкой к конкретным проектам, дискуссиями в группе и, конечно, контролем работы по этапам выполнения проекта.

Подводя итоги, авторы отмечают, что в результате использования проектного метода обучения студенты активно включились в работу. Это обусловлено следующими факторами: во-первых, связью с жизнью, с реальными условиями бизнеса, чего так не хватает в учебном процессе; во-вторых, самостоятельностью работы над проектом и ее творческим характером; в-третьих, созданием собственными руками «виртуальной фирмы», отвечающем потребности человека в игре. Авторы пишут, что в ходе работы над проектом студенты получали не только теоретические, но и практические знания об экономических и технологических сторонах деятельности предприятия, так как в ходе выполнения проекта команды неоднократно общались с менеджерами фирм, получали и уточняли технологическую и экономическую информацию об их деятельности. Авторы отмечают, что некоторые студенты всерьез задумались о реализации своих бизнес-проектов [4, с. 99].

Таким образом, мы видим, что проектные методы обучения обладают огромным потенциалом, а их использование в образовательном процессе может решить ряд острых проблем, существующих сегодня в системе профессиональной подготовки менеджеров. В связи с этим, нам кажется целесообразным, что опыт использования подобных проектных методов обучения стоит перенять и другим университетам. Особенно это касается периферийных вузов, так как, если темой проекта обозначить существующие в том или ином регионе социально-экономические проблемы, то такие мероприятия, возможно, помогут решить их.

## Литература

1. Стрекалова Н. Д. Профессиональная подготовка современных менеджеров в условиях стандартов третьего поколения: проблемы и пути их решения // Проблемы современной экономики. – СПб.: Научно-производственная компания «РОСТ» – 2011. – № 4. – С. 412–416.
2. Тетерева А. М., Асташова Е. А., Ревякина Ю. Н. Организационно-деятельностная игра как метод мониторинга подготовки менеджеров // Научно-методический электронный журнал Концепт – Киров: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании – 2014. – № S22. – С. 46–50.
3. Ратнер С. В. Интерактивные методы в образовательном процессе: возможности и ограничения // Методика преподавания экономических дисциплин: Материалы Четырнадцатых Друкеровских чтений / Под ред. Р. М. Нижегородцева. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А» – 2013. – С. 50–57.
4. Скаржинская Е. М., Смирнова Т. С. Проектный метод обучения: «виртуальная фирма» // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова – Кострома: изд-во Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова – 2014. – № 5. – С. 96–100.

УДК 331.1

## Основные подходы и методы оценки человеческого капитала организации: опыт зарубежных исследователей

В.А. Кудашкин, Н.Н. Наумова

**Ключевые слова:** человеческий капитал, экспертный, затратный, доходный методы оценки человеческого капитала, экономика труда и образования.

*В статье дан обзор истории формирования методологии оценки человеческого капитала. Авторами указаны три парадигматических подхода к оценке человеческого капитала, в рамках которых выявлено все многообразие методов исследования указанной проблемы, предложенных зарубежными экономистами. Материал изложен в хронологическом порядке – от концепций XVII в. до наших дней.*

Современное экономическое развитие общества привело к формированию новой экономики - экономики знаний и инноваций – являющейся прогрессивным этапом развития этой сферы жизнедеятельности. Основу описываемой экономики составляет человеческий капитал, ранее рассматривавшийся как затратный фактор, непроизводительная часть инвестиций. Сегодня человеческий капитал расценивается как главная движущая сила социально-экономического развития нашего общества.

Превращение человеческого капитала из социального фактора со знаком «минус» в прямую противоположность привело к необходимости формирования новой парадигмы развития общества, в рамках которой человеческий капитал занял ведущее место в национальном богатстве (до 80% у развитых стран) и в совокупном производительном капитале [10].

Итак, оттолкнувшись от определения человеческого капитала как совокупности интеллектуальных способностей и практических навыков, полученных в процессе образования и практической деятельности человека [19]. Человеческий капитал в широком смысле - это интенсивный производительный фактор экономического развития, развития общества и семьи, включающий образованную часть трудовых ресурсов, знания, инструментарий интеллектуального и управленческого труда, среду обитания и трудовой деятельности, обеспечивающие эффективное и рациональное функционирование человеческого капитала.

Вопросу оценки человеческого капитала предприятий посвящено достаточно большое число работ, как зарубежных, так и отечественных ученых, анализ которых показывает многообразие существующих подходов к решению той проблемы. Однако все концепции реализуются в русле двух основных подходов – затратного и доходного. Первый подход касается стоимостных оценок человеческого капитала (оцениваются реальные затраты на существование и воспроизводство человеческих ресурсов), второй - процедуры капитализации заработка (оценивается настоящая ценность будущего потока доходов индивидуума - чистого или валового дохода).



Инвестиционный (или дисконтный) подход был появившись не ранее 1980-х гг. и объединил в себе две исторически предшествовавших парадигмы оценки человеческого капитала.

Начало формированию методологии оценки человеческого капитала положил Уильям Петти (1623–1687 гг.). Он заложил основы теории трудовой стоимости (правда, источником этой стоимости у него является либо человеческий труд как таковой, либо совокупность труда и земли). Петти впервые выполнил подсчеты национального дохода и национального богатства Англии. Интересно отметить, что в национальное богатство Петти впервые включил не только материальное богатство, но и денежную оценку самого населения, чтобы таким образом оценить величину человеческого капитала - трудовых навыков и квалификации населения. Также он считал, что именно редконаселенность - подлинный источник бедности страны.

Ценность основной массы населения он оценил в размере двадцатикратного годового дохода, им приносимого. Ценность всего населения Англии он определил в 520 млн. фунтов стерлингов, а среднего индивида – в 80 фунтов. Оценки Петти достаточно произвольны – так, взрослого он оценивал вдвое дороже, чем ребенка, а моряка втрое дороже, чем крестьянина [9]. Величину заработка он определял путем вывода личного дохода из национального.

Уильям Фарр (1807-1883), будучи демографом и одним из организаторов британских переписей населения 1851, 1861, 1871 гг., усовершенствовал методику В. Петти для оценивания человеческого капитала. Особенность его метода заключалась в исчислении сегодняшней стоимости будущих чистых заработков индивидуума (будущие заработки минус личные затраты на жизнь). Как разработчик количественных способов сбора и обработки информации о населении (стандартизация и др.) он разработал серию таблиц смертности и здоровья, а также занимался изучением влияния различных факторов на здоровье населения. Фарр ввел в оценку Петти поправки, учитывающие возможность смерти и уровень здоровья [5].

К. Маркс (1818-1883) показал научному сообществу истинные заслуги Петти как экономиста, постоянно ссылаясь на него и давая высокую оценку «гениальнейшему и оригинальнейшему исследователю-экономисту». Петти был в истории экономической науки первым, кто стал прокладывать путь к идее абстрактного труда, которая легла в основу теории стоимости Маркса. Категория стоимости рабочей силы родственна понятию издержек ее воспроизводства, а при расчете ее величины за время жизни индивида в целом должна рассматриваться как все пожизненные затраты на содержание человека и инвестиции в его обучение. В своей известнейшей работе «Капитал» К.Маркс утверждал, что стоимость рабочей силы определяется затратами на поддержание жизни рабочего и должного уровня его работоспособности, на его достаточное обучение, образование и воспроизводство. Эти затраты значительно зависят от уровня экономического развития страны, природно-климатических условий, интенсивности и сложности труда, занятости женщин и детей. Стоимость рабочей силы проявляется в виде заработной платы, на которую дополнительно оказывают влияние ситуация в экономике и на рынке труда.

Э. Энгель (1821-1896), основным предметом штудий которого стала структура бюджетов рабочих семей, опирался на метод анализа стоимости производства [8]. Выращивание детей оценивалось им в категориях затрат на это общества, и эти затраты рассматривались как мера денежной стоимости ребенка, и, шире, человека в целом.

Г.Н. Тугускина выделяет в отдельную группу методики, предложенные учеными, работавшими в сфере страхования. Например, Т. Витстейн (1880-1949) рассматривал человеческие существа как основные фонды и использовал подходы к оценке человеческого капитала, разработанные У. Фарром (капитализированный заработок) и Э. Энгелем (стоимость производства). Интерес Т. Витстейна к концепции человеческого капитала сформировался под влиянием потребностей сферы страхования жизни и необходимости разработки справочных таблиц, используемых для расчётов величин исков на компенсацию за потерю жизни. Он предположил, что величина заработка за время жизни индивидуума равна затратам на его

содержание плюс затраты на образование. Следовательно, в момент рождения ценность человека равна нулю.

Американские экономисты и социологи Л. Дублин и А. Лотка (1880-1949) также работавшие в страховых компаниях, доказали ценность подходов У. Фарра и Т. Витстейна к исчислению человеческого капитала для установления сумм при страховании жизни. Определение денежной стоимости человека (но обязательно трудоспособного возраста и получившего образование) не представлял теперь никакой сложности, поскольку являл собой метод капитализации заработка индивидуума, за вычетом затрат на его содержание.

Такая методика оценки человеческого капитала имеет широкий потенциал, например, становится возможным расчёт экономической ценности человека для его семьи: после смерти работника семья беднеет на величину его вклада в нее, который равен величине дохода работника за вычетом расходов на его содержание. Аналогичным путем может определяться экономическая ценность человека для самого себя и для общества. В расчетах оценок человека для этих целей может использоваться метод капитализации валовых заработков (включая расходы на существование) или капитализация налогов, выплаченных государству данным человеком. Это усовершенствованный вариант метода Э. Энгеля.

После Второй мировой войны теория человеческого капитала стала основным достижением прежде всего экономики образования и труда. Для американских ученых оказался характерен инвестиционный подход к определению стоимости человеческого капитала, удачно объединивший черты исторически первенствовавших подходов (Г. Беккер, Б. Чисуик, Т. Шульц, И. Фишер, М. Фридмен).

Первым в этом ряду следует упомянуть профессора Чикагского университета Т. Шульца (1902-1998), лауреата Нобелевской премии 1979 г. «за новаторские исследования экономического развития в приложении к проблемам развивающихся стран». Его воззрения произвели переворот в экономике труда. Они позволили перейти от текущих одномоментных показателей к показателям, охватившим весь жизненный цикл человека, выделению «капитальных» инвестиционных аспектов в поведении агентов на рынке труда, признанию человеческого времени в качестве ключевого экономического ресурса.

Благодаря теории Шульца образовательные инвестиции стали рассматриваться как источник экономического роста, не менее важный, чем обычные инвестиции. Он впервые отметил, что длительное обучение сопровождается нарастанием физических и интеллектуальных нагрузок, а продолжительное накопление человеческого капитала увеличивает потерю дохода индивидуумом. По мнению Шульца, для слаборазвитых стран инвестиции в человеческий капитал и сельское хозяйство важнее, чем капиталовложения в машины и заводы. Он призывал традиционных экономистов отказаться от того, что считал «интеллектуальными ошибками», особенно от их стремления учесть стоимость земли, вместо того чтобы делать упор на «качество человека как участника производства». Стоимость образования являлась очевидной для фермерских и рабочих семей – современников исследователя, рассчитывавших на то, что их дети смогут пополнять семейные доходы в возможно более раннем возрасте. Однако этот факт игнорировался экономистами, а когда был выдвинут Шульцем в качестве предмета исследования, то был объявлен ими спорным [7].

Шульц, заинтересовавшийся скоростью, с которой проигравшие во Второй мировой войне Германия и Япония (в отличие от Британии) сумели восстановить солидный урон, понесенный ими в боевых действиях, пришел к выводу, что это было результатом активной деятельности здорового и образованного населения. Образовательная система указанных стран помогла воспитать ценные и высокопродуктивные кадры, а хорошо организованная система здравоохранения поддерживала эти кадры на эффективном уровне. Это позволило Шульцу сделать вывод о том, что развитие экономики базируется прежде всего на «качестве» населения - трудоспособности в самом широком смысле этого слова. С другой стороны, им был отмечен кумулятивный эффект - полученное образование делает человека не только более эффективным работником, но и более эффективным учеником. Кроме того, чем более одарен человек, тем меньше затрачивает он усилий на приобретение новых знаний, т.е. тем меньше издержки он несет и тем выше расположена кривая его спроса на услуги образования.

По методике Т. Шульца величина общего фонда образования равна стоимости одного года обучения каждого уровня (с учетом потерянных за этот год заработков), умноженной на число человеко-лет образования (с поправкой на неодинаковую продолжительность учебного года), накопленного населением страны к тому или иному моменту времени. Применение такого параметра как интеллектуальный капитал, впервые введенного в 1969 г. экономистом Д. Гэлбрейтом, позволило исследователю выйти на такой важный показатель экономической эффективности человеческого капитала как уровень интеллектуальности производства (квалификационной емкости производства). Он исчисляется как отношение фонда образования (интеллектуального капитала) к валовому национальному продукту и показывает, сколько денежных единиц, аккумулированных в образовательном фонде, приходится на каждую стоимостную единицу произведенной продукции.

Хотя основной вклад в популяризацию идеи человеческого капитала был внесен Т. Шульцем, классиком современной экономической мысли следует считать Г. Беккера (1930-2014), лауреата Нобелевской премии 1992 г. «за распространение сферы микроэкономического анализа на целый ряд аспектов человеческого поведения и взаимодействия, включая нерыночное поведение».

Так Г. Беккер предлагает каждого человека рассматривать как комбинацию одной единицы простого труда и известного количества воплощенного в нем человеческого капитала. Следовательно, и заработную плату, получаемую любым работником, также можно рассматривать как сочетание его рыночной цены и рентного дохода от вложенного в него человеческого капитала. Человеческий капитал - это имеющийся у каждого запас знаний, навыков, мотиваций. Инвестициями в него могут являться образование, повышение квалификации, охрана здоровья, мобильность и т.д.

«Экономический подход к социальным вопросам», как определял сам Беккер суть своей теории, был проигран им на примере нерыночных форм деятельности, например, преступности, брака, сексуальной активности, суицидов и даже при объяснении иррационального и альтруистического поведения [6].

Беккер считал, что при вкладывании средств в образование учащиеся и их родители ведут себя рационально, взвешивая соответствующие выгоды и издержки. Подобно обычным предпринимателям, они сопоставляют ожидаемую предельную норму отдачи от таких вложений с доходностью альтернативных инвестиций. В зависимости от того, что экономически целесообразнее, принимается решение либо о продолжении учебы, либо о ее прекращении. Нормы отдачи выступают как регулятор распределения инвестиций между различными типами и уровнями образования, а также между системой образования и остальной экономикой. Высокие нормы отдачи свидетельствуют о недоинвестировании, низкие - о переинвестировании.

Помимо теоретического обоснования Беккер первым осуществил и практический, статистически корректный подсчет экономической эффективности образования. Для определения дохода, например, от высшего образования из пожизненных заработков тех, кто окончил колледж, вычитались пожизненные заработки тех, кто высшего образования не получил, при этом в составе издержек на обучение учитывался и недополученный за годы учебы доход. Определив отдачу от вложений в учёбу как отношение доходов к издержкам, Беккер подсчитал рентабельность вложений в человека. По выкладкам Беккера оказывалось, что в США отдача высшего образования находится на уровне 12-14% годовой прибыли, превышающем показатели прибыльности для большинства фирм. Это подтверждало его предположение о рациональности поведения студентов и их родителей. Более того, по подсчётам Беккера, инвестиции в человеческий капитал в США приносят более высокую норму процента, чем инвестиции в ценные бумаги.

Г. Беккер вместе с Б. Чисуик разработали единую формулу для расчета доходов владельцев как человеческого капитала, так и физического капитала (собственности). По их мнению, «общий заработок любого лица, после того как он закончил инвестирование в человеческий капитал, равен сумме доходов на эти инвестиции и заработков от его первоначального человеческого капитала» [13].

$$E_i = X_i + \sum_{j=1}^m r_{ij} \times C_{ij},$$

где  $E_i$  — доход (заработок) определенного лица;  $X_i$  — эффект от первоначального капитала этого лица;  $i$  — процентная ставка;  $j$  — определенные инвестиции;  $r_{ij}$  — норма дохода этого лица на его инвестиции;  $C_{ij}$  — стоимость этих инвестиций. Сформулированная ими модель стала основной для всех последующих исследований в этой области.

Джекоб Минсер (1922 г.рожд.) считается еще более ранним исследователем человеческого капитала, чем Т. Шульц и Г. Беккер, хотя эта честь нередко приписывается именно им. В 1958 г. была опубликована статья Минсера «Инвестиции в человеческий капитал и персональное распределение дохода», которая, по мнению биографа Минсера М. Блауга, явилась первой попыткой создания модели, где характерные особенности распределения доходов объяснены исключительно на основе различий между индивидами с точки зрения полученного профессионального обучения. На базе статистики США 1980-х годов исследователь выявил зависимость эффективности человеческого капитала от числа лет общего образования, профессиональной подготовки и возраста работника.

Минсер одним из первых сформулировал так называемую «функцию доходов», в соответствии с которой индивидуальный доход зависит исключительно от продолжительности обучения (уровня полученного образования) и стажа практической работы. Одной из наиболее оригинальных его идей является концепция «over-taking period» (периода обгона). Некоторые соискатели работы выбирают самую высокооплачиваемую из тех, которые им доступны, другие — ту, за которую сегодня платят меньше, но завтра будут платить больше; кроме того, молодые люди часто меняют место работы. Однако после 7-8 лет работы на производстве работники в возрасте до тридцати лет, занимавшие сначала низкооплачиваемые должности, «перегоняют» тех, кто получал изначально больше. Минсеру удалось доказать, что большую часть всех различий в доходах молодых мужчин и женщин можно объяснить с помощью «функции заработка» — экспоненциальной зависимости двух переменных — времени и размера заработной платы.

В книге «Участие замужних женщин в рабочей силе» вне рыночное поведение в семье рассматривалось в сочетании с поведением на рынке труда. В частности, Минсер считает, что причиной более низкой оплаты труда женщин является скорее не дискриминационная практика работодателей, а то, что большинство женщин вынуждены прерывать свою карьеру, в результате чего их производственный стаж и практический опыт меньше, чем производственный стаж и практический опыт мужчин. Позднее Минсер применил «новую» семейную экономику для объяснения демографических изменений и миграции населения [2].

М. Фридмен (1912-2006) под человеческим капиталом понимал некий фонд, который обеспечивает труду перманентный доход, представляющий собой средневзвешенную величину ожидаемых поступлений, рассматривая имущество и доход как взаимосвязанные явления. Он рассматривал среднюю доходность от пяти различных видов имущества: денег, облигаций, акций, предметов потребления длительного пользования и человеческого капитала. Человеческий капитал, таким образом, выступает у Фридмена как альтернатива материальным ценностям. Данная методика позволяет учитывать лишь суммарный имущественный доход индивидуума, не отражая многие качественные показатели, используемые для анализа человеческого капитала, а также дополнительные затраты на человеческий капитал.

Фридман известен как последовательный сторонник классического либерализма, доказывавший нежелательность государственного вмешательства в экономику. Либертарианские воззрения ученого на проблему человеческого капитала непригодны для применения в странах с переходной экономикой, например, России, поскольку это приводит к обнищанию огромного количества людей и невиданному обогащению крупных корпораций, выводу из-под контроля государства системы образования и медицины, и, в конечном итоге, — маргинализации значительной части населения.

Международные экономические и финансовые институты проявляют постоянный интерес к проблеме человеческого капитала. Экономический и социальный совет ООН ещё в

1970-х гг. подготовил документ по стратегии дальнейшего развития человечества, где была поставлена проблема роли и значения человеческого фактора в глобальном экономическом развитии. В этом исследовании были созданы методики расчетов некоторых составляющих человеческого капитала: средней продолжительности жизни одного поколения, длительности активного трудового периода, чистого баланса рабочей силы, цикла семейной жизни и др. В стоимость человеческого капитала включались стоимость воспитания, обучения и подготовки новых работников, стоимость повышения квалификации, затраты на удлинение периода трудовой деятельности, на потери в связи с болезнями, смертность и пр.

К. Б. Маллиган (1970 г. рожд.), профессор Чикагского университета, и Х. С. Мартин (1962 г. рожд.), профессор Колумбийского университета, предложили методику оценки запаса совокупного человеческого капитала с помощью системы индексов. Последним был введен индекс Всемирного распределения доходов, который используется для оценки уровня бедности и показателей неравенства. Применение этого индекса позволило опровергнуть распространенное и использовавшееся в т.ч. экспертами ООН и Всемирного банка мнение о том, что, хотя уровень бедности падает, число бедных людей увеличивается. Теперь считается, что снижаются оба параметра. Х.С. Мартин является также автором индекса глобальной конкурентоспособности, используемого с 2004 г.

Однако применение упомянутых индексов в анализе параметров человеческого капитала в США дал довольно тривиальные результаты. Исследователи установили, что уровень дохода работников прямо зависит от объема накопленной ими стоимости человеческого капитала, а производительность труда прямо зависит от его качества и продолжительности. Оценки базировались на средних сроках обучения и профподготовки работников в США по данным переписей.

Современный исследователь Я. Фитц-енц в качестве простейших подсчетов окупаемости инвестиций в человеческий капитал делил доход на число сотрудников. Это был первый показатель, появившийся в Докладе об эффективности человеческих ресурсов в 1985 г. В его концепции человеческий капитал связывается с таким способом оценки экономической прибыли как добавленная экономическая стоимость (EVA), предложенный в 1989 г. П. Финеганом. EVA рассчитывается как отношение чистого дохода от деятельности после уплаты налогов минус стоимость капитала к эквиваленту полной занятости (общее время вложенного труда, показывающая количество времени, затраченное на производство конкретной суммы прибыли).

Основные расходы на человеческий капитал, по мнению Фитц-енца – это зарплата и выплаты по льготам сотрудникам, оплата временных рабочих, убытки от отсутствия работников и от текучки кадров. Таким образом, добавленная стоимость человеческого капитала (HEVA) = [Прибыль – (Расходы – Зарплаты + Льготы)]/Эквивалент полной занятости [18].

Ставшее популярным в 1980-е годы предельно расширенное толкование понятия «человеческий капитал» дало несколько неожиданные результаты. Ряд экономистов (Л. Туроу, В.И. Марцинкевич, Дж. Кендрик) включает в него не только производительные качества индивидов и способность получать доход, но и социальные, психологические, мировоззренческие, культурные свойства людей. Рассмотрим этот подход на примере концепции Дж. В. Кендрика (1917-2009), профессора Университета им. Дж. Вашингтона.

Он предложил «расширенный» затратный метод расчета стоимости человеческого капитала - на основе статистических данных рассчитывать накопление инвестиций в человека. Эта методика оказалась удобной для США, где имеются обширные и достоверные статистические данные. Дж.Кендрик включил в инвестиции в человеческий капитал затраты семьи и общества на воспитание детей до достижения ими трудоспособного возраста и получения определенной специальности, на переподготовку, повышение квалификации, здравоохранение (сюда несколько неожиданно относятся расходы государства на охрану окружающей среды), на миграцию рабочей силы, вложения в ведение хозяйства, затраты на научные исследования и разработки. Этот метод не содержал методики выделения из общей суммы затрат части затрат, используемой на воспроизводство человеческого капитала, на реальное его накопление.

Дж. Кендрик подразделял знания, получаемые населением, на общеобразовательные, практические знания и «знания, предназначенные для развлечений». Общеобразовательные знания состоят из знаний интеллектуальных и духовных. Разница между ними заключается в том, что интеллектуальные - это знания об окружающем мире, человеческом обществе и культуре, а духовные - это знание о месте и назначении человека в мире и его главных жизненных ценностях. И интеллектуальные, и духовные знания человек получает с помощью любого вида гуманитарного образования, включая, например, религиозное образование. Хотя гуманитарное образование, по признанию самого Дж. Кендрика, способно приносить «доход только в неденежных, психологических формах», на его взгляд, это обстоятельство «не лишает нас оснований квалифицировать созданный ею (образованием) запас знаний как капитал». Практические знания рассчитаны на то, чтобы подготовить людей к конкретным видам трудовой деятельности, их получают в процессе образования лишь частично, а в основном за счет профессиональной подготовки. Именно практические знания наиболее ценны как «специально направленные на увеличение способности человека создавать доход».

Вклад науки (НИОКР) в человеческий капитал исследовал Национальный научный фонд США. Разработанная им методика Фраскат («Руководство Фраскат») основана на детальной информации о затратах на науку в США, начиная с 1920 г. Она стала международным стандартом для сравнительного анализа результатов научных исследований. В методике учитывался временной лаг между периодом осуществления НИОКР и периодом их воплощения в накопленном человеческом капитале как приросте запаса знаний и опыта. Средний срок службы этого вида капитала был принят равным 18 годам.

Значительный вклад в разработку расширенной трактовки человеческого капитала (как части национального богатства) внесли аналитики Всемирного банка, которые опубликовали серию работ, обосновавших эту концепцию, в которой обобщены результаты и методы оценки человеческого капитала различных школ и авторов. Ими был, пожалуй, наиболее полно реализован дисконтный (инвестиционный) подход к оценке стоимости человеческого капитала. Их подход подразумевает, что на первом этапе при заданной норме доходности совокупного национального богатства вычисляется его стоимость. Затем из полученной величины вычитается стоимость земли, полезных ископаемых, лесных и морских ресурсов, производственный капитал и другие активы. В результате остается стоимость человеческого капитала, рассчитанная же по этой методике, она составляет даже в бедных странах около половины национального богатства, а в развитых странах - около трех четвертых. На национальном уровне возникают сильные синергетические эффекты, особенно в технологическом бизнесе, где повышенная концентрация высококвалифицированных специалистов порождает более высокую отдачу каждого из них. Ещё более значительны синергетические эффекты в области научных исследований.

Специалистами ВБ источники человеческого капитала были дифференцированы по группам затрат соответствующих направлений: наука, образование, культура и искусство, здравоохранение и информационное обеспечение. Инвестиции в безопасность населения обеспечивает накопление остальных составляющих человеческого капитала, обеспечивают реализацию творческого и профессионального потенциала человека, обеспечивают поддержание и рост качества жизни.

Основной проблемой, с которой приходится сталкиваться современным предприятиям - это оценка эффективности вложений в человеческий капитал. Сложности, возникающие при этом, в определенной мере объясняются тем, что инвестиции в человеческий капитал имеют ряд особенностей, отличающих их от других видов инвестиций. Например, отдача от инвестиций в человеческий капитал непосредственно зависит от продолжительности трудоспособного периода. Более ранние вложения в человека быстрее начинают давать отдачу, но более качественные и длительные инвестиции приносят более высокий и долговременный эффект.

Человеческий капитал не только подвержен физическому и моральному износу, но и способен накапливаться и умножаться. Если процесс увеличения опыта осуществляется непрерывно, то по мере использования человеческого капитала его качественные и количе-

ственные (качество, объем, ценность) характеристики улучшаются и увеличиваются. При формировании человеческого капитала же имеет место «обоюдный множительный эффект»: в процессе обучения улучшаются и возрастают характеристики и способности не только у обучаемого, но и у педагога. По сравнению с инвестициями в иные формы капитала инвестиции в человеческий капитал являются наиболее выгодными как с точки зрения отдельного человека, так и с точки зрения всего общества [4].

Считается, что затратный подход к оценке человеческого капитала достаточно корректен для развитых стран с эффективными государственными системами и эффективными экономиками, но дает значительную погрешность для развивающихся стран и стран с переходными экономиками. Для этих стран желательно применение доходного метода. Таким образом, анализ современных методов измерения человеческого капитала зарубежных исследователей показывает, что для большинства экономик мира (в т.ч. для отечественной) наиболее точны методы его измерения по его доле в национальном богатстве или в ВВП, как интенсивного производительного фактора.

### Литература

1. Беккер Г. Человеческий капитал (главы из книги) // США: экономика, политика, идеология. - 1993. - №11. С. 109-119. №12. С. 86-104.
2. Блауг М. Минсер, Джейкоб // 100 великих экономистов после Кейнса - СПб.: Экономикс, 2009. - 384 с. - С. 200-202.
3. Даниловских Т.Е., Авакян А.Г. Методики оценки человеческого капитала: подходы к классификации // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 6. – С. 108-111
4. Добрынин А.И., Дятлов С.А., Цыренова Е.Д. Человеческий капитал в транзитивной экономике: формирование, оценка, эффективность использования. – СПб.: Наука, 1999. – 309 с.
5. Звидриньш П. П. Уильям Фарр // Демографический энциклопедический словарь. - М.: Советская энциклопедия, 1985. – 608 с.
6. Капелюшников Р.И. Экономический подход Гэри Беккера к человеческому поведению // США: экономика, политика, идеология. - 1993. - №11. - С.17-32.
7. Корицкий А.В. Истоки и основные положения теории человеческого капитала // Креативная экономика. - 2007. - № 5. – С.3-10.
8. Корицкий А.В. Человеческий капитал как фактор экономического роста регионов России / Науч.ред. Т.В. Григорова. – Новосибирск: Изд-во СУПК, 2010. – 368 с.
9. Корицкий А.В. Введение в теорию человеческого капитала: учебное пособие. – Новосибирск: СибУПК, 2000. – 84 с.
10. Корчагин Ю.А. Российский человеческий капитал: фактор развития или деградации? – Воронеж: ЦИРЭ, 2005. - 252 с.
11. Корчагин Ю.А. Человеческий капитал и инновационная экономика России. Монография. / Ю.А. Корчагин. – Воронеж: ЦИРЭ, 2012. – 244 с.
12. Краковская И.Н. Измерение и оценка человеческого капитала организации: подходы и проблемы // Экономический анализ: теория и практика. – 2008. – № 19. – С. 41–50.
13. Макконнелл К.Р., Брю С.Л. Экономикс: принципы, проблемы и политика. Т. 2. - М.: ИНФРА-М, 2001. - 974 с.
14. Романтеев П.В. Аналитический обзор методик оценки человеческого капитала // Экономика, предпринимательство и право. – 2011. – №2. – С.25-37.
15. Стукач Ф.В., Лалова Е.Ю. Формирование и оценка базового человеческого капитала сельского хозяйства // Омский научный вестник. – 2012. - № 4. – С. 64-67
16. Тугускина Г.Н. Методика оценки человеческого капитала предприятий // Управление персоналом. – 2009. - №5. - URL <http://www.top-personal.ru/issue.html?1936>
17. Тугускина Г.Н. Основные подходы и методы оценки человеческого капитала в стоимости бизнеса URL [http://www.rusnauka.com/20\\_AND\\_2009/Economics/49162.doc.htm](http://www.rusnauka.com/20_AND_2009/Economics/49162.doc.htm)
18. Фитц-енц Як. Рентабельность инвестиций в персонал: измерение экономической ценности персонала // Под общ. ред. В.И. Ярных. – М.: Вершина, 2006. – 137 с.
19. Факов В. Я. Большой финансовый словарь. – М.: Международные отношения, 2011 – 1568 с.

УДК 332

## Анализ состояния жилищного фонда города Братска в современных условиях

Н.А. Свергунова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** социально-экономическое развитие города, обеспеченность населения жильем, аварийное и ветхое жилье.

*В работе рассматривается обеспеченность жителей г. Братска жилищным фондом, проблема переселения граждан из аварийного и ветхого жилья, объемы жилищного строительства.*

В соответствии со стратегическими направлениями социально-экономического развития города Братска, определенными среднесрочным планом социально-экономического развития города Братска на 2013-2017 годы, сформирована основная цель перспективного развития города – повышение качества жизни населения [1].

Основными комплексными целевыми индикаторами является коэффициент доступности жилья; обеспеченность населения жильем; доля семей, имеющих возможность приобрести жилье. Отсутствие нормальных жилищных условий у значительной части населения, проживающего в суровых природно-климатических условиях и неблагоприятной экологической обстановке во многом предопределяет отток населения в другие регионы страны.

В г. Братске разработана Муниципальная программа «Развитие градостроительного комплекса и обеспечение населения доступным жильем на 2014-2025 годы», основными задачами которой является:

1. Увеличение объемов строительства жилья.
2. Обеспечение жильем граждан, проживающих в ветхом и аварийном жилищном фонде, а также в жилых помещениях, непригодных для проживания, и жилых помещениях с высоким уровнем износа.
3. Оказание поддержки в обеспечении жильем молодых семей.
4. Оказание поддержки в обеспечении жильем отдельных категорий граждан.

Федеральным стандартом социальной нормы площади жилья определены следующие нормы обеспеченности населения жильем: 18 м<sup>2</sup> общей площади жилья на одного члена семьи, состоящей из трех и более человек, 42 м<sup>2</sup> – на семью из двух человек, 33 м<sup>2</sup> – на одиноко проживающих граждан.

Ожидаемыми результатами реализации муниципальной программы является увеличение к концу 2018 года общей площади жилых помещений, приходящейся в среднем на одного жителя, с 22 м<sup>2</sup> до 23 м<sup>2</sup>.

В целом по жилищному фонду города обеспеченность в среднем на человека составляет 21,9 м<sup>2</sup>, что является неплохим показателем (табл. 1). Однако, этот показатель достигается сокращением численности населения, а не строительством нового жилого фонда.

Таблица 1

Социально-экономические показатели г. Братска

Показатели	Год		
	2011	2012	2013
Численность населения (оценка на конец года), тыс. человек	243,9	241,3	238,8

Общая площадь жилых помещений, приходящая в среднем на одного городского жителя (на конец года), м <sup>2</sup>	21,9	22,2	21,9
---	------	------	------

В настоящее время, одной из проблем является состояние жилищного фонда, а также число очередников на получение жилья или улучшение жилищных условий.

Жилищный фонд г. Братска составляет более 5 млн. м<sup>2</sup>. На сектор индивидуального жилья приходится 0,5 млн. м<sup>2</sup> (9,4%), товарищества собственников жилья и жилищно-строительные кооперативы – 0,2 млн. м<sup>2</sup> (3,7%), ведомственный жилищный фонд – 0,1 м<sup>2</sup> (1,8%).

Из общего жилищного фонда полностью благоустроенный составляет 4,8 млн. м<sup>2</sup>, частично благоустроенный – 0,2 млн. м<sup>2</sup>, неблагоустроенный – 0,3 млн. м<sup>2</sup>. Средний износ жилищного фонда по городу составляет 45%. В ведении муниципалитета и управляющих компаний находится 4,5 млн. м<sup>2</sup> жилья (85,1% общей площади жилого фонда города), в которых проживает более 200 тыс. человек [2].

По данным статистики [3] можно отметить, что в настоящее время из общего жилищного фонда, обслуживаемого муниципалитетом и управляющими компаниями (4,5 млн. м<sup>2</sup>) более 70%, или 3,3 млн. м<sup>2</sup> жилья, требуют капитального ремонта. Наибольшую долю ветхого и аварийного жилищного фонда составляет малоэтажное жилье в деревянных домах. В ветхих и аварийных домах г. Братска проживает порядка 11 тыс. граждан (табл. 2).

Таблица 2

Коммунальная сфера г. Братска

Показатели	Ед. изм.	2010	2011	2012	2013	2014
Общая площадь жилых помещений	тыс. м <sup>2</sup>	5312.3	5335.6	5350.9	5238.8	5246.9
Общая площадь жилых помещений в ветхих и аварийных жилых домах	тыс. м <sup>2</sup>	163.6	181.8	178.7	163.3	163.1
Число проживающих в аварийных жилых домах	человек	9500	10700	10500	10200	11100
Переселено из ветхих и аварийных жилых домов за отчетный год	человек	-	280	349	225	366

Для решения проблем переселения граждан из ветхого и аварийного жилья и предоставления бесплатного жилья по социальному найму необходимо ввести как минимум 200 тыс. м<sup>2</sup> жилья.

Сегодня наблюдаются незначительное введение жилищного фонда в городе (табл. 3), что можно объяснить совокупностью следующих факторов:

- отсутствием достаточных средств на развитие инженерной инфраструктуры у МО;
- высокими процентами кредитования застройщиков;
- низкой покупательской способностью населения на вновь создаваемое жилье;
- низкой долей федерального софинансирования по реализации совместных программ по строительству социального и арендного жилья, переселению граждан из аварийного жилья.

Это то, что касается первоочередных задач местной администрации и входит составной частью в общий объем жилищного строительства, который предстоит осуществить в городе в расчетный период. В перспективе социальные ориентиры изменятся, поскольку потребность в жилье будет расти. В настоящее время в качестве такого ориентира на долгосрочную перспективу используется, как правило, номинальная обеспеченность жильем 30 м<sup>2</sup> в среднем на человека. И хотя реальный выход на указанную обеспеченность жильем будет зависеть от платежеспособности населения, такой ориентир позволяет еще оценить потенциальную потребность в площадках под жилищное строительство.

Таблица 3

Строительство жилья в г. Братске

Показатели	Ед. изм.	2010	2011	2012	2013	2014
Введено в действие жилых домов на территории муниципального образования	м <sup>2</sup> общей площади	37780	27466	20998	33816	17216
Введено в действие индивидуальных жилых домов на территории муниципального образования	м <sup>2</sup> общей площади	17341	15329	10796	11840	8744

Таким образом, чтобы выйти на номинальную обеспеченность к 2025 году из расчета 23 м<sup>2</sup> на человека, в Братске потребуется ввести около 1,5 млн. м<sup>2</sup> жилья. Чтобы добиться такого результата, среднегодовой объем ввода жилья за весь рассматриваемый период должен составлять соответственно 50 тыс. м<sup>2</sup> жилищной площади, что вполне реально для города с таким населением и высокоразвитым промышленным комплексом.

**Литература**

1. Интернет-ресурс: Администрация г. Братска <http://www.bratsk-city.ru/>.
2. Свергунова Н.А. Анализ рынка жилья в г. Братске / Молодая мысль: Наука. Технологии. Инновации: материалы VII (XIII) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: Изд-во БрГУ, 2015. – 255 с.
3. Интернет-ресурс: Федеральная служба государственной статистики <http://www.gks.ru/>.

УДК 338.46

**Инвестиционная политика в энергетике региона  
в условиях реформирования отрасли**

С.В. Латушкина

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** энергетика, инвестиции, инвестиционная политика, энергетическая безопасность

*Рассмотрены основные принципы формирования привлекательного инвестиционного климата в электроэнергетике в условиях обеспечения энергетической безопасности региона. Сформулированы основные условия, обеспечивающие устойчивое и эффективное инвестирование в региональной электроэнергетике.*

Электроэнергетика всегда занимала особое место в экономическом организме страны:

- обеспечивая производство электроэнергии – жизненно важного продукта, как для функционирования народного хозяйства, так и для поддержания современного качества жизни населения;
- являясь одним из ведущих потребителей продукции машиностроения, строительного комплекса страны;

- формируя широкое поле для научно-технического прогресса и применения новых технологий в процессах тепловой, атомной и гидрогенерации, передачи электрической энергии.

В настоящее время ситуация в энергетическом комплексе продолжает оставаться достаточно сложной. Она характеризуется высоким уровнем износа основных фондов, величина которого превышает 65%. Поддержание оборудования в работоспособном состоянии требует проведение постоянных ремонтных работ, что приводит к увеличению производственных затрат и, как следствие, к росту себестоимости производимой энергии. Ограничение на уровень устанавливаемых тарифов при высоких затратах на производство приводят к низкой рентабельности выпускаемой продукции.

В системе мер, направленных на преодоление сложившейся ситуации, особое внимание должно быть уделено активизации инвестиционных процессов в отрасли. Инвестирование является важнейшим видом деятельности в электроэнергетике, обеспечивающим стратегическую устойчивость энергоснабжения, то есть надежное и эффективное в долгосрочной перспективе снабжение потребителей за счет развития и технического обновления производственных мощностей.

Сегодня для разработки инвестиционных проектов и программ необходимо единство методологической и информационной базы, что позволяет упорядочить подготовительный процесс и облегчает в дальнейшем мониторинг данных проектов и программ. Это важно еще и потому, что реформирование электроэнергетики предполагает демонополизацию и развитие конкуренции не только в сферах производства и сбыта, но и в сфере оказания услуг. Следовательно, инвестиционные проекты могут разрабатываться различными организациями и при отсутствии единой методологической и информационной основы окажутся несопоставимыми. Необходимы действенные инструменты государственного регулирования инвестиционной деятельности. В странах с развитой рыночной экономикой государство в процессе регулирования инвестиционной деятельности принимает на себя одновременно несколько функций [1].

Первая функция – это регулирование (стимулирование или ограничение) общего объема капиталовложений частного бизнеса. По сути дела, это главная макроэкономическая функция по управлению инвестиционным процессом в развитой рыночной экономике, осуществляемая через политику ссудного процента, денежную, налоговую и амортизационную политики.

Вторая функция – это выборочное стимулирование капиталовложений в определенные предприятия, отрасли и сферы деятельности через кредитные и налоговые льготы, например, с помощью инвестиционного кредита.

Третья функция – это прямое административное вмешательство в инвестиционный процесс с целью ввода или вывода определенных производственных мощностей путем согласования планов и действий крупнейших корпораций.

В данном направлении и на уровне регионов имеется существенный резерв в управлении энергетической безопасностью.

Требуется разработка рациональной структуры органов управления инвестиционным процессом в электроэнергетике России в новых условиях, в первую очередь органов исполнительной власти на федеральном и региональном уровнях, которые займутся согласованием инвестиционных программ, включая порядок и условия строительства, финансирования объектов электроэнергетики, их консервации, вывода из эксплуатации и другими вопросами.

Необходим постоянный мониторинг выполнения инвестиционных программ развития электроэнергетики, независимо от видов собственности объектов электроэнергетики, с определением «узких мест» и принятием корректирующих мероприятий. Кроме того, региональные органы власти в рамках обеспечения энергетической безопасности должны проводить мониторинг развития электроэнергетики в регионе, условий ее развития, эффективности организации рынков. Основной целью анализа текущего состояния и перспективных условий развития электроэнергетики должно быть выявление тенденций развития, оценка их с точки

зрения соответствия принятых инвестиционных программ как требованиям стабильного и эффективного развития электроэнергетики, так и запросам потребителей электроэнергии.

Инвестиционная привлекательность региональной электроэнергетики зависит от уровня информационной открытости энергетических предприятий, который определяется полнотой, оперативностью, объективностью и достоверностью информации, обеспечением свободного доступа к ней заинтересованных лиц на основании федеральных законов, а также принятых в организации норм раскрытия информации о состоянии дел в различных сферах деятельности энергетического предприятия.

Необходимо соблюдать принцип де бюрократизации инвестиционного процесса в электроэнергетике, уменьшив излишнее вмешательство администрации регионов в экономическую деятельность электроэнергетических компаний (что не означает отсутствия контроля над столь значимым для экономики региона бизнесом), а также сформировать новый механизм регулирования и контроля в этом секторе, адекватный условиям и результатам либерализации в электроэнергетике. Процессы де бюрократизации должны также упростить механизм получения кредитов для реализации инвестиционных проектов.

На уровне региона потребуется деятельность по формированию кадрового состава вновь создаваемых электроэнергетических компаний, органов управления инвестициями, создание системы подготовки руководителей и повышения квалификации производственного персонала через разработку целевых учебных программ, учитывающих специфику электроэнергетики. Оценка компетентности менеджмента является одним из основных неформальных критериев оценки инвестиционной привлекательности компаний при определении возможного риска вложения в нее средств инвесторами.

Региональная политика должна обеспечить соблюдение приоритетности вложений инвестиций в наиболее актуальные для региона объекты электроэнергетики, критически важные для обеспечения энергетической безопасности региона. Таким образом, администрация регионов должна определить приоритеты и создать систему экономических мер, стимулирующих движение инвестиций в нужном направлении – например, предоставление гарантийных обязательств с целью снижения стратегических рисков инвесторов. Вариантами таких обязательств могут быть долевое финансирование, льготное кредитование, гарантированные закупки электроэнергии у сооружаемых электростанций и др. Одной из основных функций должно стать создание полного информационного обеспечения инвестиционного процесса, необходимого как региону, так и инвестору, включая:

- прогнозы спроса, ресурсов и цен на услуги энергетики;
- формирование четких региональных приоритетов в развитии энергетических объектов в территориальном и технологическом разрезе;
- обеспечение прозрачных схем страхования рисков инвесторов;
- прозрачную систему налогообложения и налоговых льгот для вводимых в действие энергетических объектов.

Целесообразно, по аналогии с общегосударственным фондом [2], создание регионального инвестиционного фонда, средства которого будут использоваться на бездефицитное развитие электроэнергетики, в первую очередь на гарантийные обязательства инвесторам с целью стимулирования к финансированию энергетических объектов. Деятельность регионального инвестиционного фонда должна быть ориентирована на поддержание требуемых темпов развития генерирующих мощностей, сетевого хозяйства и т.п. по следующим направлениям (рис.1):



Рис.1. Основные направления деятельности регионального инвестиционного фонда в энергетике

- финансирование работ по информационному обеспечению инвестиционного процесса;
- финансирование отобранных на этапе инвестиционного (системного) планирования проектов региональной важности или высокой социальной значимости;
- софинансирование проектов, включенных в корпоративные бизнес-планы энергетических компаний, в случаях возникновения у компаний дефицита собственных инвестиционных ресурсов, формируемых за счет прибыли и внешних инвестиций, включая косвенное участие в финансовой поддержке проектов, например, через субсидирование процентных ставок по кредитам, привлеченным компаниями под собственные проекты;
- страхование (хеджирование) рыночных рисков частных инвестиций, привлеченных в коммерческие проекты компаний или независимые проекты.

В качестве потенциальных источников формирования такого фонда могут выступать:

- средства от продажи муниципального имущества или имеющегося пакета акций энергетических предприятий, находящихся в совместной собственности;
- бюджетные средства (в рамках целевых инвестиционных программ);
- дивиденды по пакетам акций энергетических предприятий, находящихся в совместной собственности;
- средства самофинансирования в процессе деятельности фонда в виде выручки от продажи на рынке готовых объектов или пакета акций, арендных платежей при передаче в концессию, процентов за льготные кредиты и др.
- инвестиционная надбавка в тарифе (на начальном этапе).

На начальном этапе реформирования электроэнергетики средства фонда, видимо, могут использоваться преимущественно на прямые инвестиции. Однако впоследствии основным его назначением должно стать страхование стратегических рисков инвесторов.

С самого начала работа фонда как инвестора должна строиться на схемах проектного финансирования и рыночных принципах инвестирования:

- конкурсном подходе к отбору проектов на основе общесистемной оптимизации и оценки сравнительной эффективности инвестиционных альтернатив;
- требовании финансовой прозрачности проектов и жестком контроле за использованием инвестиций;
- предоставлении капитала на платной и возвратной основе и обеспечении прав собственности в проекте.

Инвестиционный фонд должен выступать как замыкающий инвестор в энергетике региона, участие которого будет способствовать росту активности энергетических компаний и внешних инвесторов в реализации проектов.

Усилия фонда как главного центра страхования инвестиционных рисков должны быть направлены на снижение неопределенности, с которой столкнутся инвесторы в ходе реформирования. Такая ситуация, например, может возникнуть при появлении новых субъектов рынка, у которых отсутствует кредитная история.

Система страхования рисков частных инвесторов, созданная на основе данного фонда, действительно будет способна решить эти задачи лучше, чем кто-либо еще, за счет объективных преимуществ:

- организации работы по инвестиционному (системному) планированию, которая позволит предоставить компаниям и инвесторам полное информационное обеспечение для стратегического планирования бизнеса;
- применения системного подхода при прогнозировании, что позволит предоставить инвесторам обоснованные гарантии на условия реализации проектов, в течение всего периода реформирования;
- использования средств инвестиционного фонда в качестве финансового обеспечения таких гарантий.

Наконец, еще одной задачей в процессе реформирования является определение организации, которая была бы способна осуществлять функции системного уровня управления

развитием электроэнергетики региона и управлять средствами инвестиционного фонда. Безусловным требованием при этом является обеспечение полного контроля региональными властями деятельности этой организации.

В рамках существующей системы ни один из региональных органов не обладает достаточными статусом и ресурсами для реализации такой задачи. Кроме того, прямое участие региональных структур управления в коммерческом управлении финансовыми средствами не согласуется с задачами функционирования органов власти и потребует серьезной организационной перестройки их аппарата.

Поэтому функции системного управления и функции управляющей компании инвестиционного фонда логично было бы передать бизнес-структуре, которая должна иметь ресурсы для осуществления системных функций и находиться под жестким контролем государства и региональных властей.

В то же время деятельность управляющей компании инвестиционного фонда органично связана с задачами обеспечения надежности функционирования электроэнергетики, которые вытекают из государственных приоритетов в сфере текущего управления и реализуются на региональном уровне гарантирующим поставщиком. В силу этого стратегически целесообразно обеспечить как можно более тесную интеграцию системного управления функционированием и развитием электроэнергетики в рамках единой корпоративной структуры.

Можно сформулировать следующие основные условия, которые, по нашему мнению, могут обеспечить устойчивое и эффективное инвестирование в региональной электроэнергетике в период реформ [3]:

- реорганизация существующей системы управления развитием региональной энергетики (включая планирование, организацию и финансирование проектов, а также управление производственными активами) должна идти параллельно с реформированием отрасли, энергетических предприятий;

- новая система управления развитием должна предусматривать важную роль региональных органов власти как гаранта региональной энергетической безопасности;

- органы региональной власти должны иметь эффективные финансово-экономические механизмы влияния и поддержки инвестиционных решений компаний и частных инвесторов в виде инвестиционных фондов развития электроэнергетики;

- используя финансовые и информационные возможности, органы региональной власти должны стать организатором комплексной системы страхования рисков инвестиций и выступать как «замыкающий» инвестор в реализации проектов;

- деятельность органов власти по оценке инвестиционных проектов должна базироваться на научной основе.

## **Литература**

1. Донцова Л.В. Система регулирования инвестиционных процессов в развитых странах // Менеджмент в России и за рубежом. – 2010. – № 5.

2. Веселов Ф.В. Организация устойчивого инвестиционного процесса при реформировании энергетики // Материалы открытого семинара «Экономические проблемы энергетического комплекса». 36-е заседание от 19.11.2003 – М.: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, 2003. – С.13–17.

3. Рясин В.И. Принципы формирования инвестиционной политики в энергетике региона // Вестник ИГЭУ. – 2005. – Вып. 4.

УДК 658:338.24

## Проблемы маркетинга персонала в организациях здравоохранения г. Братска

С.Н. Трифонова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** маркетинг персонала, организация здравоохранения, акушерство и гинекология.

*Уровень качества оказания специализированной медицинской помощи в учреждениях здравоохранения напрямую зависит от уровня профессиональной подготовки медицинского персонала, поэтому успешное функционирование лечебно-профилактических учреждений здравоохранения неразрывно связано с их способностью подбирать необходимый квалифицированный медицинский персонал. Именно с этой целью наряду с функциями планирования потребности в кадровых ресурсах, их обеспечении и использовании, необходимо внедрять и осуществлять в медицинских учреждениях грамотный маркетинг персонала. Дефицит квалифицированных медицинских кадров, как врачей, так и среднего медперсонала, резко ограничивает возможность пациентов на получение своевременного, грамотного и качественного лечения. На сегодняшний день это является одной из основных проблем системы здравоохранения. Но важно не забывать, что эта система обеспечивает сохранность здоровья всего населения. А нехватку кадров в таких подразделениях, как женские консультации, которые заботятся о здоровье будущих братчан, можно считать одной из главных проблем города Братска. Внедрение маркетинга позволит создать условия роста кадрового потенциала за счет поиска и привлечения из внешних или внутренних источников необходимых специалистов с оптимальными профессиональными параметрами.*

Возрастание роли маркетинга персонала в медицинской сфере на сегодняшний день обусловлено необходимостью взаимодействия между рынками рабочих мест, потенциальными работодателями медицинских кадров и самими медицинскими кадрами, а также потребностью кадрового регулирования и рационального использования потенциала специалистов внутри лечебно-профилактических учреждений.

Маркетинг персонала – вид управленческой деятельности, направленный на долгосрочное обеспечение организации человеческими ресурсами, образующими стратегический потенциал, необходимый для решения конкретных целевых задач [1].

Концепция маркетинга утверждает, что залогом достижения целей организации является определение нужд и потребностей целевых рынков (в нашем случае основным товаром на рынке труда выступают медицинские кадры) и обеспечение желаемой удовлетворенности более эффективными и более продуктивными, чем у конкурентов способами [2].

В маркетинге персонала можно выделить два основных направления. Рассмотрим, как каждое из них применяется сегодня в медицинских организациях города Братска на примере женских консультаций.

Первое (пассивное) направление занимается выявлением и покрытием потребностей медицинского учреждения в человеческих (трудовых) ресурсах, и представляет собой одну из функций службы управления персоналом. Однако эта функция осуществляется отдельно от других направлений работы с персоналом и часто заключается лишь в оформлении пакета документов при приёме медицинских кадров на работу, как в Женской консультации, так и во всём бесконечном множестве медицинских учреждений здравоохранения. Не редко это приводит к возникновению затяжных конфликтов в коллективе, неудовлетворенности медицинских специалистов своим трудом, их уходу из организации и как следствие этого - повы-

шению текучести кадров. Все это снижает качество оказания медицинских услуг, производительность труда и эффективность деятельности самого лечебно-профилактического учреждения. Нехватка врачей, особенно узких специалистов, и среднего медицинского персонала – такую картину мы можем видеть во всех муниципальных учреждениях здравоохранения города Братска. И без преувеличения можно сказать, что ситуация, когда невозможно записаться на приём к врачу, знакома практически каждому жителю нашего города. Получается замкнутый круг – пока у человека есть небольшие проблемы со здоровьем, он тщетно пытается записаться на приём к необходимому специалисту. За это время состояние его здоровья иногда усугубляется. В итоге мы получаем более тяжёлую форму заболевания, которую будет сложнее и дольше лечить. Здоровье – это главное богатство каждого человека. Поэтому рассматриваемая проблема имеет большое значение для всех жителей нашего города. Как сообщил на заседании депутат законодательного собрания от Братска Андрей Чернышёв, дефицит врачей в городе составляет более 400 человек [3].

Информация к размышлению: в женской консультации «Горбольницы №2» работает на данный момент 7 врачей акушер-гинекологов. Это самый лучший показатель по укомплектованности специалистами по сравнению с женской консультацией «Горбольницы №3», где работает 2 врача акушер-гинеколога, а также с женской консультацией ОГАУЗ «Перинатального центра», где имеются только 3 врача акушер-гинеколога, а на остальных участках приём ведут акушерки. Акушерки относятся к среднему медицинскому персоналу и не могут в полном объёме оказать качественный медицинский приём беременным женщинам, а также женщинам с гинекологическими заболеваниями, как это бы сделал врач акушер-гинеколог.

Второе (активное) направление маркетинга занимается решением более глубоких (стратегических) задач. Скажем сразу, что их внедрение в медицину ещё только предстоит осуществлять. Но мы можем рассмотреть и попытаться оценить возможные плюсы и минусы данного направления. Оно включает в себя следующие элементы:

Во-первых, это процесс приема медицинского персонала и расстановки специалистов, который на сегодняшний день осуществляется с помощью новейших методов отбора и найма персонала. В медицинской организации будет разрабатываться система поиска и найма персонала. Цена ошибки на этапе подбора персонала очень высока - все недостатки потенциального кандидата на занятие должности могут проявиться впоследствии уже в период его работы в медицине, провоцируя сложные ситуации вследствие неграмотно поставленного диагноза или некачественно оказанной медицинской помощи, принося прямые убытки от плохой работы и вред для здоровья пациентов. Поэтому в медицинских организациях должна разрабатываться система поиска и подбора персонала, направленная на минимизацию риска. Система должна включать разработку профиля вакантной должности (требования к личностным и деловым качествам человека, профессиональным навыкам; показатели результативности), формирование профессиональных тестов, разработку кейсов, подбор личностных тестов и тестов по определению способностей, уровня IQ[4]. Руководитель (заведующий отделением или главный врач) должен определять стратегию кадрового набора, принимать решение о том, каким источникам привлечения персонала - внутренним или внешним - следует уделять большее внимание.

Во-вторых, важным аспектом маркетинга персонала является оценка деятельности специалистов, причем как потенциальных кандидатов на занятие вакантных должностей, так и уже работающего персонала. Поэтому необходимо разрабатывать методики и процедуры оценки их деловых качеств, а иногда и личных, проявляющихся в процессе работы и оказывающих определённое – положительное или отрицательное влияние на результаты труда. В результате руководитель медицинской организации будет получать возможность сделать соответствующие выводы о профессиональной пригодности работников. Это позволит проводить мероприятия, связанные с заменой работников, неудовлетворяющих профессиональным требованиям, либо направленные на профессиональное и карьерное развитие сотрудников, что будет способствовать повышению качества, оказываемых медицинских услуг.

В-третьих, набранный медицинский персонал должен адаптироваться к новым условиям труда, пройти обучение соответствующим специальностям, в зависимости от поставлен-

ных задач, и изначального уровня подготовки медицинских специалистов. Надо сказать, что этот этап всегда осуществлялся в медицине, не зависимо от экономических трудностей и обеспеченностью кадрами. Но, несмотря на осуществление данных мероприятий, они не приносят желаемого результата из-за низкой мотивации потенциальных и уже работающих медицинских специалистов, а именно из-за низкого уровня заработной платы при наличии огромной моральной и юридической ответственности за здоровье и жизни пациентов и, особенно за жизни ещё не родившихся детей и беременных женщин. Что заведомо делает места в бюджетных организациях здравоохранения не такими привлекательными, как в частных кабинетах у предпринимателей, где оплата труда более весома и значительна. Поэтому пациенты становятся «заложниками» ситуации, когда получить бесплатную медицинскую помощь они не могут из-за отсутствия врачей в лечебных учреждениях здравоохранения, а на платный приём к необходимому специалисту не у всех хватает финансовых возможностей. Отсюда мы получаем рост заболеваемости населения. Потому, что пока пациент дожидается оказания специализированной медицинской помощи, его заболевание успевает осложниться и перейти в хроническую форму. Особенно часто в этих условиях оказываются самые незащищённые слои населения - это дети, люди пенсионного возраста и беременные женщины.

В-четвертых, очень перспективным направлением, является построение корпоративной культуры организации, позволяющей снизить потери от текучести кадров и в то же время закрепить корпоративные ценности у сотрудников. Чем больше степень участия персонала организации в проектах изменений, тем более вовлечен персонал в изменения, тем он мотивированнее на изменения [5].

И ещё очень важным фактором для эффективной работы организации является нормальный социально-психологический климат в коллективе. Когда работники хорошо мотивированы, их труд вознаграждается достойным образом (к сожалению, применительно к рассматриваемым бюджетным организациям, это зависит от экономической ситуации в стране), в коллективе сформирован конструктивный подход к решению конфликтных ситуаций, работники получают удовлетворение от процесса труда и межличностного общения.

Следует отметить, что оба рассмотренных направления маркетинга персонала не противоречат, а дополняют друг друга и их надо параллельно развивать, если медицинская организация хочет добиться успеха в своем сегменте рынка.

Таким образом, мы видим важность индивидуального подхода в работе к каждому медицинскому сотруднику, учитывая его собственные потребности, интересы и ценностные ориентации. А также на лицо необходимость мотивации труда медицинского персонала, так как в рыночной экономике на первом месте стоит удовлетворение материальных потребностей работников, способствующее эффективному и производительному труду на благо всей организации. Одновременно с этим необходимо учитывать и факторы нематериальной мотивации, оказывающей большое влияние на удовлетворенность своим трудом сотрудников. В то же время с точки зрения работодателя стимулирование и оплата труда должны не только способствовать повышению мотивации работников, но и быть экономически эффективными, т.е. соответствовать тем затратам труда работников, которые использовались в процессе изготовления продукции (в нашем случае – качественных медицинских услуг).

Маркетинговая стратегия управления человеческими ресурсами, является инновационным подходом к процессу управления персоналом и способствует модернизации экономики труда. Для муниципальных медицинских учреждений это совершенно новая форма управления персоналом. Поэтому предполагается продолжить работу в данном направлении.

### **Литература:**

1. Управление персоналом организации. /Под ред. Кибанова А.Я. – М.: ИНФРА-М, 1997 г. с.185.
2. Котлер Ф. Основы маркетинга. – С-Пб.: АО «Коруна» АОЗТ «Литера Плюс», 1994. с.24.

3. Власти Братска попросили область взяться за проблему нехватки врачей. [Электронный ресурс] информационный сайт. <https://ircity.ru/news/9484/#> (дата обращения 13.03.2016)
4. Шапиро С.А. Управление человеческими ресурсами. М.: Гросс Медиа, 2005 с.31.
5. И.И. Исаченко, О.И. Елизарова, Е.А. Кондрусь, И.С. Машинская. Управление человеческими ресурсами / Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 080200.62 «Менеджмент» (бакалавриат) [Электронный ресурс] <http://hi-edu.ru/e-books/xbook962/01/part-008.htm> (дата обращения 13.03.2016)

УДК 001.895-001.894.2

## **Инновационные разработки в охранном бизнесе**

**Д.С. Шамсутдинова**

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** инновационные технологии, оборудование, охранно-пожарные системы.

*Приведен краткий обзор истории развития охранного бизнеса в Российской Федерации. Представлен пример развития инновационных технологий (охранная GSM-сигнализация фирмы «Satel»).*

До конца 90-х годов установка охранных систем на объекты разных форм собственности была возможна только с помощью технических средств отделов Вневедомственной охраны (ОВО). В связи с тем, что оборудование, выпускаемое производителями охранных систем, было достаточно дорогим, а услуги охраны, оказываемые милицией, были существенно затратные для заказчиков, эта услуга была распространена в основном среди юридических лиц – магазины, торговые площади, склады, сберегательные кассы и другие.

В начале 2000-х годов согласно закону РФ от 11.03.1992 N 2487-1 "О частной детективной и охранной деятельности в Российской Федерации", стали образовываться частные охранные предприятия, которым давалось право на основании выданной лицензии предоставлять те же виды услуг, что и вневедомственная охрана, а именно оборудовать объекты техническими средствами, организовывать пультами центральной охраны (ПЦО), осуществлять вооруженную охрану объектов.

Частные охранные агентства стали применять технологии, ранее не использованные в деятельности вневедомственной охраны. Внедрение новых технологий позволило существенно сократить затраты на содержание комплекса предоставляемых услуг.

Например, вневедомственная охрана применяла оборудование только отечественного производителя, которое для передачи событий с объекта использовали телефонные линии связи. Такая схема работы подразумевала затраты на содержание инженерных городских систем связи (кабельных сооружений) и большого количества технического персонала. В частных охранных предприятиях начал применяться способ радиопередачи данных.

На данный момент кардинально изменился способ охраны и качество предоставляемых услуг:

а) существенно увеличилась скорость передачи событий и уменьшилось время реагирования на тревожные извещения;

б) появилась возможность оперативно анализировать неисправности и дистанционно производить наладку оборудования, что позволило не содержать большой инженерно-технический состав в организации;

в) новое применяемое оборудование позволило охранять объекты, которые по техническим причинам ранее невозможно было оборудовать техническими средствами охраны (например, дачи, гаражи и все не телефонизированные объекты).

В следствие этих изменений, произошел значительный приток клиентов, нуждающихся в вышеуказанных услугах.

С развитием рыночной экономики России, а особенно в последние 10 лет, существенно увеличилась конкуренция среди производителей приборов, датчиков и кабельной продукции, что, в свою очередь, способствует развитию инновационных технологий в данной отрасли. Новые технические средства позволили охраняемым организациям предлагать заказчикам новые услуги и способы охраны.

Примером развития инновационных технологий является охранная GSM-сигнализация фирмы «Satel» на базе модуля GSM LT-1 с возможностью оповещения о тревоге по сотовому телефону.

Модуль GSM LT-1 компании SATEL работает совместно с приемно-контрольными приборами (ПКП) охранно-пожарных систем (ОПС) и другим охраняемым оборудованием фирмы «Satel», использующим телефонную линию для передачи речевой или текстовой информации о тревоге. Программируемая GSM-сигнализация на базе этого модуля имитирует аналоговую телефонную линию при использовании сотовой связи и может отсылать SMS-сообщения на любой номер сотового телефона. Кроме того, в устройство заложена возможность совместной работы со станцией мониторинга STAM-1 для контроля состояния охранной сигнализации с помощью SMS-сообщений.

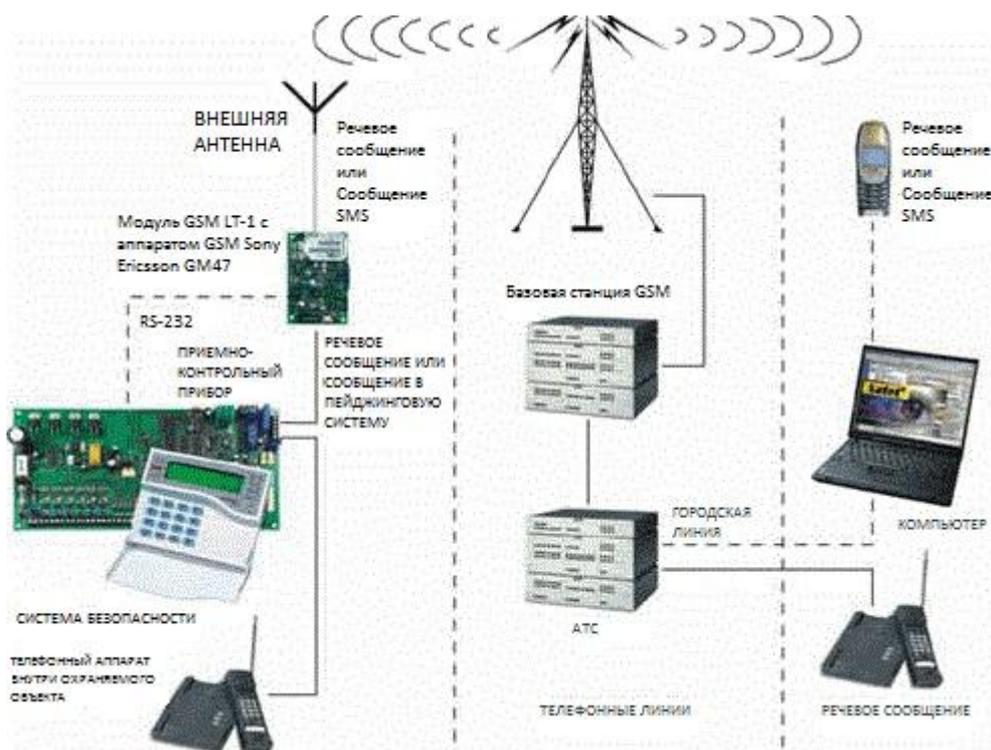


Рис.1. Подключение модуля к телефонной линии.

Связь с сотовой сетью GSM-сигнализация осуществляет через встроенный телефон Sony Ericsson GM47, а работает от источника постоянного тока с напряжением 10,5...14 В.

При подключении приемно-контрольного прибора «Satel» или стационарного телефона к клеммам модуля GSM-сигнализации, последняя имитирует аналоговую телефонную линию. При этом охраняемые устройства, подключенные к GSM LT-1, распознают модуль как обычную телефонную станцию. После «снятия трубки» каким-либо устройством ОПС модуль сигнализации генерирует непрерывный сигнал и аналогично телефонной станции воспринимает набор номера в тональном или импульсном режиме. Если первые 4 цифры наби-

раемого номера совпадают с запрограммированным «номером пейджера», то модуль GSM-сигнализации переходит в режим приема алфавитно-цифрового сообщения и передачи его в виде SMS. Кроме того, предусмотрена возможность приема звонка на номер SIM-карты, установленной в модуле.

Со станцией оператора сотовой связи GSM-сигнализация Satel связывается через встроенный в модуль промышленный телефон Sony Ericsson GM47, для активации которого необходима обычная SIM-карта. Эта карта устанавливается в специальное гнездо на плате с электронными схемами, а PIN-код можно ввести через компьютер с установленным на нем ПО DLOAD10 или через обычный телефон. В комплект поставки GM47 входит специальный провод с удобным и практичным разъемом MMCX для подключения к модулю GSM-сигнализации наружной антенны. Кроме того, Sony Ericsson GM47 может работать в широком температурном диапазоне от  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $75^{\circ}\text{C}$ , что является важной характеристикой при использовании сигнализации Satel в северных и восточных регионах России.

Любой приемно-контрольный прибор (ПКП), имеющий функцию отправки текстовых сообщений от системы ОПС на пейджер, при работе с устройством GSM Satel можно использовать для передачи SMS на сотовый телефон. В этом случае сообщение направляется на блок GSM-сигнализации, а не на станцию «пейджер». Для этого в ПКП необходимо запрограммировать номер телефона и загрузить в память контрольного прибора соответствующий текст для отправки. При записи номера в память ПКП необходимо также указать префикс с кодом страны, а в память модуля GSM-сигнализации внести номер SMS-центра той сотовой сети, в которой активирован телефон адресата.

Модуль охранно-пожарной сигнализации GSM LT-1 позволяет отправлять SMS-сообщения с подключенного к нему обычного кнопочного телефона. Для этого необходимо снять трубку телефона, к которому подключена GSM-сигнализация, и набрать ранее запрограммированный номер пейджера и номер телефона, на который требуется отправить SMS. После подтверждения установления связи (2 гудка в трубке, которые генерирует модуль GSM) можно вводить текст сообщения, используя для этого клавиши телефона. Переключение в текстовый режим происходит при двукратном нажатии [\*]. При этом GSM-модуль запоминает 62 алфавитно-цифровых знака, которые могут быть отправлены в качестве SMS.

Для отображения своего текущего состояния модуль сигнализации оснащен светодиодами индикаторами, цикл свечения которых длится 3 секунды и заканчивается 1-секундным перерывом. Светодиод STAT сигнализирует о наличии питания GSM-сигнализации, корректности введенного PIN-кода SIM-карты, установление связи с телефоном GM47 и др. Индикатор SIG показывает уровень сигнала, принимаемого телефоном. Кроме того, этот светодиод не горит в том случае, когда сигнал отсутствует или телефон неисправен.

При необходимости GSM-сигнализация может быть сконфигурирована с помощью обычного стационарного телефонного аппарата, генерирующего сигналы DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency – двухтональный многочастотный набор). Для изменения установок или проверки состояния системы сигнализации необходимо войти в режим программирования модуля GSM LT-1, используя шестизначный код доступа. После этого GSM-сигнализация общается с пользователем посредством коротких и длинных звуковых сигналов, слышимых в трубке телефона.

В комплекте с модулем GSM LT-1 поставляется программа DLOAD10 для конфигурирования устройства через компьютер, совместимый с IBM PC/AT. При этом для подключения LT-1 к компьютеру используется интерфейс RS-232. ПО DLOAD10 позволяет запрограммировать PIN-код, пароль для доступа к настройкам сигнализации через обычный телефон, номер SMS-центра, скорость передачи данных через порт RS-232 и прочие параметры. При необходимости созданная конфигурация GSM-сигнализации может быть сохранена как отдельный файл на диске компьютера.

Если GSM-сигнализация устанавливается в охранно-пожарную систему, следует избегать монтажа модуля GSM LT-1 вблизи электрических приборов, создающих помехи. Источник питания также рекомендуется устанавливать на расстоянии не менее 3 м от GSM модуля.

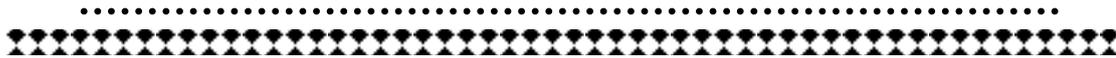
Кроме того, блок питания LT-1 должен иметь достаточную выходную мощность, т.к. при падении напряжения ниже 9,8 В происходит перезапуск GSM-устройства. Поэтому необходимо следить, чтобы во время эксплуатации при максимальном потреблении тока напряжение не снижалось до этого значения. Здесь можно рекомендовать к использованию, например, блоки питания APS-15 и APS-30 фирмы «Satel», имеющие собственный аккумулятор.

В настоящее время перспективы роста российского рынка сохраняются на достаточно высоком уровне, независимо от бушующего кризиса. Даже в настолько сложных экономических условиях население начало предметно рассматривать вопрос об обеспечении защиты своего жилья, обращаясь за услугами к предприятиям, занимающимся поставками и установкой соответствующих охранных систем. Поэтому охранные организации сегодня должны предложить рынку массу интересных конкурентных решений по вполне доступным ценам.

### **Литература**

1. Закон РФ от 11.03.1992 N 2487-1 (ред. от 13.07.2015) "О частной детективной и охранной деятельности в Российской Федерации"
2. Официальный сайт компании «Satel». Статья. Охранная GSM-сигнализация для помещений на базе модуля Satel GSM-4 S с функцией отправки SMS-оповещений о тревоге на сотовый телефон. [Электронный ресурс]. (<http://www.satel-security.ru/news/gsm-warning.ahtm>). Дата обращения – 10.03.2016
3. Сетевое издание "ВладТайм" - Новости России, Украины и мира. Статья. В условиях кризиса ожидается серьезный рост рынка систем безопасности. [Электронный ресурс]. (<http://www.vladtime.ru/econom/479049>). Дата обращения – 24.03.2016

## Экология и природопользование



УДК 4

### Основные проблемы экологизации образа жизни населения г. Н. Новгорода

М.В. Кудряшова

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, г. Н. Новгород,  
ул. Ильинская, д. 65, markudr@list.ru

**Ключевые слова:** экологизация, образ жизни, экология Нижнего Новгорода.

*Экологические проблемы становятся все более острыми, и в таких условиях население всего мира и нашего города, в том числе, должно обращать внимание на экологизацию своей жизни. Это последовательное внедрение идей сохранения природы и устойчивой окружающей среды в сферы законодательства, управления, разработки технологий, экономики, образования и т. п. Пусть сейчас активно внедряются экологические программы, проводятся мероприятия по воспитанию экологической грамотности, мы не задумываемся о том, чем дышим, используем ли экологически чистые продукты, одежду, мебель, благоприятна ли экологическая обстановка у нас дома и на работе. Люди, проживающие в городских условиях, наиболее подвержены воздействию тяжелых металлов, электромагнитных излучений, стрессовых ситуаций, именно поэтому для них наиболее актуальны вопросы построения экологически грамотного образа жизни. Целью работы является анализ экологических несовершенств образа жизни среднестатистического нижегородца и формирование модели экологически грамотного поведения личности. Объектом исследования является процесс экологизации населения. Методологические основы, используемые при работе - анализ и синтез информации, структурирование полученного знания в виде понятий, категорий, гипотез, теоретических идей, теорий; метод наблюдения, сравнения.*

Экология жизни каждого человека – это комплексный показатель, который складывается из множества элементов: чем мы дышим, что мы пьем и едим, где живем и работаем, во что одеваемся, как следим за здоровьем и т.п. Рассматривая, насколько экологичен образ жизни нижегородцев, обратимся первоначально к экологической ситуации в целом в Нижнем Новгороде.

Нижний Новгород, как крупный промышленный центр, характеризуется высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, связанным с выбросами от автомобильного транспорта (83 %) и объектов промышленности. Со всех сторон город окружён промышленными центрами с большими объёмами выбросов загрязняющих веществ.

Загрязнены подземные воды, малые водоёмы, основные источники водозабора — Ока и Волга подвержены сильному антропогенному воздействию. Из-за сброса сточных вод в районе города в Волге наблюдается высокая бактериальная загрязнённость, что не позволяет использовать её для рекреационных целей и вынуждает хлорировать питьевую воду повышенными дозами, что приводит к повышенному образованию канцерогенных хлорорганических соединений. Средний по городу показатель сухого остатка составляет 3,2 %, самый большой процент нестандартных проб по санитарно-химическим показателям в Ленинском районе — 7,5 %. В среднем по городу — 5,3 %. В Нижнем Новгороде высокий процент ава-

рий в коммунальной сфере приходится на холодное водоснабжение — 75 %, в то время как по области — 54 %.

В городе периодически проводятся акции по очистке рек от мусора. Для борьбы с незаконными свалками с 2006 года ведётся работа по созданию экологической полиции. По состоянию на 2008 год основная часть мусора утилизируется на полигонах, в том числе 60 % на крупнейшем в Европе Игумновском полигоне.

Радиационный фон составляет 0,11...0,12 мкВ/час [1].

Общие характеристики города сыграли важнейшую роль в заселении данной городской территории и экологизацию. Обратившись к программе «Разработка стратегии социально-экономического развития города Н. Новгорода за период до 2030 года» можно выделить такие сильные стороны города, как [2]:

1. Выгодное экономико-географическое положение города;
2. Относительно высокая обеспеченность жилья доступом к коммунальной инфраструктуре;
3. Высокое качество предоставления услуг в коммунальном комплексе;
4. Сравнительно высокий уровень материально-технического и кадрового обеспечения среднего образования;
5. Высокая способность атмосферного воздуха к самоочищению вследствие расположения города у слияния двух крупных рек;
6. Высокий научно-образовательный потенциал;
7. Наличие предприятий и отраслей, относительно устойчивых к внешним кризисным факторам;
8. Лидерство предприятий города в отраслевых сегментах региональных и глобальных рынков.

Среди слабых сторон:

1. Наличие микрогеографических факторов, препятствующих коммуникациям и целостному развитию городской среды;
2. Соседство промышленных городов-спутников как негативный фактор влияния на экологическую ситуацию;
3. Дефицит земельных участков под строительство при неэффективном использовании многих имеющихся площадей;
4. Естественная убыль населения за счет превышения смертности над рождаемостью более высокими темпами, чем у городов-конкурентов;
5. Усиление доходного неравенства населения, невысокий уровень потребительских расходов;
6. Высокий износ сетей инженерной инфраструктуры;
7. Низкое качество дорог, неэффективное использование внутригородского общественного транспорта, пробки;
8. Наличие локальных зон экологического неблагополучия, ограниченный перечень индикаторов экологического мониторинга.

По данным Всероссийской переписи населения за 2010 год в Нижнем Новгороде проживают 1 263 873 человека [1]. Из них около 40% [3] – представители среднего класса, образ жизни которого мы и будем проверять на экологичность. В данном вопросе рассмотрим, насколько экологична потребительская корзина населения (употребляемые продукты питания, непродовольственные товары) и жилье.

В потребительскую корзину в первую группу включены продукты питания, которые составляют около 50% ее стоимости. Во вторую группу включены непродовольственные товары - одежда, обувь, головные уборы, бельё, лекарства. Третья группа потребительской корзины состоит из услуг: коммунальные услуги, расходы на транспорт, культурные мероприятия и прочее.

Согласно составу потребительской корзины на 2014 год, где представлены продукты и услуги, среднестатистический гражданин Российской Федерации для нормального существования должен употреблять в день 300 г. хлеба, картошки – 280 г., овощей – 300 г., фрук-

тов свежих – 160 г., сладкого – 60 г., молока и молочных продуктов – 800 г., масла растительного и жиров – 40 г. А также 1 раз в 2 дня съедать одно яйцо, довольствоваться в день 160 г. мяса, употреблять за неделю 350 г. рыбы [4].

По данным Нижегородстата нижегородцы со средним заработком покупают продукты в универсамах и продуктовых рынках и магазинах, продуктами точки розничной торговли обеспечивает Нижегородская область (до 50%) и другие регионы России (40%) и зарубежья (10%) [5]. Какие же проблемы можно выявить в экологии питания?

Продукция, поступающая на прилавки нижегородских магазинов, как и во всех других регионах, перенасыщена пищевыми добавками. Пищевые добавки – вещества, преднамеренно вносимые в продукты в небольших количествах с целью улучшения их внешнего вида, вкуса, аромата, консистенции или для придания им большей стойкости при хранении. Это антиокислители жиров, консерванты, антибиотики и т. д., Существуют вещества, которые могут образоваться в продуктах в результате особых способов их обработки и получения с помощью копчения, ионизирующего излучения, ультразвука, использования эндокринных препаратов при откорме животных и птиц. Проблема пищевых добавок чрезвычайно сложна и связана с потреблением малого количества веществ в течение длительного времени, при этом могут отмечаться задержка веществ в организме, их накопление.

Среди пищевых добавок выделяют вещества, которые обладают канцерогенным и мутагенным действием. К ним относятся полициклические углеводороды копильного дыма, пищевые красители – нафтол желтый и ряд других азокрасителей, полимерные соединения – воск, смолы, парафин, пестициды, амарин, гормоны стероидной группы, радиоизотопы. Канцерогенными свойствами обладают некоторые эмульгаторы – сапонины, эфиры жирных кислот, детергенты.

Среди пищевых добавок выделяют вещества, обладающие наиболее выраженным мутагенным действием. К ним относятся: фенолы, тяжелые металлы, мышьяк, почти все спирты, продукты распада белка, антибиотики, пурины, перекиси, лактоны.

Кроме прямого действия, добавки могут оказывать и косвенное воздействие, возникающее в результате разрушения витаминов, белков, связывания пищевых компонентов, при этом ухудшается усвояемость, происходит изменение кишечной флоры.

Особое положение занимают так называемые трансизомеры жирных кислот (ТИЖК). ТИЖК играют существенную роль в развитии заболеваний сердечно-сосудистой системы. Проблема ТИЖК связана в основном с производством маргарина и их использованием.

Весьма актуальной является проблема пестицидов или ядохимикатов и нитратов. Пестициды – синтетические химические вещества различной степени токсичности, применяемые в сельском хозяйстве для защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, а также для стимулирования их роста. Введение в почву стойких ядохимикатов может привести к их круговороту и накоплению в организме человека. Главным показателем этой способности является коэффициент кумуляции. Весьма важную проблему представляют и нитраты. С растительной пищей поступает 70 % всех нитратов. 10 % поступления нитратов связано с потреблением животной пищи и 20 % – с потреблением воды. Только 0,1 % нитратов связывается с поступлением через легкие. Они опасны своей способностью к биотрансформации. Это явление может проходить по нескольким направлениям – нитраты, восстановившись в организме человека до нитритов, вступают в крови во взаимодействие с гемоглобином крови, и происходит образование метгемоглобина, что приводит к метгемоглобинемии, которая имеет большое значение в патологии новорожденных. Нитраты правомерно обвиняют также в том, что они привели к значительному росту такой патологии, как рак желудка. В профилактике негативного действия нитратов имеет огромное значение технология обработки продуктов - при отваривании нитраты уходят в отвар [6].

Одежда. Покупка одежды среднестатистического нижегородца осуществляется в многофункциональных торговых центрах, рынках. Экология элементов одежды неразрывно связана с производством тканей. Такие волокна, как хлопчатобумажные, шерстяные, шелковые, льняные и волосные, являются натуральными. Они вырабатываются из растений и шерсти животных. Другие, например, полиэстер, нейлон, акрил, вискоза, созданы человеком. Они

превалируют и наиболее доступны по цене.

В процессе производства такого волокна, как вискоза, используются и образуются такие высокотоксичные соединения, как сероуглерод, сероводород, соли цинка, полная регенерация и управление которыми пока не достигнуты. Например, полиэстер производится из химических веществ, содержащихся в нефти. Несмотря на то, что врачи негативно относятся к данному материалу, из него делается даже детская одежда, включая подгузники и нижнее белье. Из полиэстера также изготавливаются ткани полартек, флис и пр. Такая ткань, как нейлон, производится из химических веществ, содержащихся в нефти. Являются разновидностями полиамида. Полиамидные волокна склонны накапливать статическое электричество, неустойчивы к свету и влаге.

Помимо проблемы синтетических тканей, существует также проблема окрашивания тканей ненатуральными красителями. Обычно при окрашивании может быть достигнута фиксация красителей в 90%, что не только вызывает раздражение кожи человека, носящего окрашенную одежду, но и оказывает негативное влияние на окружающую среду: более чем одна треть химически активного красителя поступает в сточные воды во время промывки набивной ткани. Существующие требования к очистке сточных вод не выполняются.

Самой опасной для здоровья человека является “химия”, остающаяся на тканях. Формальдегид и остатки растворителей в коврах и тканях будут постепенно испаряться. В закрытых помещениях уровень этих веществ может вызвать у людей проблемы со здоровьем, а именно – заболевания дыхательных путей, кожи, хронические заболевания [7].

Что касается жилья, то крупнейшими поставщиками мебели, строительных и отделочных материалов в Нижнем Новгороде являются компании «CASTORAMA», «IKEA», «OBI», «Максидом», рынки и оптовые склады мелких розничных магазинов [5]. Чаще всего, вопрос об экологичности материалов не затрагивается или играет незначительную роль рядом с вопросом о стоимости. Производители понимают это, и все шире используют такие материалы как: древесно-стружечные плиты (ДСП), древесно-волокнистые плиты (ДВП), фанеры (ФПП).

Железобетон (армированный металлом бетон) обладает еще более нежелательными для жилища характеристиками. Стрежни и сетки арматуры ж/б постройки экранируют электромагнитное излучение. Ж/б “давит” на человека, в таких сооружениях люди быстрее устают. Также - металлосодержащие краски. Это классический пример опасного строительного материала. По мере высыхания растворителя частицы красочного слоя попадают в воздух помещения, оседая на предметы, продукты питания и др. В воздух испаряется гидрохлорид, который, попадая в дыхательные пути, создает кислотную среду. Поливинилхлорид легко проникает через кожные покровы и оказывает вредное воздействие на кровь и печень. Виниловые плитки и линолеумы испускают в воздух токсичные газы, поскольку в процессе испарения на поверхности оказываются, все время новые слои материала. При производстве пластмассы в материале остаются и постепенно улетучиваются формальдегидные, фенольные и др. химические соединения, которые оказывают неблагоприятное воздействие на дыхательную, кровяную и иммунную систему человека, находящегося в помещении, отделанном синтетическими материалами. Газ формальдегид — самое токсичное соединение, которое выделяется из отделочных материалов; содержится в смоле, используемой при изготовлении древесно-стружечных плит (ДСП), древесно-волокнистых плит (ДВП), фанеры (ФПП), мастик, пластификаторов, шпатлевок и смазок для стальных форм. Формальдегид раздражает слизистые оболочки и кожу, обладает канцерогенной активностью. Длительное вдыхание паров формальдегида, особенно в теплое время года, может провоцировать развитие различных кожных заболеваний, ухудшение зрения и болезни органов дыхания. Использование лаков, красок и линолеума приводит к 10-кратному превышению уровня предельно допустимой концентрации фенола. Поражение почек, печени, изменение состава крови. ПВХ-продукты изготовлены из опасного яда, способного разрушать нервную систему и вызывать раковые заболевания. В квартире он чаще всего встречается в виде линолеума (исключая некоторые дорогие марки), виниловых обоев, пластиковых оконных рам, пластмассовых игрушек (от кукол до детских зубных колец).

Чтобы экологизировать свой образ жизни, нужно строить экологическое мировоззрение и воспитывать экологическую грамотность. Исходя из этого, можно сформировать общие советы для повышения экологии образа жизни человека.

1. Воспитывать экологическую грамотность, интересоваться экологической обстановкой в мире, в своей стране и своем городе, способствовать повышению уровня экологизации своей жизни;
2. Вести активный образ жизни, иметь позитивную жизненную позицию, следить за своим здоровьем и здоровьем своих близких;
3. Проводить мероприятия для повышения экологизации своей жизни (организация «зеленых полос», субботников, выездов за город и т.д.);
4. Сортировать бытовые отходы, четко следовать инструкциям по эксплуатации и утилизации различных бытовых вещей;
5. Избегать негативного влияния электромагнитных полей: не находиться вблизи электроприборов, вынимать штекер из розетки, если прибор не используется, использовать как можно меньше электроприборов и кабелей, позаботиться о заземлении, отказаться от электрического подогрева пола;
6. Использовать защитные компоненты в пищевых продуктах, соединения, улучшающих обезвреживающую функцию печени; использовании компонентов пищи, обладающих способностью оказывать влияние на микроорганизмы и вирусы, антиканцерогены, выводить из организма токсины и шлаки;
7. Включать в питание пищевые волокна (до 20 г в сутки);
8. Ограничить потребление колбасных изделий, а также других изделий, в производстве которых активно используются пищевые добавки и консерванты;
9. Обращать внимание на производителя и проверять, допустимо ли внесенное количество нитратов и пестицидов;
10. При использовании панелей из ДСП, ДВП, ФРП необходимо обратить внимание на наличие ламинирующего покрытия, которое препятствует выделению формальдегида в окружающую среду; при покупке панелей желательно отдавать предпочтение продукции отечественного производства (российские предельно допустимые нормы по формальдегиду в 10 раз жестче европейских);
11. Стремиться к использованию органичных, экологически безвредных материалов природного происхождения (это – древесина, кирпич, плитка, кровельная черепица, пенобетонные блоки);
12. Для малярных работ выбирать лаки и краски на натуральной основе или органической - водоэмульсионные или водно-дисперсные краски;
13. Для внутренней отделки стен помещения лучше всего выбрать дерево или циновки, штукатурку и бумажные обои; для отделки пола - паркет или ламинат;
14. Подбирать одежду из натуральных тканей, в особенности – близкую к телу;
15. Отказаться от окрашенных тканей, свести к минимуму использование химических чистящих средств.

### Литература

1. Экология г. Н. Новгорода [Электронный ресурс] – Режим доступа: [<https://ru.wikipedia.org>]
2. Разработка стратегии социально-экономического развития города Н. Новгорода за период до 2030 года, этап III [Электронный ресурс] – Режим доступа: [[www.admgor.nnov.ru](http://www.admgor.nnov.ru)]
3. Данные статистики [Электронный ресурс] – Режим доступа: [<http://www.marketologi.ru/publikatsii/stati/komu-v-nizhnem-zhit-khorosho/>]
4. Потребительская корзина на 2014 год: состав [Электронный ресурс] – Режим доступа: [[bs-life.ru](http://bs-life.ru)]
5. Данные статистики [Электронный ресурс] – Режим доступа: [<http://nizhstat.gks.ru/>]
6. Экология продуктов питания [Электронный ресурс] – Режим доступа: [[http://www.libma.ru/medicina/obshaja\\_gigiena\\_konspekt\\_lekcii/p9.php](http://www.libma.ru/medicina/obshaja_gigiena_konspekt_lekcii/p9.php)]

7. Экология тканей [Электронный ресурс] – Режим доступа: [<http://ecokod.ru/stati/yekologija-dlja-vseh/yekologichnost-odezhdy-i-tkanei.html>]

УДК 504.03

## **Система раздельного сбора мусора как решение проблемы утилизации твёрдых бытовых отходов в Иркутской области**

Ф.В. Латухин

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** ТБО, раздельный сбор мусора, утилизация и переработка отходов

*Постоянно возрастающие объемы отходов на душу населения приводят к возникновению огромного количества свалок, увеличению их площадей, а также к неуправляемому попаданию отходов в окружающую среду. В результате неконтролируемого поступления и накопления бытовых отходов на полигонах, возникают угрозы изменения мирового баланса кислорода и углекислого газа, уменьшения запасов чистой воды, загрязнения и захламления почв. Главной целью работы является разработка рекомендаций по созданию системы раздельного сбора мусора в Иркутской области. Для достижения данной цели необходимо решить несколько задач. Во-первых, исследовать и проанализировать «мусорную» отрасль в РФ и за рубежом, во-вторых, определить основные проблемы утилизации ТБО в Иркутской области. В-третьих, провести социологическое исследование на тему раздельного сбора мусора. Раздельный сбора мусора – это тот вклад на благо окружающей среды, который по силам сделать каждому человеку. Учитывая тот факт, что каждый человек производит мусор каждый день, все люди обязаны правильно утилизировать отходы, не принося вреда окружающей среде.*

Проблема утилизации отходов существовала на протяжении всего периода существования человечества. Ещё древние люди, которые обитали в пещерах, оставляли мусорные свалки за пределами своих «домов». Такие отходы быстро разрушались в результате естественных природных процессов. Развитие цивилизаций, рост численности людей и научно-технический прогресс породили рост количества образуемых отходов. Постоянно возрастающие объемы отходов на душу населения приводят к возникновению огромного количества свалок, увеличению их площадей, а также к неуправляемому попаданию отходов в окружающую среду из-за рассыпания их при транспортировке или впоследствии сильных ветров [1]. Свалки твёрдых бытовых отходов представляют серьезную опасность. Они существенно влияют на все компоненты окружающей среды и являются мощным загрязнителем атмосферного воздуха (метан, сернистый газ и др.), почвы и грунтовых вод (тяжелые металлы, растворители). Помимо этого, свалки ещё могут являться источником инфекционных заболеваний из-за большой «рассады» переносчиков: мышей, крыс, насекомых. В результате неконтролируемого поступления и накопления бытовых отходов на полигонах, возникают угрозы изменения мирового баланса кислорода и углекислого газа, уменьшения запасов чистой воды, загрязнения и захламления почв. Большое количество химических веществ с территорий свалок выделяется в атмосферу вследствие разложения мусора. Выделение мусорного газа приводит к опасности возникновения взрывов и пожаров.

Главной целью работы является разработка рекомендаций по созданию системы раздельного сбора мусора в Иркутской области. Для достижения данной цели необходимо решить несколько задач. Во-первых, исследовать и проанализировать «мусорную» отрасль в РФ и за рубежом, во-вторых, определить основные проблемы утилизации ТБО в Иркутской

области. В-третьих, провести социологическое исследование на тему раздельного сбора мусора.

Во всех государствах проблема сбора и переработки бытовых отходов стоит достаточно остро, так как мусор образуется каждый день в процессе жизнедеятельности человека. Данную проблему везде решают разными методами.

В европейских странах реализуются социальные проекты, которые направлены на развитие у населения сознательного отношения к сортировке и сбору мусора и мотивирующие население к этой деятельности. Комплекс подобных мер направлен в первую очередь на уменьшение загрязнения окружающей среды [2].

Так, например, в Швейцарии каждый житель обязан сортировать мусор – это закон. Нарушителям – крупный штраф. За соблюдением закона следит мусорная полиция, которая способна найти и привлечь к суду даже человека, выбросившего из окна машины окурки. Тот же, кто не желает «пачкать руки», должен заплатить налог, чтобы его отходами занялся "специалист". Еще одна прямая обязанность каждого законопослушного швейцарца – привезти рассортированный мусор на пункты приема, откуда его направляют на перерабатывающие предприятия. Система сортировки мусора в Швейцарии доведена до крайности. В стране на перерабатывающие заводы попадает более 90% использованной стеклотары. На улицах Женевы расставлены металлические контейнеры для битых и нестандартных бутылок, причем стекло сортируется по цвету: белое, зеленое, коричневое, для этого на контейнерах имеются соответствующие надписи. Батарейки, содержащие опасные для живых организмов реагенты, никогда не выбрасываются в мусорное ведро, как и старые электрические приборы, домашняя техника, строительный мусор. Например, для отработанных батареек вокруг крупных магазинов и школ ставят "скворечники" – небольшие ящики. Отдельно собираются PET-бутылки (пластиковые), лампы дневного света, консервированные банки (их жители обязаны спрессовать с помощью домашнего магнитного пресса).

В Германии также действует система раздельного сбора мусора. Для каждого вида ТБО имеется своя бочка. Бочки должны стоять недалеко от домов, но не далее 15 м от проезжей части, чтобы облегчить работу мусорщикам. В серую бочку несут только остаточный мусор, старые газеты, журналы и картонные коробки. В желтую бочку выбрасывают банки, бутылки, полимерную и бумажную, а также частично металлическую упаковку, на которой стоит "зеленая точка". Зеленая бочка предназначена для органических отходов, которые перерабатываются в компост. Лекарства с просроченной датой принимают аптеки. Мусор, собранный в городе, в зависимости от расстояния между местом сбора и полигоном, доставляется или непосредственно на полигон, или в центр по сортировке, или на мусороперегрузочную станцию. Здесь посредством мусороприемника на несколько десятков тонн со встроенным гидравлическим прессом осуществляется перегрузка отходов в большие (грузоподъемностью 24-40 т) автоконтейнеры. Таким образом, сокращаются транспортные расходы.

Система раздельного сбора мусора действует и в Швеции. Семья, живущая в отдельном доме, платит половину стоимости вывоза отходов, если подписывает обязательство сортировать пластик, жести, стекло и бумагу, а также компостировать органические остатки. Вредные отходы выносятся в специальном красном контейнере непосредственно перед сбором мусора. В многоквартирных домах сбор мусора происходит иначе: в мусорные контейнеры выкидывается все, кроме того, что положено нести в специальные емкости для жести, пластмассы и т.п. Вредные отходы относятся на специальные экологические станции, которые могут располагаться, например, на бензоколонке. На станции размещают контейнеры зеленого и красного цвета для аккумуляторов и батареек, светло-голубого цвета – для фотохимикатов, остатков краски, аэрозольных баллончиков, использованного машинного масла, растворителей и люминесцентных ламп. Старые газеты забираются раз в неделю, их собирают в пакеты и выставляют за дверь. В ряде мест располагаются специальные "газетосборники". Алюминиевые банки шведы возвращают в супермаркеты, за них там они получают залоговую стоимость банки [3].

В США также развит раздельный сбор мусора – он должен выбрасываться в строго определенные контейнеры. Действует система штрафов. В Штатах работают более 550 мусо-

роперерабатывающих заводов – местным жителям предлагается лишь сдавать пригодные к переработке отходы. Также существует возможность сдать бытовые отходы за плату в коммерческие структуры, которые сортируют, пакут и продают мусор предприятиям. Некоторые штаты США используют систему депозитов: при покупке товаров в таре (например, в бутылках), которую можно переработать, покупатель платит определенную сумму в качестве залога. При сдаче бутылки он получает эти деньги обратно. В последние десятилетия в США начал использоваться новый метод борьбы с отходами – их минимизацию: предприниматели выпускают более экономичные упаковки, а потребители учатся многократно использовать имеющиеся в наличии предметы. Программа называется RRR – Reduce, Reuse, Recycle (Уменьшить потребление. Использовать снова. Переработать) [3].

Мусоропереработка в России находится «в начале пути». Существует ряд мусоросжигательных заводов, есть несколько мусороперерабатывающих заводов, но для нашей страны – это «капля в море». Их нужно гораздо больше, а пока основная масса мусора у нас, как и прежде, захоранивается на полигонах ТБО и промышленных отходов.

На данный момент на территории Российской Федерации, по данным госкорпорации «Ростехнологии», скопилось более 31 млрд. т неутилизированных ТБО. Сегодня вывоз твердых бытовых отходов в РФ — прерогатива муниципальной власти [4]. В городах сбором и вывозом отходов из жилья и непромышленных организаций занимаются предприятия, находящиеся в муниципальной собственности или под прямым контролем муниципалитетов. Власти регионов в большинстве случаев не проявляют инициативы. По данным расчётов, проведённых Министерством природных ресурсов, на каждого жителя области в среднем в год приходится 300-500 кг отходов (в зависимости от места жительства и уровня жизни). Большая доля муниципального мусора (около 95%) размещается на полигонах, и 3-5 % используется в качестве сырья или добавок. Каждый год на территории области образуется около 1 млн. тонн ТБО. По статистике Иркутская область по количеству образовавшихся твердых бытовых отходов находится на девятом месте в Российской Федерации и на третьем месте в Сибирском Федеральном округе. По объёму переработки и утилизации мусора регион занимает одно из последних мест [5]. По данным инвентаризации объектов размещения отходов, проведённой администрацией Иркутской области, установлено, что на территории Иркутской области находится 817 объектов размещения отходов, занимающих площадь 4101,8 га. Из них полигонов для твердых бытовых отходов – 54, для промышленных – 11, 352 санкционированные и 257 несанкционированных свалок [6].

Существует ряд проблем, как в Иркутской области, так и в России в целом в процессе утилизации твёрдых бытовых отходов. Одной из таковых является слабый инвестиционный климат в данной отрасли. Это связано с тем, что на частные и государственные компании по сбору, перевозке и утилизации ТБО падает большая финансовая нагрузка. Приобретение и содержание специального автотранспорта и дорогостоящего оборудования для сортировки или переработки отходов, расходы на топливо, налоговое бремя, высокие требования от экологических инстанций и низкие цены за мусор делают данный бизнес не прибыльным, как например, в Европе, где утилизация вторсырья составляет около 70-75% [4]. Поэтому предприниматели, которые пытаются занять данную нишу в России чаще всего терпят неудачу в своей деятельности.

Отсутствие системы раздельного сбора мусора и низкий уровень экологической культуры среди граждан РФ также препятствуют эффективной утилизации отходов.

Разделение мусора делается в целях избежания смешения разных типов мусора и загрязнения окружающей среды. Данный процесс позволяет подарить отходам «вторую жизнь», в большинстве случаев благодаря вторичному его использованию и переработке. Разделение мусора помогает предотвратить разложение мусора, его гниение и горение на свалках. Следовательно, уменьшается вредное влияние на окружающую среду. Качество разделения мусора зависит от активности и сознательности участников процесса на всех этапах. Разделение мусора находится под ответственностью каждого отдельно взятого гражданина страны. В самом деле, чтобы система выборочного сбора мусора приносила ожидаемые результаты, необходимо активное участие каждого, кто выбрасывает мусор. Без этого при-

менение системы местными органами власти будет неэффективно. Разделение мусора также требует определенного времени и приложения усилий для обучения жителей.

По уровню управления отходами Россия относится к странам третьего мира, наравне с Пакистаном, Индией, Африкой, Египтом и другими странами, где целые семейные династии живут за счет сбора и сортировки мусора. Такое положение дел сохранится до того момента, пока не изменится управление ресурсами отходов. Для решения этой проблемы необходима законодательная база в сфере обращения с отходами, которая на сегодняшний день практически никак не регулирует данный вид деятельности. В начале 2016 года вышел указ от президента РФ, о проведении в 2017 г. года экологии. Это означает, что в следующем году в нашей стране экологии будет уделяться особое внимание. Помимо общественных экологических и благотворительных мероприятий ожидаются изменения в законодательстве в данной сфере. Сейчас в российской думе время от времени обсуждается законопроект, согласно которому будет введен раздельный сбор мусора, причем у отходов появится хозяин — тот, кто отвечает за них на каждом этапе, от сбора до переработки. Ожидается, что те, граждане, которые будут раздельно собирать мусор – будут меньше платить по новой статье в коммунальных платежах («утилизация отходов»), и наоборот, соответственно. Тем самым у всех жителей появится стимул к первичной сортировке отходов. Целесообразно ввести налоговые льготы для предпринимателей, которые занимаются данным видом деятельности.

В настоящее время информирование населения о проблеме утилизации ТБО практически не осуществляется, и население России ничего не знает о том, какие возможности несет в себе система раздельного сбора. Поэтому общественного понимания проблемы утилизации отходов добиться крайне тяжело. Даже после выполнения всех необходимых мероприятий со стороны государства для раздельного сбора мусора нет никаких гарантий, что все горожане начнут собирать мусор раздельно дома. Труднее и дольше всего меняются именно привычки и поведение людей.

В целях работы по подготовке вовлечения граждан в процесс раздельного сбора мусора был разработан и проведен социально-экологический опрос для определения мотивов и препятствий к раздельному сбору мусора. Исследование проводилось в Иркутской области в январе 2016 года, в котором приняло участие 105 человек, из них 70 % респондентов были братчане.

На вопрос «Видели ли Вы раньше информацию о раздельном сборе мусора?», только 14 % респондентов видели подобную информацию в своём городе, 10 % - вообще никогда не видели такой информации, 33 % видели различные контейнеры для раздельного сбора мусора в других городах. В целом нужно отметить, что в информационном поле в Иркутской области мало информации о раздельном сборе мусора, хотя сама идея не является ни революционной, ни инновационной.

Следующий вопрос был о мотивах раздельного сбора мусора. 70 % респондентов считают, что основным движущим мотивом является собственное беспокойство за свой город и окружающую среду. Это сильный экологический и эмоциональный мотив. У респондентов имеются все признаки экологического мышления, осознанного отношения к окружающей среде. На втором месте стоит мотив «знания» - 51 %. Когда человек беспокоится об окружающей среде и знает, что можно сделать из мусора, он будет сильнее мотивирован и на раздельный сбор мусора. Мотивы страха наказания и материальной выгоды (3% и 2% соответственно) в меньшей степени оказывают влияние на формирование устойчивого экологического поведения.

Вопросом «Как Вы думаете, почему люди не собирают мусор раздельно?» были изучены препятствия и ограничения, которые мешают людям участвовать в этом процессе. Главными препятствиями оказались – отсутствие информации в городе о необходимости собирать мусор раздельно и сосредоточенность в большей степени на личных проблемах, эгоцентричность.

Разрабатывая программу вовлечения горожан в процесс раздельного сбора мусора, следует учитывать их мотивы, препятствия и наиболее подходящие каналы информирования.

Необходимо увеличить количество информации в городе о раздельном сборе мусора. Это могут быть социальные ролики на городских видео ресурсах, социальные сети, уличные баннеры и экраны. Актуально размещать информационные баннеры в местах массового отдыха на природе в летний период года. Необходима заинтересованность СМИ – чтобы расширить аудиторию при проведении экологических мероприятий.

В данный момент реализуется программа мероприятий, направленных на вовлечение горожан в дело охраны окружающей среды, на формирование экологически ответственного образа жизни и на постепенное внедрение системы раздельного сбора мусора. Данная программа реализуется общественным экологическим объединением.

Одним из таких мероприятий является акция по сбору макулатуры. В процессе сбора вторсырья у граждан формируется осознание того, что бумага – это отдельный вид отходов. Помимо воспитательного эффекта результатом подобного мероприятия является рациональное использование природных ресурсов. Каждые 100 кг макулатуры равноценны одному дереву.

Акции по уборке территории следует проводить с элементами раздельного сбора мусора. В процессе уборки можно сразу сортировать ПЭТ-бутылки, стеклянную тару, алюминиевые банки, а остальные отходы собирать в общие мешки с мусором.

Рост объёмов бытового мусора, максимальная загрузка городских полигонов мусором, незагруженность мусороперерабатывающих предприятий и экологическая обстановка в области в целом указывает на очевидную актуальность раздельного сбора мусора, а опыт внедрения различных способов первичной сортировки мусора в крупных городах показывает, что основным препятствием к реализации мероприятий по раздельному сбору мусора является неготовность горожан сортировать мусор прежде всего в своём домашнем хозяйстве.

По результатам исследования мотивы горожан по раздельному сбору мусора говорят об их искренней готовности вовлекаться в экологически полезную деятельность, об их самосознании и экологическом мышлении, однако на данный момент таких людей мало (45 % опрошенных, считают, что вовлечь в раздельный сбор мусора можно будет менее 10 % горожан), поэтому необходима административная, моральная и финансовая поддержка тем, кто целенаправленно и терпеливо работает в данном направлении.

Раздельный сбора мусора – это тот вклад на благо окружающей среды, который по силам сделать каждому человеку. Учитывая тот факт, что каждый человек производит мусор каждый день, все люди обязаны правильно утилизировать отходы, не принося вреда окружающей среде. «Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением» [7].

## **Литература**

1. <http://biofile.ru/bio/22520.html>;
2. <http://ztbo.ru/o-tbo/stati/stranni/pererabotka-musora-tbo-v-evrope>;
3. <http://ria.ru/documents/20100521/236953849.html>;
4. <http://elementy.ru/lib/432119>;
5. <http://irkipedia.ru/node/16826/all-dates>;
6. <http://irkobl.ru/sites/baikal/monitoring/kadastr/waste/>;
7. Конституция РФ, глава 2, статья 42

УДК 502.3

## Охрана окружающей среды

Я.В. Фадеева, И.В. Сторожилов

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

**Ключевые слова:** охрана окружающей среды, рост численности населения, загрязнение атмосферы, гидросферы, литосферы, энергетическая проблема, снижение биологического разнообразия, проблема народонаселения и продовольствия, международные организации по охране окружающей среды

*Работа посвящена охране окружающей среды от негативного воздействия человека. Рост численности населения, истощение запасов природных ресурсов, загрязнение атмосферы, гидросферы, литосферы, сокращение биологического разнообразия флоры и фауны – это глобальные экологические проблемы современного общества. Рост численности населения приводит к росту материального потребления, росту городских агломерации, загрязнению окружающей среды, падению уровня жизни, изменению структуры населения и его скученности. Наблюдается интенсивное загрязнение атмосферы углекислым газом, оксидами серы, азота, углеводородами, фреонами. Гидросфера загрязняется продуктами производства, уменьшаются запасы пресных вод. Литосфера постепенно теряет почвенный, плодородный слой. Глобальные экологические проблемы стали объектом международного сотрудничества, Организация Объединенных Наций ставит их выше военных и экономических проблем. В сложившейся ситуации необходимо разработать мероприятия, направленные на защиту окружающей среды, на ее восстановление.*

Охрана окружающей среды – это целый комплекс мероприятий, направленных на защиту окружающей нас среды от негативного воздействия человеческого общества.

Резкий рост населения и промышленного производства за последние сто лет оказывает значительное воздействие на состояние окружающей среды. Происходит постепенное истощение запасов природных богатств нашей планеты, а отходы производства и бытовой деятельности человека вызывают необратимые в некоторых случаях последствия в существующих экологических системах, нарушается круговорот веществ в природе и возникает угроза для здоровья и жизни самого человека.

Рост численности населения наблюдался на протяжении 19 века и резко ускорился в начале 20 века, в научных кругах стали говорить о так называемом «демографическом взрыве». Тенденция увеличения населения Земли сохраняется и в первой половине 21 века. Таким образом, перед нами стоит задача рассмотреть, к чему приводит рост численности населения и промышленного производства и как бороться с его последствиями. В работе будут использованы общенаучные методы (наблюдение, анализ, обобщение).

В.А. Красилов в 1992 году выделил и описал некоторые негативные последствия роста численности населения Земли. Среди них заслуживают особого внимания рост материального потребления, рост городских агломераций, загрязнение среды, падение уровня жизни, изменение структуры населения и его скученность. Последствия роста населения представлены на рис. 1 [1].

Происходит интенсивное загрязнение атмосферы, ее составляющих. В тропосферу поступает большое количество углекислого газа  $\text{CO}_2$ , оксида и диоксида серы  $\text{SO}_3$  и  $\text{SO}_2$ , оксидов азота  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , а также углеводородов в виде паров, а в нижних слоях накапливаются аэрозоли. Растет количество основных загрязнителей крупнейших городов. С  $1 \text{ км}^2$  мегаполиса при общей площади  $500 \text{ км}^2$  ежегодно в атмосферу поступает около 800 тонн угарного газа, серного ангидрида, 500 тонн пыли и др. веществ [2].

За счет эксплуатации автотранспорта в атмосферу поступает значительное количество углекислого газа  $\text{CO}_2$ , поэтому в настоящее время реализуются следующие направления:

- Совершенствуются транспортные движения в мегаполисах
- Вводятся бестранспортные зоны, безостановочные магистрали
- Создаются транспортные развязки
- Строятся подземные переходы

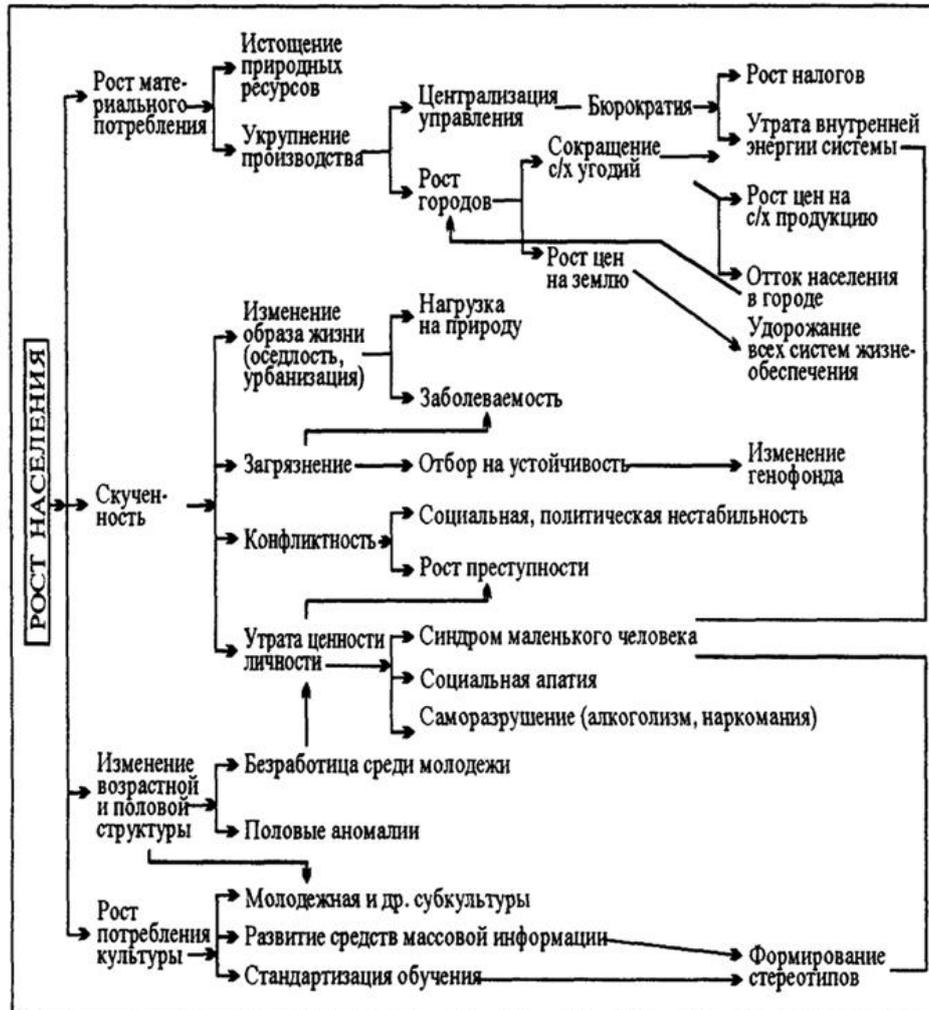


Рис. 1. Последствия роста населения из В.А. Красилова, 1992

- Размещаются автотранспортные предприятия за пределами города
- Заменяют жидкое топливо другими видами топлива (газовое топливо, электро-тяга)

Все автомобили снабжаются нейтрализаторами выхлопных газов.

При сжигании топлива (мазут, каменный уголь) в атмосферу поступает большое количество оксидов серы, которые контактируют с атмосферной влагой и это приводит к кислотным дождям. Они в свою очередь разрушают зеленые насаждения, подкисляют почву, нарушают жизнедеятельность почвенных организмов, поэтому предусматривают в настоящее время извлечение серы из топлива путем газофикации и гидрирования.

При производстве строительных материалов в атмосферу могут поступать углеводороды, в том числе фреоны. Фреоны также используются в пищевой промышленности, парфюмерии. Причиной образования озоновых дыр также является поступление в атмосферу оксидов азота при сгорании топлива двигателей авиалайнеров, космических кораблей. Для очистки таких выбросов используются методы адсорбции и каталитического окисления.

Гидросфера загрязняется продуктами производства, в том числе неорганическими солями тяжелых металлов, применяется захоронение радиоактивных отходов, снижаются запасы пресных вод. Существующие водные объекты подкисляются за счет выпадения кислотных осадков. Ежегодно образуется 350 млн. тонн сточных вод [2].

При биологическом окислении стоков, при сбросе сточных вод, содержащих моющие средства, при разрушении берегов, при отмирании растений и животных, в водную систему поступают соли P и N. При повышенной температуре окружающей среды (более 30° C) это приводит к эвтрофикации водоема, поэтому необходимо:

- Не допускать поступление в водный объект теплых сточных вод, производственных стоков, содержащих соединения P и N. Достигается это за счет качественной очистки стоков с использованием определенного вида сооружений.

- Предусматривается ликвидация последствий эвтрофикации. Производится с помощью авиации, распыляющей химические соединения, препятствующие развитию синезеленых водорослей.

- Производится механическая уборка растительности в прибрежной полосе.

Для исключения поступления неочищенных сточных вод предусматриваются следующие методы и способы их очистки:

- Механические (дробление, разделение, усреднение, улавливание, отстаивание, фильтрация)

- Физические (выпаривание, вымораживание, магнитная и электромагнитная обработка)

- Химические (окисление, нейтрализация, восстановление, озонирование, облучение, нагревание)

- Биологические (биологическая обработка на полях орошения, полях фильтрации, в биологических прудах, аэротенках, окситенках)

- Физико-механические (флотация, обратный осмос, ультрафильтрация, электроосмос)

- Физико-химические (коагуляция, флокуляция, сорбция, ионный обмен)

Литосфера подвергается существенному воздействию, в частности ее почвенный, плодородный слой. На начальной стадии цивилизации человечество располагало 4,5 млрд. га плодородных земель, в настоящее время – 2,5 млрд. га и происходит дальнейшее деградация из-за нерационального использования [2].

Для защиты от истощения почвенного слоя предусматриваются фитомелиорацию земель:

- Размещают лесонасаждения по периметру с/х полей

- Производят укрепление, террасирование склонов

- Производят обработку почвы специальными структурообразователями

На государственном уровне ведется работа по охране от загрязнений:

- Осуществляется санитарно-эпидемиологический контроль почвенного слоя, предназначенного для агропромышленного комплекса

- Ведется контроль загрязнений вблизи мест захоронения химикатов

- Разрабатываются, ежегодно корректируются нормы, сроки внесения минеральных удобрений, применения ядохимикатов

Наряду с этим на уровне государственных служб ведется литомониторинг, а в каждом регионе формируются кадастры.

Энергетическая проблема сопровождается уменьшением запасов нефти, природного газа.

Исчезают целые биологические виды растений, животных. Для защиты исчезающих видов международная организация по охране природы сформировала Красную книгу, в которую внесены 4600 тыс. видов флоры и фауны. Снижение биологической флоры, в частности тропических, северных лесов, привело к затруднениям с фотосинтезом, т.е. она поглоща-

ет в меньших объемах. Это способствовало формированию парникового эффекта. В настоящее время под угрозой исчезновения находится 10 % видов флоры Земли [2].

При интенсивной эксплуатации сельскохозяйственных земель уменьшается их продуктивность. Это приводит к миграции населения в крупные города. Имеет место урбанизация. Это приводит к локальным нагрузкам на региональные экологические системы, к уменьшению запасов с/х продукции.

Рост численности населения Земли и деградация земель приводят к недостатку продовольствия при отсутствии в нем необходимого количества белков, жиров, витаминов, что сопровождается массовыми заболеваниями, эпидемиями (Сев. Корея, Китай, Африка). По данным ВОЗ в настоящее время на 1 сытого приходится 1 полуголодный и 1 голодающий.

Организация Объединенных Наций (ООН) считает, что глобальные экологические проблемы являются наиболее важными по сравнению с военной и экономической безопасностью государств. Объектами международного сотрудничества являются атмосфера Земли, где на 1 месте находится проблемы озонового слоя, далее проблема гидросферы, проблема ближнего космоса.

Озоновый слой защищает Землю от негативного воздействия ультрафиолетового излучения. Были обнаружены озоновые дыры в середине 80-х годов. Принята в целях защиты Венская конвенция об охране озонового слоя, Монреальский протокол по веществам, загрязняющим озоновый слой. Наблюдается снижение промышленными развитыми странами производства озоноразрушающих веществ – фреонов.

Рамочная конвенция принята ООН об изменении климата и Киотский протокол, которые рекомендуют развивающимся странам уменьшить поступление в атмосферу парниковых газов, в том числе диоксида углерода. Кроме того имеется ряд других документов, таких как Декларация Стокгольмской конференции ООН по проблемам охраны окружающей среды. Также все страны, входящие в ООН, сотрудничают в рамках программы по охране окружающей среды. Создана специальная организация – ЮНЕП. Эта организация взаимодействует с ЮНЕСКО (комитет ООН по вопросам образования, науки и культуры). ЮНЕП также сотрудничает с ВОЗ И МАГАТЭ (международная организация по атомной энергетике), которая контролирует, дает рекомендации по использованию атомной энергии в мирных целях.

### **Литература**

1. Ситаров В.А., Социальная экология/ В.А. Ситаров, В.В. Пустовойтов. - М.: Издательский центр «Академия», 2000. - 280 с.
2. Фирсов А. И., Экология техносферы/ А.И. Фирсов, А.Ф. Борисов. - Н.Новгород: ННГАСУ, 2013. – 93 с.

## Современные технологические машины и оборудование



УДК 629.113.004

### Гидравлический амортизатор как объект исследования

Е.В. Загребский, А.В. Камнев, В.С. Коваль

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** гидравлический амортизатор, плавность хода, подвеска, рабочая характеристика амортизатора.

*Современный уровень развития автомобилестроения требует постановки на одно из главных задач внедрение новых конструкций узлов и агрегатов автомобилей, которые бы превосходили существующие конструкции. Особенно остро стоит вопрос о повышении проходимости и улучшения плавности хода современных автомобилей, что напрямую будет зависеть от систем поддрессоривания автомобилей, а именно, от гасящего элемента.*

Исследование подвесок легковых автомобилей является одним из главных направлений современного автомобилестроения [1]. В большинстве автомобилей характеристики подвески выбираются в результате поиска компромисса между противоречивыми требованиями устойчивости, управляемости, надежности и комфортности. Одной из важнейших задач, стоящих перед конструкторами автомобилей, является создание для человека таких условий движения, при которых он не будет испытывать никаких негативных ощущений. Реализация этого стремления требует тем больше усилий, чем выше становится скорость современного автомобиля. К тому же постоянно приходится искать некий компромисс с такой, например, важной характеристикой этого движения, как управляемость.

Основное назначение подвески - уменьшать динамические нагрузки, действующие на автомобиль, и гасить вертикальные и им сопутствующие колебания колес и кузова друг относительно друга [2]. Одни из элементов подвески в роли гасителя колебаний выступает гидравлический амортизатор.

Амортизатор выполняет функции основного гасящего элемента, поэтому главной задачей амортизаторов является удержание колеса в постоянном контакте с дорогой во избежание потери контроля над автомобилем. Для чего колесо должно как можно мягче и четче обогнуть препятствие и так же четко и быстро вернуться на дорогу, обеспечивая необходимое сцепление.

Главная характеристика амортизатора, называемая скоростной, выражает зависимость усилия его сопротивления от скорости прямого хода штока (сжатия) и обратного (отбоя).

Характеристика может быть регрессивной, прогрессивной, линейной или комбинированной (рис.1). Каждая придает разные свойства одному и тому же автомобилю. Но амортизаторы с однотипными характеристиками могут отличаться друг от друга величинами сил сопротивления, тоже влияющими на поведение машины.

Регрессивная наиболее распространена. С ней амортизатор хорошо гасит колебания и уменьшает интенсивность крена кузова при резких маневрах, но пропускает на него вибрации от разбитой дороги (от совокупностей мелких неровностей — выбоин, швов, гребенки, булыжника на трамвайных путях — высотой около 30 мм). Кроме того, если амортизатор рассчитан для магистрального автомобиля, проезд на нем единичных выступов (ступенек

асфальта, образовавшихся при ремонте дороги) на высокой скорости может сопровождаться ощутимыми ударами.

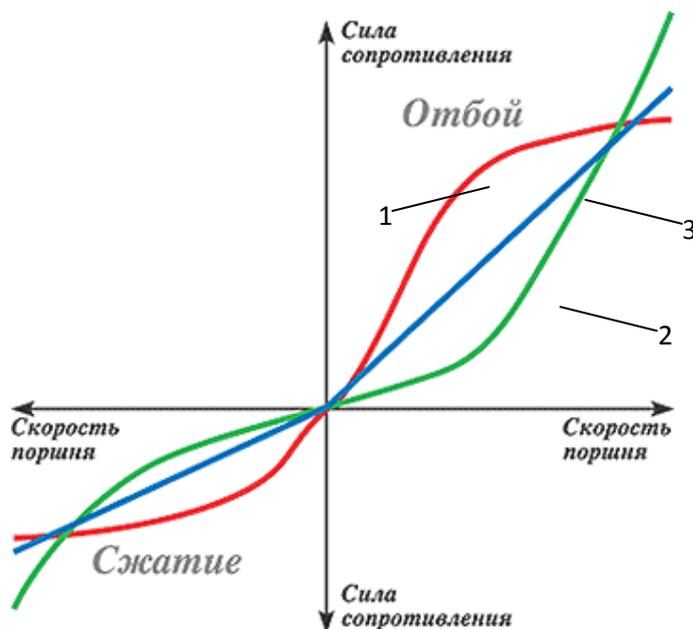


Рис.1. Типы характеристик амортизаторов:

1- регрессивная; 2- прогрессивная; 3- линейная

Если задаться вопросом моделирования неупругого сопротивления (демпфирующей способности) то, оно в гидравлических амортизаторах, осуществляемое в настоящее время в большинстве исследований только по рабочим характеристикам, т.е. вторичным, при построении которых как по рабочим диаграммам, так и экспериментально, допускаются существенные неточности, не дает достаточно адекватного отражения реально поглощенной и рассеянной амортизаторами энергии за цикл колебательного движения автомобиля.

Таким образом, от точности моделирования его свойств демпфировать колебания в значительной степени будет зависеть качество оценки плавности хода и вибронегруженности автомобиля и, следовательно, сходимость результатов расчетов к данным натурных испытаний.

### Литература

1. Рыков С.П. Разработка методов оценки поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин при расчетах колебаний автомобиля // Дисс. канд. техн. наук.- М.: ГНЦ РФ «НАМИ», 2000. – 318 с.

2. Рыков С.П. Методы моделирования и оценки поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин в расчетах подвески и колебаний колесных машин // Дисс. докт. техн. наук. - М.: ФГУП «НАТИ», 2005. – 430 с.

3. Рыков С.П. Моделирование и оценка поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин в расчетах подвески, плавности хода и поддрессоривания автомобиля: Монография. - Братск: БрГТУ, 2004. – 124 с.

4. Рыков С.П. Экспериментальные исследования поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин: Испытательный комплекс, методики проведения экспериментов и обработки результатов: Монография. – Братск: БрГТУ, 2004. – 322 с.

5. Рыков С.П. Гидропульсационный стенд – универсальный комплекс для испытания и диагностики пневматических шин и элементов поддрессоривания автомобилей / С.П. Рыков, А.В. Камнев // Проблемы диагностики и эксплуатации автомобильного транспорта: материалы III Международной научно-практической конференции. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2011. – С. 164 – 16

УДК 629.113.004

## Методы и средства испытания гидравлических амортизаторов

Е.В. Загребский, А.В. Камнев, В.С. Коваль

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** гидравлический амортизатор, плавность хода, гидропульсационный стенд, рабочая характеристика амортизатора.

*В статье приводится новое современное оборудование для испытаний гидравлических амортизаторов; методика проведения и результаты экспериментальных исследований гидравлического амортизатора на гидропульсационном стенде кафедры АТ БрГУ; оценивается влияние амплитудных значений хода и скорости поршня на параметры амортизатора.*

Гидравлический амортизатор в подвеске автомобиля выполняет функции основного гасящего элемента, поэтому от точности моделирования его свойств демпфировать колебания в значительной степени будет зависеть качество оценки плавности хода и вибронгруженности автомобиля и, следовательно, сходимость результатов расчетов к данным натурных испытаний [1, 2].

Для исследования гидравлических амортизаторов на демпфирующую способность были разработаны оригинальные методики и создано новое специальное оборудование, позволившие проводить эксперименты на стендах кафедры автомобильного транспорта Братского государственного университета, а именно, на гидропульсационном стенде в составе оборудования, предназначенного для испытаний гидравлических амортизаторов.

Программа стендовых испытаний выбранного амортизатора (двухтрубный масляный амортизатор СААЗ для задней подвески легковых автомобилей типа ГАЗ-3110) предусматривала его испытания в режиме динамического нагружения при изменении параметров колебаний (частоты и амплитуды).



а) б)

Рис. 1. Гидропульсационный стенд:

а – общий вид стенда (1 – датчик перемещений LPS-100S; 2 – датчик сил; 3 – концевые выключатели; 4 – испытуемый амортизатор); б – информационно-измерительная система стенда (1 – ноутбук; 2 – аналого-цифровой преобразователь ЛА-20USB; 3 – коммутационный блок; 4 – тензоусилитель DN-10W)

На рис. 2 и 3 приведены образцы рабочих диаграмм испытываемого амортизатора при варьировании одного из двух параметров (частоты нагружения  $f$  или амплитуды хода поршня  $S$ ) и фиксировании на определенном уровне другого.

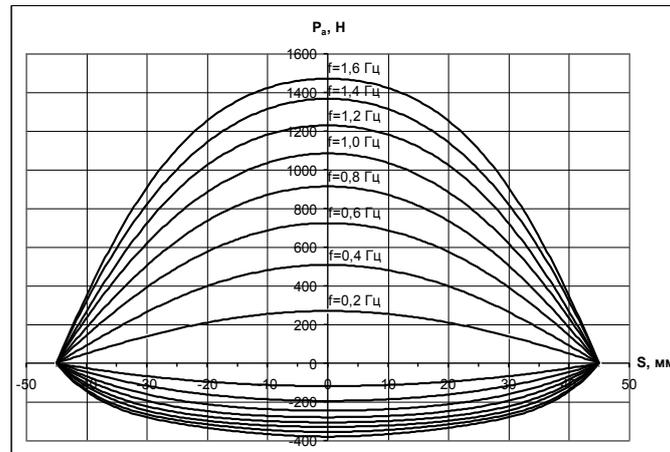


Рис. 2. Экспериментальные рабочие диаграммы амортизатора САА3 при изменении частоты нагружения  $f$  от 0,2 Гц до 1,6 Гц и фиксированном значении амплитуды хода поршня  $S = 90$  мм

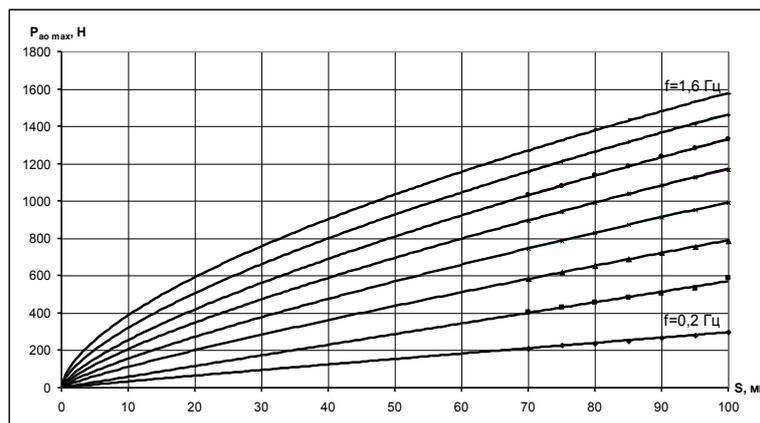


Рис. 3. Результаты обработки рабочих диаграмм амортизатора САА3 для хода отдачи ( $f = var$ ;  $S = const$ ):  $P_{ao\max}$  – амплитудные значения силы сопротивления амортизатора на ходе отдачи

Анализ диаграмм показывает, что амплитудное значение силы сопротивления амортизатора  $P_{amax}$  зависит как от частоты нагружения  $f$ , так и от амплитуды хода поршня  $S$  [4].

Но разброс  $P_{amax}$  при варьировании значений амплитуды хода поршня для фиксированных значений частоты нагружения амортизатора значительно меньше во всем диапазоне испытаний от 0,2 Гц до 1,8 Гц в сравнении с разбросом  $P_{amax}$  при варьировании значений частоты нагружения амортизатора для фиксированных значений амплитуды хода поршня в диапазоне 70...100 мм.

Проведены экспериментальные исследования с гидравлическими амортизаторами и получены рабочие характеристики.

## Литература

1. Рыков С.П. Разработка методов оценки поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин при расчетах колебаний автомобиля // Дисс. канд. техн. наук.- М.: ГНЦ РФ «НАМИ», 2000. – 318 с.
2. Рыков С.П. Методы моделирования и оценки поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин в расчетах подвески и колебаний колесных машин // Дисс. докт. техн. наук. - М.: ФГУП «НАТИ», 2005. – 430 с.

3. Рыков С.П. Исследования выходных характеристик пневматических шин. Поглощающая способность / С.П. Рыков, В.Н. Тарасюк // Системы. Методы. Технологии. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – № 2(6) – С. 19 – 30.

4. Рыков С.П. Моделирование и оценка поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин в расчетах подвески, плавности хода и поддрессоривания автомобиля: Монография. - Братск: БрГТУ, 2004. – 124 с.

5. Рыков С.П. Экспериментальные исследования поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин: Испытательный комплекс, методики проведения экспериментов и обработки результатов: Монография. – Братск: БрГТУ, 2004. – 322 с.

6. Рыков С.П. Гидропульсационный стенд – универсальный комплекс для испытания и диагностики пневматических шин и элементов поддрессоривания автомобилей / С.П. Рыков, А.В. Камнев // Проблемы диагностики и эксплуатации автомобильного транспорта: материалы III Международной научно-практической конференции. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2011. – С. 164 – 169.

УДК 620.17

## Вибрационный валковый рабочий орган бетоноотделочной машины

А.Х. Файзов, Л.А. Мамаев, С.Н. Герасимов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** пластичность, полигармонические колебания, импульс, бетонная смесь.

*В современном производстве железобетонных изделий для жилищного, промышленного и других видов строительства важную роль играет отделка поверхности этих изделий. В связи с этим, существует ряд требований, предъявляемых к поверхности изделий, изготовленных из железобетона, которые впоследствии будут подвергаться окрашиванию, оклейке обоями, линолеумом и т.д. При выполнении этих требований трудоемкие штукатурные и другие отделочные работы по железобетонным изделиям сводятся к минимуму. Для получения соответствующего качества поверхности железобетонных изделий на заводах ЖБИ, в дорожном, гидромелиоративном, аэродромном строительстве и на строительных площадках широко используются заглаживающие машины с рабочим органом в виде бруса, валика, диска, ленты или комбинации этих рабочих органов. Область применения этих машин зависит от состава бетонных смесей, требуемого качества поверхности, производительности работ, а также технологии производства на данном предприятии.*

Анализ процесса заглаживания, проведенный на основе литературных источников, показал, что сокращение времени заглаживания поверхностей незатвердевших железобетонных конструкций может быть достигнуто уменьшением количества проходов рабочего органа по обрабатываемой поверхности, а также увеличением скорости заглаживания без потери качества заглаживания за счет интенсификации процесса вибрационным воздействием.

Известны различные заглаживающие машины для обработки незатвердевших бетонных поверхностей сборных железобетонных изделий [1-7]. Недостатком известных устройств является невозможность обеспечить высокое качество обработки поверхностей изделий, высокая металлоемкость, энергоемкость. Технической задачей, решаемой предлагаемой конструкцией, является получение высокого качества обработки поверхностей изделий и снижение металлоемкости, энергоемкости, повышение производительности.

Валковый рабочий орган (ВРО) является наиболее распространенным с точки зрения удобства применения и широты спектра получаемой шероховатости поверхности при различной жесткости обрабатываемых бетонных смесей и имеет ряд преимуществ: возможность

обработки поверхности изделий за один проход; обеспечение заглаживания криволинейных поверхностей; калибровка изделий с целью получения строгой геометрической формы. Большинство машин с ВРО производят заглаживание без применения вибрации или же применение вибрационного воздействия проявляется преимущественно в вертикально направленных колебаниях

На рисунке 1 изображен продольный разрез вибрационного валкового рабочего органа бетоноотделочной машины. Рабочий орган состоит из электропривода 1, редуктора 2, верхнего вала 3 со шнеком 6 и нижнего вала 4 с пружиной 5, крышки вала 7 и корпуса 8.

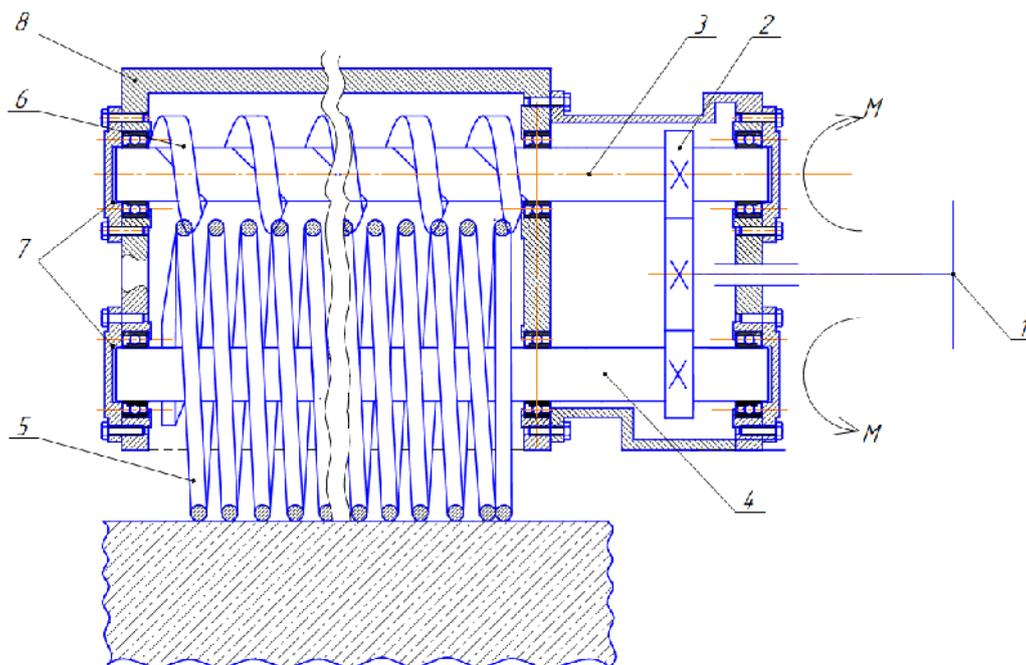


Рис 1. Вибрационный валковый рабочий орган бетоноотделочной машины

Рабочий орган работает следующим образом: при включении электродвигателя установка вращения передается на редуктор, а от редуктора на нижний вал с жестко закрепленной на нем пружиной и верхний вал с закреплённым на нём шнеком, который вращаясь, сообщает волновые колебания на пружину, которая вращаясь, нижней частью своих витков перемещивает верхний слой бетонной смеси. При таком воздействии рабочего органа на обрабатываемую поверхность происходит передача энергии колебаний нижележащим слоям бетонной смеси, при этом связи между частотами нарушаются, снижается сопротивление их сдвигу. Жесткая заглаживаемая поверхность приобретает подвижность, а зерна заполнителя и цемента получают возможность занять более устойчивое пространственное взаиморасположение, этим достигается плотная упаковка зерен заполнителя. Одновременно с этим из бетонной смеси отжимается некоторое количество воды. Преимуществом такой конструкции является высокое качество обработки жестких бетонных смесей, получение высокопрочного поверхностного слоя, наименьшая шероховатость, долговечность бетоноотделочной машина за счет снижения трения между ним и бетонной смесью, низкая энергоемкость.

Все валковые заглаживающие машины по форме рабочего органа можно разделить на три группы (рис.2)

К первой группе относятся машины с рабочим органом в виде цилиндра. Такой вид рабочего органа имеет преимущественное распространение. Вторую группу составляют машины с рабочим органом в виде усеченного конуса. Данный вид рабочего органа позволяет заглаживать обрабатываемую поверхность с равной заглаживающей способностью по всему фронту заглаживания. И к третьей группе относятся валковые заглаживающие машины с рабочим органом в виде колец или шнека. Такие машины предназначены для разравнивания и предварительного заглаживания поверхностей.

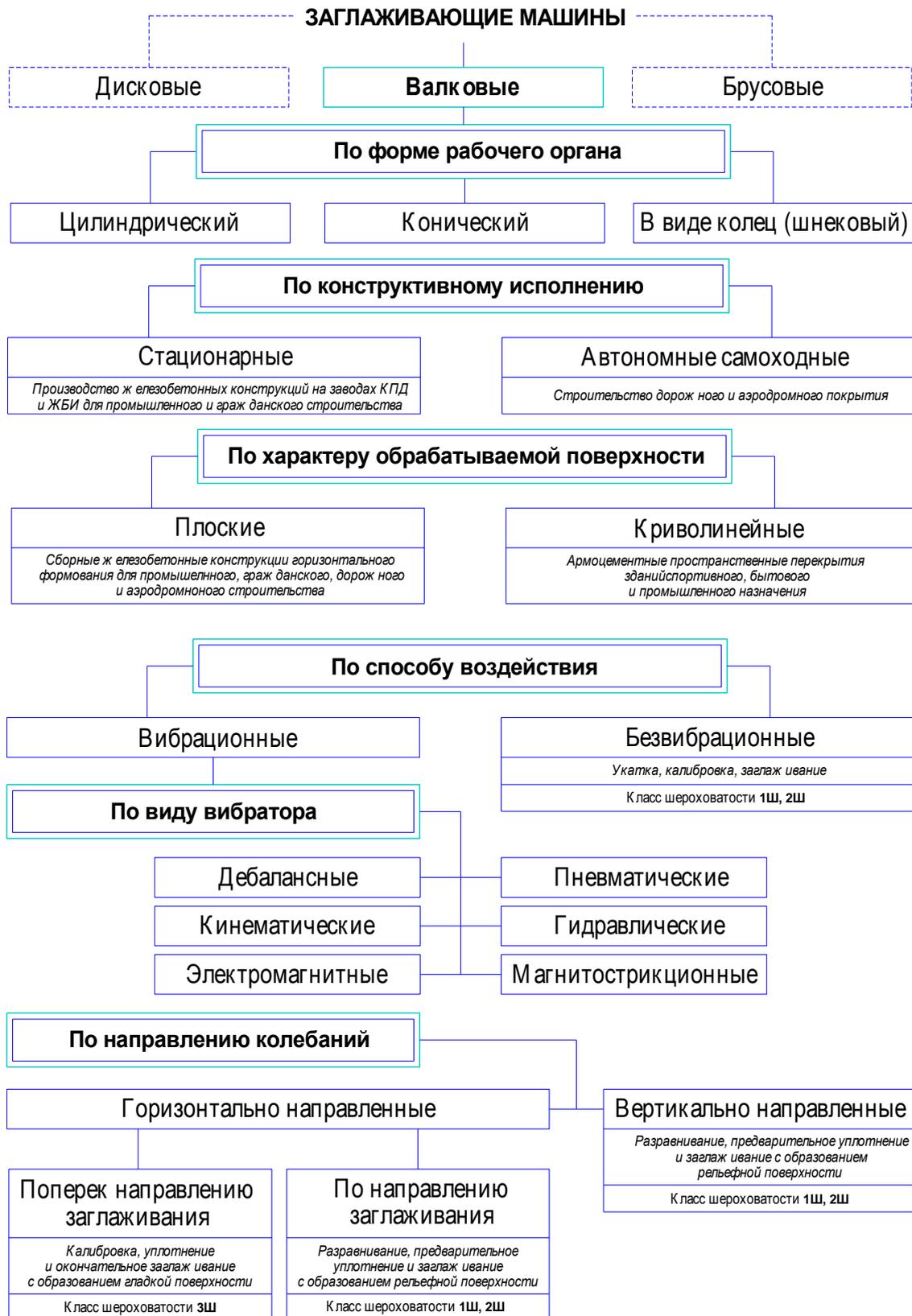


Рис.2. Классификация валковых заглаживающих машин

Вторую группу составляют машины с рабочим органом в виде усеченного конуса. Данный вид рабочего органа позволяет заглаживать обрабатываемую поверхность с равной заглаживающей способностью по всему фронту заглаживания.

И к третьей группе относятся валковые заглаживающие машины с рабочим органом в виде колец или шнека. Такие машины предназначены для разравнивания и предварительного заглаживания поверхностей

По конструктивному исполнению валковые заглаживающие машины делятся на стационарные и автономные самоходные. Первые установлены на заводах крупнопанельного домостроения (ЗКПД) и железобетонных изделий (ЗЖБИ) и предназначены для производства железобетонных конструкций для промышленного и гражданского строительства. Вторые используются при строительстве дорожного и аэродромного покрытия.

Обрабатываемые валковыми заглаживающими машинами поверхности разделяются на плоские и криволинейные. В основном заглаживанию подвергаются плоские поверхности, которыми обладают основное большинство изделий из сборного железобетона. Криволинейными поверхностями обладают пространственные железобетонные конструкции для покрытия зданий. Они имеют, скорее, эстетическую направленность, дающую принципиально новые возможности в объемно-планировочных решениях для создания новых выразительных архитектурных форм.

По способу воздействия различают вибрационные и безвибрационные рабочие органы. Без вибрационные валковые рабочие органы выполняют укатку, калибровку и окончательное заглаживание уже уплотненных смесей. Вибрационные рабочие органы одновременно имеют возможность поверхностного уплотнения и заглаживания.

Направление колебаний валкового рабочего органа имеет важное значение для качества обрабатываемой поверхности. При вертикально и горизонтально направленных колебаниях по направлению заглаживания образуется рельефная поверхность. При таких колебаниях рабочего органа можно производить разравнивание, предварительное уплотнение и заглаживание поверхностей с получением шероховатой поверхности класса 2Ш.

Использование валкового рабочего органа с горизонтально направленными колебаниями перпендикулярно направлению заглаживания позволяет производить одновременно калибровку, поверхностное уплотнение и окончательное заглаживание с образованием поверхности класса 3Ш.

### **Литература**

1. Патент RU 2266199 С1, 20.12.2005, В 28 В 11/08
2. Патент RU 2147513 С1, 20.04.2000, В 28 В 11/08.
3. Болотный А. В. Заглаживание бетонных поверхностей. -Л.: Стройиздат. Ленинград. отделение, 1979. - (Наука - строит. производству), 17с., ил. 6.
4. Белокобыльский С. В. Динамика виброактивных систем и конструкций: Сборник научных трудов. - Иркутск: ИПИ, 1988. - 148с.
5. Мамаев Л.А, Ефремов И.М, Кононов А.А. Режимы заглаживания валковых рабочих органов, обеспечивающие качество обрабатываемой бетонной поверхности / Труды Братского государственного технического университета. – Братск: БрГУ, 2000. – С.178-180.
6. Мамаев Л.А., Зайцев А.Н., Кононов А.А., Герасимов С.Н. Процессы взаимодействия рабочего органа машин с упруго вязкой средой / Механизмы и машины ударного, периодического и вибрационного действия: Материалы международного научного симпозиума. – Орел: Орел ГТУ, 2000. – С.90-94.
7. Герасимов С.Н., Коронатов В.А., Вельш Н.В. Дисковый рабочий орган бетоноотделочной машины с фрикционными автоколебаниями. Труды Братского государственного университета: Сер.: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири: в 2 т. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. – Т.1. – 254 с.

УДК 621.879.3

## Обзор гибких нагревательных элементов для снижения адгезии грунта к рабочим органам СДМ

С.А.Зеньков, П.Ю.Дрюпин, С.А.Кухарчук

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** адгезия, грунт, гибкий нагревательный элемент, рабочий орган

*В статье проведен анализ средств для борьбы с прилипанием и примерзанием грунтов к ковшам землеройных машин. Приведена классификация методов борьбы с адгезией грунтов, из которой выбрано внешнее тепловое воздействие при помощи гибких нагревательных элементов. Выполнен обзор гибких нагревательных элементов для снижения адгезии грунта к рабочим органам СДМ. Рассмотрены их технические характеристики, особенности конструкции и эксплуатации в качестве источника теплового воздействия для снижения адгезии грунта при отрицательной температуре. Предложено техническое решение ковша экскаватора с установкой гибких ленточных нагревательных элементов на переднюю стенку ковша. Установка нагревательного устройства на внешней стороне передней стенки ковша прямой лопаты вызвана тем, что передняя стенка наиболее подвержена адгезии, а пространство между карманами зубьев и нижним выступом передней стенки в меньшей степени взаимодействует с грунтом в процессе работы экскаватора.*

Анализ и обобщение отечественной и зарубежной практики ведения массовых земляных и открытых горных работ показали, что применяемые в настоящее время и предлагаемые средства для борьбы с прилипанием и примерзанием грунтов к ковшам землеройных машин по характеру и принципу действия можно разделить на профилактические средства (предотвращение адгезии) и средства для очистки ковша (восстановление эвакуирующей способности грунта). Кроме того, все методы борьбы можно разделить на применяемые с остановкой машины (экскаватора) и применяемые непосредственно во время ее работы [1,2].

В литературе имеется несколько классификаций методов борьбы с адгезией грунтов. При этом многие методы и средства относятся к тому или иному виду при составлении классификации лишь условно. Так, обогрев ковшей применяется и как средство, способствующее очистке ковша от уже намерзшего грунта, и как средство, предупреждающее его намерзание (профилактическое воздействие).

Наиболее полная классификация методов снижения адгезии и трения при разработке грунтов предложена Р. П. Заднепровским[2]. По этой классификации все методы снижения адгезии и трения при кон такте влажных грунтов с рабочими поверхностями машины делятся на четыре группы.

К первой группе относятся методы создания на границе контакта промежуточного слоя, который может служить для экранирования адгезионного взаимодействия фаз: грунта и рабочей поверхности.

Ко второй группе - методы способствующие ослаблению адгезионных связей за счет внешнего (интенсифицирующего) воздействия, приводящего к изменению свойств контактирующих фаз (уменьшение поверхностного натяжения, потенциала двойного электрического слоя, изменение структуры фаз и др.) К внешним воздействиям относятся тепловое, вибрационное, электромагнитное.

К третьей группе - конструктивно-технологические методы и механические способы.

Четвертая группа - комбинированные методы.

Наиболее эффективным из методов внешнего воздействия при отрицательной температуре производства земляных работ является тепловое воздействие [3-10], которое может

осуществляться при помощи гибких нагревательных элементов. Ниже рассмотрим некоторые из них.

Элемент нагревательный гибкий ленточный (ЭНГЛ) [3] относится ко второй группе методов - внешнего воздействия. Наиболее подходящими для практического применения в рабочих органах СДМ являются гибкие нагревательные ленты ЭНГЛ-1 и ЭНГЛУ-400, выпускаемые компанией ТЕРМ, созданной на базе Санкт-Петербургского филиала ОАО СКБ «Транснефтеавтоматика»

ЭНГЛ-1 (элемент нагревательный гибкий ленточный-1) - нагревательная лента предназначена для защиты от замерзания, образования снега и льда, технологического прогрева (рис. 1).

ЭНГЛ-1 - плетеная лента из стеклонити, в основе которой восемь нагревательных жил из нихрома. Снаружи нагреватели покрыты водонепроницаемой оболочкой из кремнийорганической резины. Концевые опрессовки выполнены из такой же резины. Изоляция из кремнийорганической резины особенно подходит для случаев применения, где необходима высокая гибкость ленты.

Ленты ЭНГЛ-1 представляют собой законченные изделия с герметичными наконечниками и низкотемпературными выводами. Выпускаются фиксированных размеров и мощностей и не подлежат резке. По согласованию с потребителем предприятие может изготовить нагреватели ЭНГЛ-1 с другими параметрами и длинами, но с удельной мощностью не превышающей 100 Вт/м.

ЭНГЛ-1 устанавливается быстро и просто, не требует никаких специальных навыков или инструментов.

Таблица 1

Технические характеристики ЭНГЛ-1

Максимальная температура на поверхности ленты	180°C (250°C по заказу)
Минимальная температура монтажа	50°C
Минимальный радиус изгиба	10 мм
Ширина активной части	24мм
Толщина активной части	3,3мм

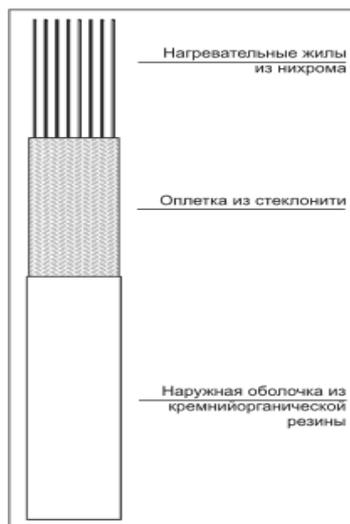


Рис.1 Схема ЭНГЛ-1 Рис.2 Схема ЭНГЛУ-400



ЭНГЛУ-400 (элемент нагревательный гибкий ленточный унифицированный) - это промышленного качества гибкая нагревательная лента, которая может использоваться для разогрева и компенсации теплотерь резервуаров, трубопроводов и другого технологического оборудования, которая нагревается до температуры в 400°C (рис. 2)

ЭНГЛУ-400 - лента из стеклонити, пропитанная органосиликатной композицией, в основе которой находятся восемь нагревательных жил из нихрома.

Нагревательные провода имеют обмотку из стеклонити из 3-х слоев, внутренний и промежуточный слои стеклонити пропитаны органосиликатной композицией.

Ленты ЭНГЛУ-400 представляют собой законченные изделия, выпускаются только указанных размеров и мощностей и не подлежат резке в размер.

Таблица 2

Технические характеристики ЭНГЛУ-400

Максимальная температура	400°С
Минимальный радиус изгиба	15мм
Длина низкотемпературных выводов	700мм
Электропитание	220В

Также можно рассмотреть нагревостойкие кабели с минеральной изоляцией, выпускаемые заводом «Кирскабель». Конструктивно кабели состоят из жил, помещенных в металлическую оболочку и разделенных между собой минеральной изоляцией.

Длительно допустимая температура этих кабелей равна: 250°С – для кабелей в медной оболочке с медными жилами (рис.3); 600°С – для кабелей в стальной оболочке с жилами из никеля, нихрома, нержавеющей стали (рис.4); 800°С – для кабелей с жилами из нихрома или сплава ХН78Т и оболочкой из сплава ХН78Т.

Изоляция таких кабелей не способна к самовозгоранию, не токсична, способна работать даже при длительном перегреве вплоть до температуры плавления оболочки. Данные кабели стойки к ударам и смятию. Даже в смятом состоянии кабель продолжает работать. Гибкость кабеля позволяет укладывать его с радиусом изгиба, кратным трем диаметрам кабеля.

Одно из главных преимуществ данных кабелей – «холодные» выводы. Они присоединяются к кабелю без специальных муфт и внешне никак не выделяются в конструкции кабеля. Соединение нагревательной и питающей жил производится внутри металлической оболочки.

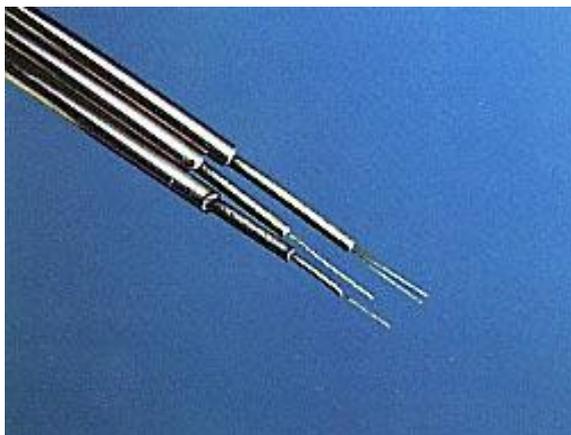


Рис. 3. Кабели в медной оболочке



Рис. 4. Кабели в стальной оболочке

Достаточно часто в системах противообледенения применяются два вида кабелей – резистивный и саморегулирующийся компании «HTS Global». Резистивный кабель XR (рис. 5), производимый HTS Global, имеет центральную жилу, выполненную по особой технологии – в виде пружинящей спирали, что позволяет системе противообледенения легко выдерживать большие перепады температурных и механических нагрузок. Технические характеристики данного кабеля приведены в таблице 3.

Таблица 3

Технические характеристики резистивного кабеля XR

Сечение	диаметр 7,5 мм
Максимальная выдерживаемая температура (кабель выключен)	90°C
Номинальное напряжение	300/500 В
Максимальная мощность	25 Вт/м
Максимальная рабочая температура	80°C
Минимальная температура хранения	-40°C
Минимальный радиус изгиба	25 мм

В саморегулирующихся кабелях источником тепла служит тепловыделяющая пластиковая матрица, расположенная между двумя токопроводящими жилами. Тепловыделение каждого участка матрицы меняется в зависимости от фактических внешних условий. Саморегулирующийся кабель TTGHL (рис. 6), производимый HTS Global, имеет сложную зависимость тепловой мощности от внешней температуры. При положительных внешних температурах мощность кабеля плавно растет, делая мощный скачок в точке перехода температуры окружающей среды к минусовой. Технические характеристики данного кабеля приведены в таблице 4.

Таблица 4

Технические характеристики саморегулирующегося кабеля TTGHL

Сечение	ширина 6,0 мм, высота 10, 5 мм
Максимальная выдерживаемая температура (кабель выключен)	85°C
Максимальная рабочая температура (кабель включен)	65°C
Номинальное напряжение	230 В
Минимальный радиус изгиба	25 мм
Минимальная температура хранения	-60°C



Рис. 5. Резистивный кабель XR:

1-нагревательный элемент; 2-первичный слой изоляции (тефлон); 3-вторичный слой изоляции; 4-защитный экран из луженой меди; 5-внешняя оболочка.



Рис. 6. Саморегулирующийся кабель TTGHL:

1-луженые питающие жилы; 2-тепловыделяющая саморегулирующаяся матрица; 3-внутренняя изоляция; 4-заземляющий защитный экран из луженой меди; 5-наружная оболочка.

Применение в качестве источника теплового воздействия для снижения намерзания грунта гибких нагревательных ленточных элементов осуществлено в конструкции, представленной на рис. 7 [3]. Ленточный элемент 3 намотан на кронштейны 4, жестко закрепленные на внешней поверхности передней стенки ковша между ребрами жесткости, и закрыт крышкой 2. Свободное пространство заполнено сухим кварцевым песком

1, который является одновременно теплоизолятором и аккумулятором тепловой энергии, обеспечивая равномерный нагрев передней стенки. Установка нагревательного устройства на внешней стороне передней стенки ковша прямой лопаты вызвана тем, что передняя стенка наиболее подвержена адгезии, а пространство между карманами зубьев и нижним выступом передней стенки в меньшей степени взаимодействует с грунтом в процессе работы экскаватора.

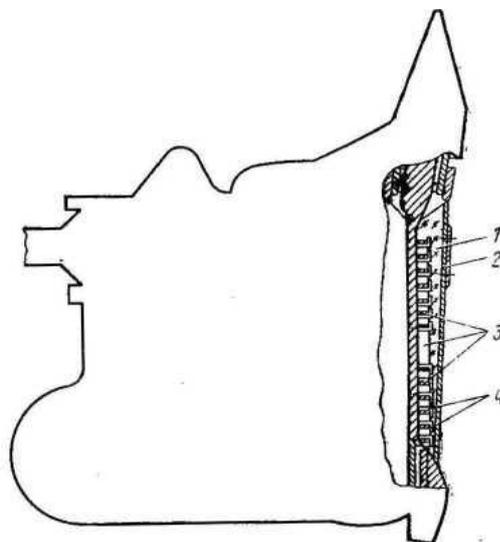


Рис. 7. Ковш экскаватора с устройством теплового воздействия

### Литература

1. Rajaram G., Erbach D.C. Effect of wetting and drying on soil physical properties. // Journal of Terramechanics 36 (1999) P. 39-49.
2. Заднепровский Р.П. Рабочие органы землеройных и мелиоративных машин и оборудования для разработки грунтов и материалов повышенной влажности. – М.: Машиностроение, 1992. 176 с.
3. Зеньков С.А., Курмашев Е.В., Елохин А.В., Дэлэг Д. Перспективы применения гибких нагревательных ленточных элементов для снижения адгезии грунта к рабочим органам ковшевого типа // Механики XXI века. 2009. № 8. С. 164-167.
4. Зеньков С.А., Диппель Р.А., Булаев К.В., Батуро А.А. Планирование эксперимента по исследованию влияния параметров теплового воздействия на сопротивление сдвигу грунта // Механики XXI века. 2005. № 4. С. 52-56.
5. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С., Балахонов Н.А. Определение рациональных параметров оборудования теплового действия к рабочим органам землеройных машин для разработки связных грунтов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2013. Т. 2. № 2с (71). С. 124-129.
6. Зеньков С.А., Жидовкин В.В., Ничаев А.Н., Курмашев Е.В. Применение оборудования теплового воздействия для снижения адгезии грунтов // Механики XXI века. 2010. № 9. С. 129-132.
7. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С. Эффективность гибких нагревательных элементов для борьбы с адгезией грунтов к землеройным машинам // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 134-137.
8. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С., Банщиков М.С. Исследование влияния теплового воздействия на адгезию грунтов к рабочим органам землеройных машин // Механики XXI века. 2013. № 12. С. 228-232.
9. Зеньков С.А., Кожевников А.С., Кутимский Г.М. Использование электронагревательных гибких ленточных элементов для борьбы с намерзанием грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // Механики XXI века. 2014. № 13. С. 134-138.
10. Зеньков С.А., Кожевников А.С., Баев А.О., Дрюпин П.Ю. Определение мест установки электронагревательных гибких ленточных элементов для борьбы с намерзанием грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С. 195-202.

УДК- 621.7.012.5

## **Воздействия магнитного поля в сочетании с ультразвуковым ударным инструментом на незатвердевшие бетонные поверхности**

И.О. Клушин, С.Н. Герасимов, В.С. Федоров, Л.А. Мамаев

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** анализ, магнитное поле, вода, электромагнитный активатор, ультразвуковой ударный инструмент.

*В работе проведен анализ обработка незатвердевших бетонных поверхностей дисковым рабочим органом с применением различных устройств для интенсификации данных процессов, новый способ воздействия на бетонную смесь воздействием внешними энергетическими полями, такими как: электромагнитные и электрические поля, ультразвуковой ударный импульс. Под активацией цементно-водных суспензий, растворных и бетонных смесей понимают различные физические, физико-химические и химические способы воздействия, как на отдельные компоненты, так и на их композиции, приводящие к интенсификации процессов структурообразования, модифицированию структуры и свойств композитов. Активированным состоянием вещества называется некоторое критическое промежуточное его состояние, через которое проходит протекающий во времени процесс. В рамках ионной теории аномальные свойства воды, возникающие под действием магнитного поля, объясняются процессами поляризации и деформации ионов солей. Ионы сближаются и образуют кристаллическую форму соли, благодаря чему вместо накипи появляется тонкодисперсный илам, который не оседает. По К. Мейеру активированными твердыми телами называют тела с термодинамически нестабильным расположением элементов кристаллической решетки, отличающиеся повышенным значением свободной энтальпии. Активирующие воздействия приводят к изменению энергетического состояния вещества, интенсивности их взаимодействия.*

Сборные железобетонные изделия широко применяются в современном жилищном и гражданском строительстве: для фундаментов и подземных частей зданий в виде фундаментных плит, блоков, свай и панелей, а также элементов проходных и непроходных каналов в пределах здания; для конструкций каскадов в виде колонн одноэтажных и многоэтажных зданий, балок покрытий, подстропильных балок и т. д.; для наружной облицовки зданий и оград в виде архитектурных деталей и элементов оград. В промышленном строительстве подавляющая масса железобетона используется в виде плит покрытий и колонн, а также балок и ферм покрытий подкрановых балок и фундаментов. В транспортном строительстве сборный железобетон получил распространение в виде плит покрытий дорог и аэродромов, элементов мостовых конструкций и т.д. Кроме того, сборный железобетон необходим в строительстве метрополитенов и тоннелей, в гидротехническом и сельскохозяйственном строительстве, в строительстве общего назначения.

Скорость нарастания прочности при твердении бетона в естественных условиях зависит от активности цемента, температуры окружающей среды, расхода цемента и количества воды затворения. Сформованные изделия на основе портландцемента при 15—20°C твердеют очень медленно. Для ускорения твердения бетона применяют способы, которые можно разделить на технологические, химические и тепловые.

В технологии бетона многие исследования посвящены вопросам механической и механохимической активации, как исходных компонентов, так и готовой смеси. При этом достигается существенная интенсификация процессов твердения, увеличение прочно-

сти и улучшение ряда других свойств.

Активационные воздействия на цементное тесто оказывает ультразвуковая обработка. Она вызывает эффект кавитации, диспергирование твердых частиц, микротрещины в кристаллах, что способствует растворению цементных частиц и их более полной гидратации. В отличие от высокочастотного вибрирования при ультразвуковом воздействии относительный прирост прочности возрастает с увеличением В/Ц. Под влиянием волнового давления, возникающего в акустическом поле, формируется плотная и прочная кристаллогидратная структура цементного камня. В опытах И.Н. Ахвердова после ультразвуковой обработки образцов размером 2x2x2 см «клинкерный» камень в 28 суточном возрасте при нормальном твердении имел прочность около 180 МПа, а контрольный – 50 МПа.

Жидкость — это механическая система, составляющие которой, ионы и молекулы, находятся в тепловом движении. Сила Лоренца действует на заряженные примеси, движущиеся в потоке воды под действием магнитного поля, и закручивает их вокруг магнитных линий. Всю массу нейтральных молекул воды одновременно «тянет» множество низкомолекулярных катионов и анионов благодаря энергии электрического поля, а магнитное поле выполняет управляющие функции. Таким образом, за счет эффекта Холла существенную роль играют электрические поля, вызванные электрическим зарядом поверхности раздела фаз и суммарным объемным зарядом ионов.

Все изменения, вызванные магнитным полем, в воде имеют небольшой период релаксации (восстановление до первоначальных значений), однако за то время, пока магнитное поле активатора, установленного на заглаживающей машине, проходит через некоторый объем воды, связанные с этими изменениями увеличение скорости реакций между водой и растворенными в ней солями приводит к возникновению значительного количества высокодисперсных твердых продуктов реакций. Последние, благодаря весьма мелким размерам частиц, не выпадают в осадок в течение длительного времени и могут служить центрами кристаллизации.

Увеличение растворимости вяжущего при одновременном увеличении скорости реакции между растворенными вяжущими и водой не может не вызвать увеличения количества центров кристаллизации в твердеющем бетоне.

Поскольку скорость растворения вяжущего, при движении магнитного поля магнитного активатора заглаживающей машины вдоль не затвердевшего бетона (рис. 1), возрастает пропорционально росту диэлектрической проницаемости воды, а, следовательно, пропорционально напряженности магнитного поля. Также пропорционально напряженности поля, происходит рост скорости реакции между растворенным вяжущим и водой.

Ударное воздействия концентратора и незакрепленного бойка на заглаживающий диск, при таком воздействии рабочего органа на обрабатываемую поверхность происходит передача энергии колебаний ниже лежащим слоям бетонной смеси, при этом связи между частицами нарушаются, снижается сопротивление их сдвига. Жесткая заглаживаемая поверхность приобретает подвижность, а зерна заполнителя и цемента получают возможность занять более устойчивое пространственное взаиморасположение, этим достигается плотная упаковка зерен заполнителя. Одновременно с этим из бетонной смеси отжимается некоторое количество воды. В свою очередь результатом применения действия сил магнитного поля на воду, находящуюся в смеси приготовленной с применением вяжущих веществ, является развитие следующих процессов: диспергации молекулярных связей и деполимеризации жидкой фазы (дессоциативный процесс); формирование новой более упорядоченной по отношению к исходной системно – структурной организации смеси; релаксации смеси приготовленной с применением вяжущих веществ к исходному стационарному состоянию (стабилизационный процесс). Что приводит к улучшению реологических характеристик смеси, приготовленной с применением вяжущих веществ, ускоряется темп твердения материала на ранних стадиях, повышается водоудерживающая способность и уменьшается расслаиваемость изделия приготовленного с применением вяжущих веществ.

Преимуществом электромагнитного активатора в сочетании с ультразвуковым ударным инструментом является высокое качество обработки жестких бетонных смесей, получе-

ние высокопрочного поверхностного слоя, наименьшая шероховатость, долговечность заглаживающего диска за счет снижения трения между им и бетонной смесью. В тандеме применение данных активаторов увеличивает диапазон получения оптимальных параметров для улучшения качественных и прочностных свойств бетона. Данное устройство может быть использовано в области строительной индустрии для качественной обработки незатвердевших поверхностей железобетонных изделий, отформованных из бетонных смесей для гражданского и промышленного строительства.

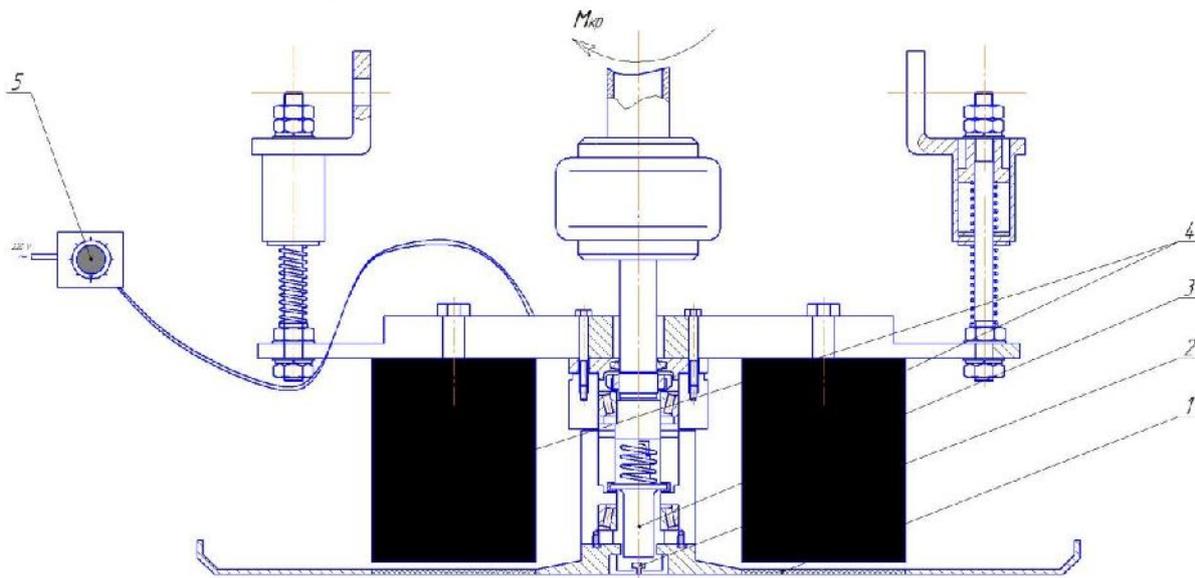


Рис. 1. Принципиальная схема дисковой заглаживающей машины с электромагнитным активатором и ультразвуковым ударным инструментом 1- заглаживающий диск, 2-боек, 3- волновод-концентратор, 4-электромагнит, 5-регулятор напряжения электромагнитного поля.

### Литература

1. Патент №2500521 - Дисковый рабочий орган бетоноотделочной машины с знакопеременным магнитным полем / Белокобыльский С.В., Герасимов С.Н., Клушин И.О., Мамаев Л.А., Фёдоров В.С.; Приоритет от 10.12.2013.
2. Патент №2497664 - Дисковый рабочий орган бетоноотделочной машины с изменяемым градиентом магнитного поля/ Белокобыльский С.В., Герасимов С.Н., Клушин И.О., Конин А.В., Мамаев Л.А., Плеханов Г.Н., Фёдоров В.С.; Приоритет от 10.11.2013.
3. Плетнев С.В. Магнитное поле, свойства, применение: Научное учебно-методическое справочное пособие.- СПб.: Гуманистка, 2004. -624с.
4. Баталин Б.С. Влияние магнитной обработки бетонной смеси на процессы структурообразования в твердеющем бетоне: дис. кан. техн. наук : 05.48.04 / Пермский политех. ин-т. – Пермь, 1969. – 232 с.

УДК 621.923.6; 621.923.9

### Устранение засаливания алмазных кругов при комбинированной электроалмазной обработке

Р.В. Избинский, Н.Т. Тусупбеков, К.А. Скендиров

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** комбинированная электроалмазная обработка, качество поверхности, алмазный шлифовальный круг.

*Современный уровень развития машиностроения требует постановки на одно из главных мест проблему повышения эффективности производства, решение которой неразрывно связано с вопросами повышения эффективности технологических методов обработки. Это вызывает необходимость поиска новых прогрессивных технологических методов обработки и дальнейшего совершенствования существующих методов и технологий, позволяющих значительно улучшать качество изделий и обеспечивать высокие эксплуатационные показатели, повышая при этом производительность механической обработки.*

К наиболее прогрессивным, высокопроизводительным методам шлифования относится электроалмазная обработка (ЭАО). Это комбинированный метод обработки, при котором имеют место электрохимическое, электрофизическое и механическое воздействия на обрабатываемую поверхность [1]. В зависимости от условий обработки могут превалировать те или иные явления, как механической, так и электрохимической природы. Преимуществом применения ЭАО является значительное снижение сил резания и температуры в зоне контакта инструмент-деталь, что в свою очередь приводит к снижению деформационных напряжений в поверхностном слое детали [2].

Любой современный инструментальный материал, должен обладать высокой твердостью режущей кромки, чтобы в течение длительного времени срезать стружку [3]. Значительное превышение твердости инструментального материала по сравнению с твердостью обрабатываемой заготовки должно сохраняться и при нагреве инструмента в процессе резания. После затачивания режущая часть инструмента должна также обладать большой износостойкостью в зоне резания, в условиях высоких давлений и температур.

В настоящее время для изготовления режущих элементов инструментов применяются как инструментальные стали, так и твердые сплавы [4-6]. Из металлокерамических твердых сплавов изготавливают режущие, быстросменные пластины различных размеров и форм, которыми оснащаются резцы, фрезы, сверла, зенкеры, развертки и др. металлообрабатывающий инструмент. Алмазный инструмент при шлифовании инструментальных сталей и твердых сплавов подвергается периодическим и перманентным силовым, тепловым и физико-химическим воздействиям, в результате которых их рабочие поверхности изнашиваются, затупляются и засаливаются [7-8].

Под засаливанием понимают непрерывный процесс адгезионно-диффузионного засорения абразивного слоя шлифовального инструмента элементами обрабатываемого материала, влекущий за собой потерю его производительности и режущей способности. Для восстановления его режущей способности и исправления геометрической формы приходится применять различные методы правки.

Однако правильный выбор состава и метода подвода СОЖ позволяет уменьшить износ и засаливание круга, повышает его работоспособность, улучшает качество поверхностного слоя и повышает точность обработки [9-12]. Следует помнить, что при чрезмерно высоком смазывающем действии охлаждающей жидкости явление засаливания круга может ускориться, что вызовет отрицательное влияние на производительность.

Однако существуют методы правки круга без потерь времени на эту операцию. Например, при ЭАО отпадает необходимость в дополнительном времени на правку засаленной поверхности круга, так как она осуществляется автоматически и непрерывно с помощью специального безыносного катода и после некоторой модернизации существующего заточного оборудования [13-18]. КЭАО заключается в одновременно осуществляемой непрерывной правке поверхности шлифовального круга и анодном растворении удаляемого припуска обрабатываемой поверхности.

Следует отметить, что высокая эффективность этого метода достигается [19] благодаря резкому улучшению режущих свойств алмазных кругов, которые поддерживаются непре-

рывной правкой круга, включаемой автоматически при включении главного привода станка (цепь II). Цепь I также включается автоматически при начале подачи (рис. 1).

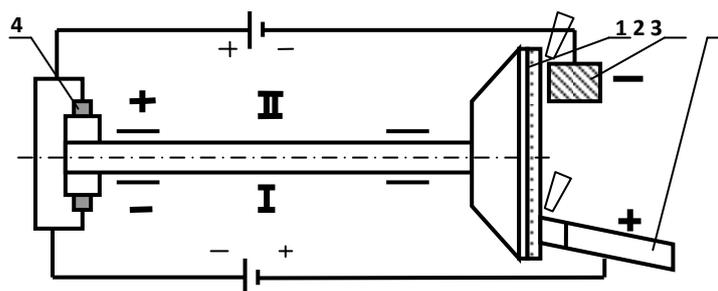


Рис.1. Принципиальная электрическая схема КЭАО:  
1 – алмазный круг; 2 – катод; 3 – резец; 4 – токосъёмник

Анализ химического состава засаленного слоя показал [1, 8, 10], что обработка материалов без подключения электрохимических процессов приводит к возникновению диффузии на контактирующих поверхностях и адгезионному схватыванию разнородных материалов. Этому способствует высокое давление в зоне резания и, очевидно, ван-дер-ваальсовыи силы притяжения, действующие при расстояниях между твёрдыми объектами, размер которых меньше  $\sim 100 \text{ \AA}$  ( $\sim 0.01 \text{ \mu m}$ ). Следовательно, образование засаленного слоя на поверхности кругов при ЭАО предотвращается путём подбора электрических режимов [20 - 24], нейтрализующих или смягчающих воздействие диффузионных и адгезионных явлений.

Таким образом, данный вид обработки обеспечивает высокую производительность труда, а также улучшает качество инструмента. Применение ЭАО при обработке инструментальных сталей и твердосплавного инструмента позволяет сократить расход алмазов, создавать принципиально новые конструкции алмазных кругов [15, 16, 17], которые могут обрабатывать современные наноматериалы [25 - 29]. А осуществляемая на кафедре ТМ компьютерная визуализация этой обработки на молекулярном уровне, позволит наглядно продемонстрировать некоторых аспектов атомистической трибологии резания металлов с одновременно протекающими разными, по своей физической природе, процессами [30].

## Литература

1. Попов В.Ю., Янюшкин А.С. Исследование поверхности алмазных кругов после комбинированной электроалмазной обработки быстрорежущей стали // Технология машиностроения. 2013. № 11. С. 26-30.
2. Ivancivsky V., Parts K., Popov V. Depth distribution of temperature in steel parts during surface hardening by high frequency currents // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 788. С. 129-135.
3. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В. Исследование качества поверхности при формировании режущей кромки фрезерного инструмента для обработки композиционных материалов // Актуальные проблемы в машиностроении. 2014. № 1. С. 582-588.
4. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Ковалевский С.В. Повышение качества подготовки твердосплавного инструмента // Системы. Методы. Технологии. 2009. № 1. С. 95-98.
5. Скрипняк Е.Г., Лобанов Д.В., Скрипняк В.В., Янюшкин А.С., Скрипняк В.А., Рычков Д.А. Керамические нанокompозиты на основе диборида циркония // Системы. Методы. Технологии. 2011. № 10. С. 95-98.
6. Лобанов Д.В., Янюшкин А.С. Организационно-технологическая подготовка инструмента для обработки композиционных неметаллических материалов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2012. № 2-2 (292). С. 17-23.
7. Popov V.Yu., Yanyushkin A.S., Zamashchikov Y.I. Diffusion phenomena in the combined electric diamond grinding // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 799-800. С. 291-298.
8. Yuanyushkin A.S., Rychkov D.A., Lobanov D.V. Surface quality of the fiberglass composite material after milling // Applied Mechanics and Materials. 2014. Т. 682. С. 183-187.
9. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Петров Н.П., Рычков Д.А. Повышение эффективности обработки высокопрочных композиционных материалов // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 146-149.

10. Янюшкин А.С., Медведева О.И., Архипов П.В., Попов В.Ю. Механизм образования защитных пленок на поверхности алмазных кругов с металлической связкой // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 1 (5). С. 132-138.
11. Кудряшов С.М., Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Использование минеральных рассолов для устранения засаленного слоя при комбинированной электроалмазной обработке быстрорежущей стали Р6М5 // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 6. С. 109-118.
12. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Медведева О.И., Ковалевский С.В., Рычков Д.А. Электроалмазная обработка высокопрочных материалов с нанесением защитных покрытий // Системы. Методы. Технологии. 2013. №3 (19). С. 125-129.
13. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Янпольский В.В. Тензометрическая вставка для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 2210749. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116429, опубл. 20.08.2003.
14. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Янпольский В.В. Приспособление для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 22115641. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116428, опубл. 10.11.2003.
15. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с перпендикулярным расположением токопроводящих вставок: пат. 144707 Рос. Федерация. № 2014105640/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. № 24.
16. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с косым расположением токопроводящих вставок: пат. 144708. Рос. Федерация. № 2014105641/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. 24.
17. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с параллельным расположением токопроводящих вставок: пат. 145108 Рос. Федерация. № 2014105639/02; заявл. 14.02.14; опубл. 10.09.14, Бюл. 25.
18. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Янюшкин Р.А. Элементы модернизации станков шлифовальной группы под процессы электроалмазной обработки // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2000. Т. 1. С. 189-190.
19. Бойко А.А., Попов В.Ю. Исследование менеджмента в области мотивации труда на авторемонтном заводе ОАО «БЭСТ-1» // Механики XXI века. 2005. № 4. С. 302-307.
20. Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Поверхность алмазного круга после электроалмазного шлифования быстрорежущей стали // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2002. Т. 2. С. 146-151.
21. Попов В.Ю. Повышение качества изделий из инструментальных сталей при электроалмазном шлифовании // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Научно-исследовательский институт систем управления, волновых процессов и технологий Министерства образования РФ. Братск, 2002.
22. Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Шероховатость поверхности после шлифования по методу двойного травления // Объединенный научный журнал. 2002. № 21. С. 65-67.
- 23.
24. Попов В.Ю., Данченко Г.И., Беловенцева М.Ю. Сравнительный обзор достижений в области комбинированной электроалмазной обработки // Механики XXI века. 2011. № 10. С. 89-92.
25. Popov V.Yu., Yanyushkin A.S. Combined electro-diamond grinding of high speed steels // International Journal of Advances in Machining and Forming Operations. 2012. Т. 4. № 1. С. 91-102.
26. Попов В.Ю., Распутин Е.В., Карпинская Е.Н., Корпачева А.С. Перспективы применения наноструктурных материалов // Механики XXI века. 2012. № 11. С. 225-228.
27. Попов В.Ю., Распутин Е.В., Гуглин Г.С., Большаков И.М., Петров Н.П. Технология обработки нанопропроченных материалов на основе инструментальных сталей // Механики XXI века. 2010. № 9. С. 104-105.
28. Карпинская Е.Н., Корпачева А.С., Распутин Е.В., Попов В.Ю. Совершенствование качества поверхностного слоя деталей изготовленных из наноструктурных материалов // Механики XXI века. 2012. № 11. С. 229-233.
29. Попов В.Ю., Янюшкин А.С., Медведева О.И., Скиба В.Ю. Контактные процессы при алмазной обработке инструментальных материалов // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 3 (23). С. 68-74.

30. Попов В.Ю., Хлыстов А.Н., Бондин А.В. Атомная визуализация алмазного резания // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т.8. №1. С. 139-151.

УДК 621.923.6; 621.923.9

## Износ алмазных кругов при комбинированной электроалмазной обработке

Р.В. Избинский, К.А. Скендилов, Н.Т. Тусупбеков

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** комбинированная электроалмазная обработка, качество поверхности, алмазный шлифовальный круг.

*На сегодняшний день уже существуют технологии, объединяющие в себе возможность рационального и высокоэффективного применения алмазного инструмента на операциях шлифования труднообрабатываемых железуглеродистых материалов. Поэтому грамотный выбор, назначение и применение современных методов обработки является одним из направлений технического прогресса в машиностроении.*

*Перспективным методом затачивания, позволяющим повысить качество и стойкость режущего инструмента, является комбинированная электроалмазная обработка. Данный метод был разработан на кафедре «Технология машиностроения» Братского государственного университета. Первоначально он нашёл своё применение при затачивании твердосплавного инструмента, однако дальнейшие исследования подтвердили возможность его применения и при затачивании быстрорежущего инструмента.*

Известно [1], что в процессе шлифования возникает давление, которое обуславливает появление адгезии в зоне контакта таких разнородных материалов, как круг и обрабатываемый материал. Как правило, следствием этого является последующее протекание диффузионных процессов и износ рабочей поверхности шлифовального круга [2]. Поэтому определение роли адгезионно-диффузионных явлений в процессе резания, а также определение влияния, оказываемое ими на контактирующие поверхности и, как следствие, на качество заточенного инструмента является актуальным исследованием.

Износ круга является сложным физико-химическим и механическим процессом, протекание которого зависит от всех условий обработки: характеристики круга, марки абразивного материала, физико-химических свойств обрабатываемого материала, режимов обработки и т.п. [3, 4].

Однако из литературы известно [5, 6], что перечисленные факторы, в зависимости от условий шлифования, обуславливают изнашивание алмазного круга и могут проявляться в одном из пяти видов или их сочетании (рис. 1). Также известно [7-9], что удельный расход алмазов является одним из самых важных показателей процесса шлифования, так как он непосредственно влияет на стоимость обработки. Необходимо стремиться к тому, чтобы научно установить и в последствии применять в производственных условиях такие режимы, которые бы способствовали наименьшему износу круга и наибольшему сошлифовыванию материала без потери качества обрабатываемой поверхности.

Так, в зависимости от свойств шлифовальных кругов и условий обработки круги могут работать, как с самозатачиванием, так и с преобладающим затуплением. Затупление же круга наступает в результате истирания некоторых алмазных или абразивных зерен, в результате чего на них появляется площадка износа. Так как на этой площадке отсутствуют

режущие грани, то зерна теряют свои режущие свойства, что приводит к ухудшению качества обработанной поверхности [10-14].

Алмазные круги на металлических связках имеют свои особенности работы и износа, обусловленные тем, что они изготавливаются из более прочных алмазов марок АС4 и весьма прочных алмазов марки АС6, которые закрепляются в износостойкой и прочной связке [15-17].

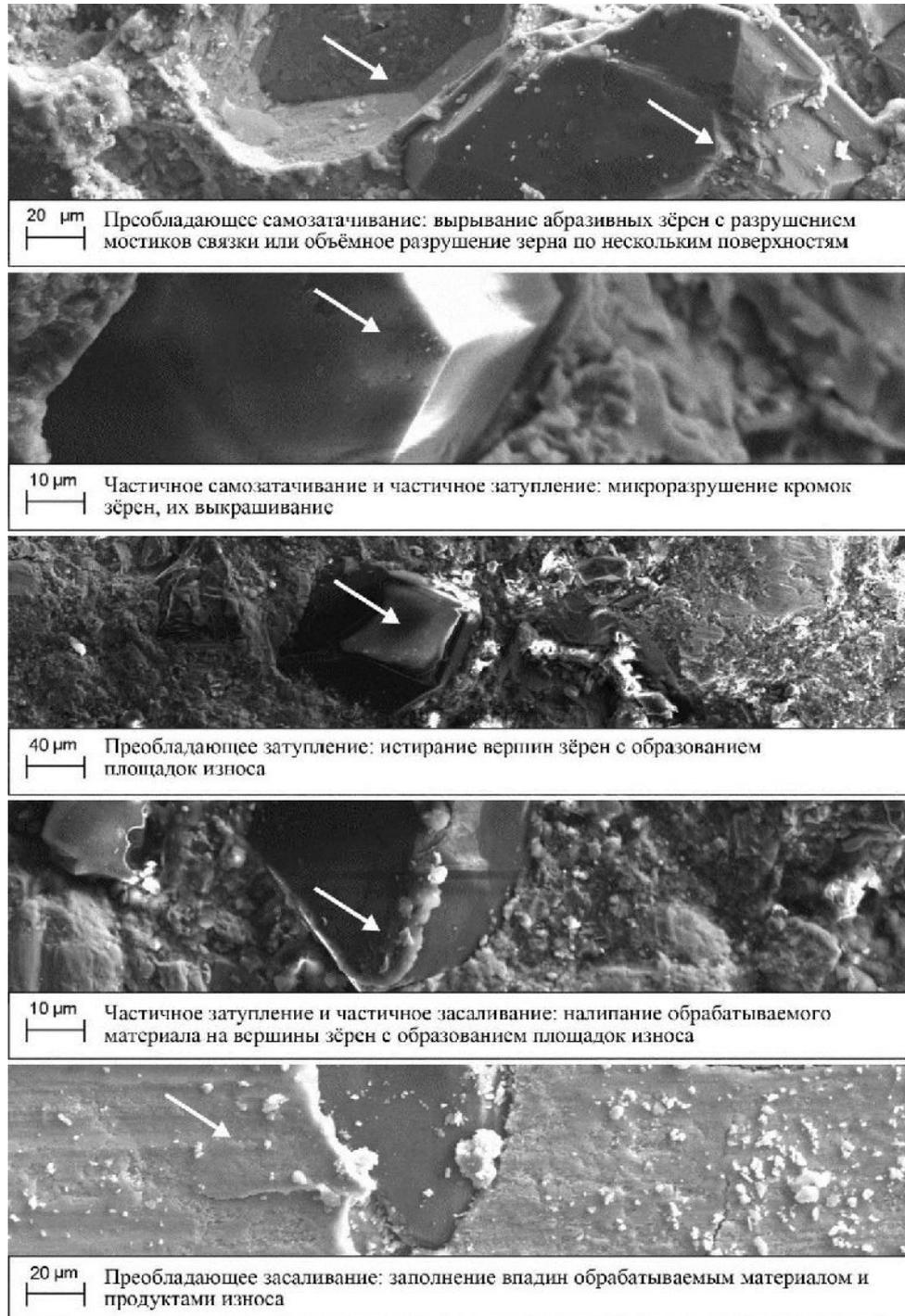


Рис. 1. Основные виды износа шлифовального круга

Вначале изнашиваются наиболее выступающие над поверхностью режущие кромки, затем образование площадок износа наблюдается одновременно на нескольких режущих кромках одного и того же зерна. На притупившиеся алмазные зёрна действуют повышенные нагрузки, в результате чего зёрна могут частично скалываться, либо разрушаться. Разрушенное алмазное зерно имеет меньшее превышение над уровнем связки, но образует значительное число режущих кромок, которые могут участвовать в работе и положительно влиять на

процесс шлифования. В ряде случаев, отколовшиеся осколки зёрен оставляют довольно глубокие следы при перекачивании по поверхности, находясь между обрабатываемой деталью и кругом. Под действием нормальных усилий отколовшиеся зёрна могут вновь внедряться в связку и продолжать участвовать в съёме обрабатываемого материала. Выпадения зёрен повышенной прочности марки АС4 у кругов на бронзовой связке практически не происходит. Весьма прочные зёрна марки АС6 иногда вырываются из связки.

Можно привести сравнительный анализ полученных ранее данных по применению электроалмазной обработки инструментальных материалов, с полученными нами данных в результате проведённых исследований. Таким образом, исходя из условий обоснованного минимального удельного расхода алмазов, рациональными для затачивания инструментальных материалов следует считать режимы резания, представленные в таблице.

Таблица 1

Рекомендуемые режимы резания и результаты их применения при комбинированной электроалмазной обработке инструментальных материалов

Материал	У7, 9ХС		Р6М5		Т15К6	
Режимы	[18, 19, 20]	[2, 3]	[18, 19, 20]	[2, 3]	[3, 4, 5, 6]	[1, 6]
V, м/с	15...40	35	18...30	35	20...30	35
S, м/мин	1,5	1,5...2	0,05...1,5	1...1,5	1,5...2	2,0...2,5
$i_{пр}, А/см^2$	-	0,17...0,3	-	0,2...0,3	-	0,2...0,3
$i_{гр}, А/см^2$	-	6...8	-	6,25	-	15...20
t, мм/дв.ход.	0,04...0,8	0,02...0,03	0,04...0,8	0,015...0,02	0,07...0,2	0,03...0,04
Ra, мкм	0,025...0,63	0,07...0,14	0,08...0,63	0,048...0,14	1,25...0,63	0,1...2,15
q, мг/г	1,3...3,2	0,09...0,2	0,2...0,3	0,1...0,2	0,4...0,6	0,13...0,25

Таким образом, после минимизирования износа алмазных шлифовальных кругов при комбинированной электроалмазной обработке можно будет решить принципиально новые задачи, стоящие перед машиностроительным производством [21-22]:

- разработав способ и устройства управления процессом электроалмазной обработки [23-25], позволяющие автоматически поддерживать заданные условия в зоне резания, что значительно повысит качество обработанной поверхности и производительность шлифовальной операции;

- научно обосновав критерии оценки режимов и условий самозатачивания, обеспечивающих постоянство режущей способности и минимального расхода алмазных кругов [26-29].

А осуществляемая на кафедре ТМ компьютерная визуализация этой обработки на молекулярном уровне, позволит наглядно продемонстрировать некоторых аспектов атомистической трибологии резания металлов с одновременно протекающими разными, по своей физической природе, процессами [30].

## Литература

1. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В. Исследование качества поверхности при формировании режущей кромки фрезерного инструмента для обработки композиционных материалов // Актуальные проблемы в машиностроении. 2014. № 1. С. 582-588.
2. Попов В.Ю., Янюшкин А.С. Исследование поверхности алмазных кругов после комбинированной электроалмазной обработки быстрорежущей стали // Технология машиностроения. 2013. № 11. С. 26-30.
3. Попов В.Ю., Макарова Н.В., Янюшкина О.С. Удельный расход алмазных кругов при комбинированной электроалмазной обработке // Механика XXI века. 2015. № 14. С. 98-102.
4. Попов В.Ю., Лосев Е.Д., Тюменцев К.Б. Влияние дефектного слоя на качество поверхности // Механика XXI века. 2008. № 7. С. 210-211.
5. Popov V.Yu., Yanyushkin A.S., Zamashchikov Y.I. Diffusion phenomena in the combined electric diamond grinding // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 799-800. С. 291-298.

6. Yuanyushkin A.S., Rychkov D.A., Lobanov D.V. Surface quality of the fiberglass composite material after milling // Applied Mechanics and Materials. 2014. Т. 682. С. 183-187.
7. Чиркова А.Н., Попов В.Ю., Алтангерэл Г. Электрофизические методы затачивания режущих инструментов из инструментальных материалов // Механики XXI века. 2014. № 13. С. 103-105.
8. Попов В.Ю., Макарова Н.В., Янюшкина О.С. Радиальная сила резания и шероховатость поверхности при комбинированной электроалмазной обработке // Механики XXI века. 2015. № 14. С. 107-112.
9. Yanyushkin A.S., Popov V.Yu., Medvedeva O.I., Kowalewski S.V., Rychkov D.A., Sidorenko S.A., Kolistratova A.V. Electro-diamond processing of high-strength materials with drawing sheetings // Механики XXI века. 2015. № 14. С. 199-203.
10. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Ковалевский С.В. Повышение качества подготовки твердосплавного инструмента // Системы. Методы. Технологии. 2009. № 1. С. 95-98.
11. Лобанов Д.В., Янюшкин А.С. Организационно-технологическая подготовка инструмента для обработки композиционных неметаллических материалов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2012. № 2-2 (292). С. 17-23.
12. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Петров Н.П., Рычков Д.А. Повышение эффективности обработки высокопрочных композиционных материалов // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 146-149.
13. Попов В.Ю., Лосев Е.Д., Янюшкин А.С. Качество поверхностного слоя после МДТ // Механики XXI века. 2004. № 3. С. 154-157.
14. Попов В.Ю. Шероховатость поверхности быстрорежущего инструмента в зависимости от режимов электроалмазной обработки // Актуальные проблемы в машиностроении. 2015. № 2. С. 21-26.
15. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с перпендикулярным расположением токопроводящих вставок: пат. 144707 Рос. Федерация. № 2014105640/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. № 24.
16. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с косым расположением токопроводящих вставок: пат. 144708. Рос. Федерация. № 2014105641/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. 24.
17. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с параллельным расположением токопроводящих вставок: пат. 145108 Рос. Федерация. № 2014105639/02; заявл. 14.02.14; опубл. 10.09.14, Бюл. 25.
18. Янюшкин А.С., Медведева О.И., Архипов П.В., Попов В.Ю. Механизм образования защитных пленок на поверхности алмазных кругов с металлической связкой // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 1 (5). С. 132-138.
19. Кудряшов С.М., Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Использование минеральных рассолов для устранения засаленного слоя при комбинированной электроалмазной обработке быстрорежущей стали Р6М5 // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 6. С. 109-118.
20. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Медведева О.И., Ковалевский С.В., Рычков Д.А. Электроалмазная обработка высокопрочных материалов с нанесением защитных покрытий // Системы. Методы. Технологии. 2013. №3 (19). С. 125-129.
21. Ivancivsky V., Parts K., Popov V. Depth distribution of temperature in steel parts during surface hardening by high frequency currents // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 788. С. 129-135.
22. Скрипняк Е.Г., Лобанов Д.В., Скрипняк В.В., Янюшкин А.С., Скрипняк В.А., Рычков Д.А. Керамические нанокompозиты на основе диборида циркония // Системы. Методы. Технологии. 2011. № 10. С. 95-98.
23. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Янпольский В.В. Тензометрическая вставка для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 2210749. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116429, опубл. 20.08.2003.
24. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Янпольский В.В. Приспособление для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 22115641. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116428, опубл. 10.11.2003.
25. Попов В.Ю., Янюшкин А.С., Медведева О.И., Скиба В.Ю. Контактные процессы при алмазной обработке инструментальных материалов // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 3 (23). С. 68-74.

26. Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Поверхность алмазного круга после электроалмазного шлифования быстрорежущей стали // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2002. Т. 2. С. 146-151.

27. Попов В.Ю. Повышение качества изделий из инструментальных сталей при электроалмазном шлифовании // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Научно-исследовательский институт систем управления, волновых процессов и технологий Министерства образования РФ. Братск, 2002.

28. Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Шероховатость поверхности после шлифования по методу двойного травления // Объединенный научный журнал. 2002. № 21. С. 65-67.

29. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Янюшкин Р.А. Элементы модернизации станков шлифовальной группы под процессы электроалмазной обработки // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2000. Т. 1. С. 189-190.

Попов В.Ю., Хлыстов А.Н., Бондин А.В. Атомная визуализация алмазного резания // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т.8. №1. С. 139-151.

УДК 621.923.6; 621.923.9

## **Эффективное применение электроалмазной обработки**

**Е.М. Кузнецова**

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** электроалмазная обработка, качество поверхности, алмазный круг.

*При изготовлении сложных деталей в машиностроительной, автомобильной, инструментальной и аэрокосмической промышленности применяются комбинированные методы обработки, такие как электрохимическая и электроэрозионная. Они широко используются при обработке сложнопрофильных и ответственных поверхностей деталей машин, изготовленных как из инструментальных, сверхтвёрдых и композиционных материалов, так и из современных наноструктурных и нанопроцессированных материалов. Несмотря на большие энергетические и финансовые затраты, в большинстве случаев применение этих методов экономически оправдано, поскольку не все процессы обычной механической обработки могут осуществлять бездефектное резание металлов, которое бы отвечало современным требованиям по точности, качеству, надёжности, безопасности и т.п. Поэтому грамотный выбор и назначение комбинированных методов обработки является одним из направлений технического прогресса в машиностроении.*

На сегодняшний день существуют технологии, способные объединить в себе возможность рационального и высокоэффективного применения алмазного инструмента на операциях шлифования инструментов из современных материалов. Перспективным методом обработки, позволяющим повысить качество и стойкость металлорежущего инструмента, является электроалмазная обработка (ЭАО) [1]. Данный метод развивается коллективом научной школы, основанным на кафедре "Технология машиностроения" Братского госуниверситета.

Основополагающая идея предлагаемого метода состоит в наличии двух независимых электрических цепей, работающих от одного источника технологического тока [2-9], что позволило совместить электрохимическое растворение обрабатываемого токопроводящего материала с его одновременным механическим съёмом алмазным шлифовальным кругом на металлической связке.

Известно, что при затачивании режущего инструмента происходит формирование рабочего поверхностного слоя, ответственного за его качество [10-12]. В процессе шлифования возникает давление, которое обуславливает появление адгезии в зоне контакта таких разно-

родных материалов, как режущая поверхность алмазного круга и поверхность обрабатываемого материала. Как правило, следствием этого является последующее протекание диффузионных явлений, которые приводят к образованию засаленного слоя. Засаливание - это непрерывный процесс адгезионно-диффузионного засорения абразивного слоя шлифовального инструмента элементами обрабатываемого материала, влекущий за собой потерю его производительности и режущей способности [13-16].

Именно это явление долгое время сдерживало активное использование алмазных кругов при обработке, например, высокоуглеродистых сталей. Этот вопрос не мог найти своего решения, поскольку отсутствовали теоретические основы, описывающие механизм образования засаленного слоя с учетом контактного взаимодействия инструментального и обрабатываемого материалов. Поэтому в дальнейшем были предложены пути по модернизации [2-9], развитию [17] и сопровождению технологии ЭАО [18-26], итогом чего стали теоретические основы засаливания алмазных кругов на металлической связке [13-16].

Проведенные коллективом научной школы кафедры "Технология машиностроения" Братского госуниверситета исследования позволили сделать следующие выводы.

1. Исследование поверхности алмазного круга показало [13-16], что при рекомендуемых режимах обработки засаленный слой полностью отсутствует. Происходит непрерывная правка круга, благодаря чему он сохраняет форму рабочей поверхности. Таким образом, не требуется дополнительного времени на восстановление режущих свойств круга и они устойчиво работают при шлифовании любых токопроводящих материалов.

2. Изучение состава засаленного слоя рентгеноструктурными, электронными и металлографическими методами позволило выявить наличие в нем как основных компонентов обрабатываемого материала, так и самого круга, что объясняется адгезией разнородных материалов [18, 19].

3. Исследование состояния передней поверхности обрабатываемых образцов выявило [12, 19], что изменение режимов резания приводит к некоторому изменению состояния поверхностного слоя обрабатываемого материала. Однако их правильный подбор позволяет свести изменения структуры к минимуму.

4. Исследование шероховатости обработанной поверхности показало [11], что технология ЭАО обеспечивает низкую шероховатость в пределах  $Ra = 0,05 \dots 0,08$  мкм с зеркальным блеском.

5. Исследование температуры в зоне контакта (круг-инструмент) показало [7, 27], что она значительно ниже, по сравнению с обычным шлифованием. В целом, инструмент остается холодным, а тепловые процессы протекают в тонком поверхностном слое, который удаляется при резании.

6. Изучение количественных характеристик технологии ЭАО выявило, что мощность резания, сила резания ниже, а коэффициент режущей способности круга на порядок выше обычного шлифования. Исследование зависимости удельного расхода алмазных зерен показало, что он лежит в пределах, допустимых для методов электроалмазного шлифования.

7. Наиболее благоприятными являются условия самозатачивания, которые достигаются управлением плотностью тока правки и травления. Режим устойчивого самозатачивания наиболее полно реализуется в условиях непрерывной электрохимической правки круга и одновременного травления обрабатываемой поверхности.

## Литература

1. Попов В.Ю., Филиппов В.С., Тронин Д.Ю. Электроалмазная обработка // Механики XXI века. 2009. № 8. С. 134-136.

2. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с перпендикулярным расположением токопроводящих вставок: пат. 144707 Рос. Федерация. № 2014105640/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. № 24.

3. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с косым распо-

- ложением токопроводящих вставок: пат. 144708. Рос. Федерация. № 2014105641/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. 24.
4. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Янюшкин Р.А. Элементы модернизации станков шлифовальной группы под процессы электроалмазной обработки // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2000. Т. 1. С. 189-190.
5. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Янпольский В.В. Тензометрическая вставка для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 2210749. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116429, опубл. 20.08.2003.
6. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с параллельным расположением токопроводящих вставок: пат. 145108 Рос. Федерация. № 2014105639/02; заявл. 14.02.14; опубл. 10.09.14, Бюл. 25.
7. Попов В.Ю. Повышение качества изделий из инструментальных сталей при электроалмазном шлифовании // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Научно-исследовательский институт систем управления, волновых процессов и технологий Министерства образования РФ. Братск, 2002.
8. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Янпольский В.В. Приспособление для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 22115641. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116428, опубл. 10.11.2003.
9. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Янюшкин Р.А. Конструкция катода для непрерывной правки шлифовального круга // Механики XXI века. 2000. С. 166.
10. Попов В.Ю., Янюшкин А.С., Медведева О.И., Скиба В.Ю. Контактные процессы при алмазной обработке инструментальных материалов // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 3 (23). С. 68-74.
11. Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Шероховатость поверхности после шлифования по методу двойного травления // Объединенный научный журнал. 2002. № 21. С. 65-67.
12. Попов В.Ю., Янюшкин А.С., Сурьев А.А. Качество инструмента из инструментальных сталей после обработки методом двойного травления // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2003. Т. 2. С. 206-212.
13. Попов В.Ю., Янюшкин А.С. Исследование поверхности алмазных кругов после комбинированной электроалмазной обработки быстрорежущей стали // Технология машиностроения. 2013. № 11. С. 26-30.
14. Кудряшов С.М., Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Использование минеральных рассолов для устранения засаленного слоя при комбинированной электроалмазной обработке быстрорежущей стали Р6М5 // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 6. С. 109-118.
15. Янюшкин А.С., Медведева О.И., Архипов П.В., Попов В.Ю. Механизм образования защитных пленок на поверхности алмазных кругов с металлической связкой // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 1 (5). С. 132-138.
16. Попов В.Ю., Янюшкин А.С., Андронов А.Ю. Результаты комплексного изучения состава засаленного слоя алмазных кругов // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 1 (21). С. 114-120.
17. Попов В.Ю., Хлыстов А.Н., Бондин А.В. Атомная визуализация алмазного резания // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т.8. №1. С. 139-151.
18. Медведева О.И., Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Расчет энергии адгезии контактных поверхностей при шлифовании инструментальных материалов различными методами // Научные технологии в машиностроении. 2014. № 5 (35). С. 14-19.
19. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Архипов П.В., Попов В.Ю. Исследование влияния электрических режимов на качественные и экономические показатели комбинированной электроалмазной обработки твердосплавных материалов // Научные технологии в машиностроении. 2015. № 3 (45). С. 22-29.
20. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Рычков Д.А., Медведева О.И., Алтангэрэл Г. Методика и результаты исследований удельного расхода алмазов при затачивании инструментов в производственных условиях // Механики XXI века. 2013. № 12. С. 94-97.
21. Попов В.Ю., Шкуратова А.П., Хлыстов А.Н., Бондин А.В., Мирошниченко Н.А. Методика компьютерного моделирования процессов комбинированной электроалмазной обработки // Механики XXI века. 2014. № 13. С. 91-96.
22. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Рычков Д.А., Медведева О.И., Алтангэрэл Г. Методика и результаты исследований удельного расхода алмазов при затачивании инструментов в производствен-

ных условиях // В сборнике: Механики XXI века XII Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием. Братский государственный университет. Братск, 2013. С. 94-97.

23. Попов В.Ю., Архипов П.В., Муравьева О.О. Методы измерения микротвердости // Механики XXI века. 2012. № 11. С. 204-205.

24. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Медведева О.И., Ковалевский С.В., Рычков Д.А. Электроалмазная обработка высокопрочных материалов с нанесением защитных покрытий // Системы. Методы. Технологии. 2013. №3 (19). С. 125-129.

25. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Петров Н.П., Рычков Д.А. Повышение эффективности обработки высокопрочных композиционных материалов // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 146-149.

26. Медведева О.И., Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Влияние параметров электроалмазного шлифования твердых сплавов на величину растворенного слоя // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2014. № 3 (64). С. 68-75.

27. Попов В.Ю., Янюшкин А.С. Состояние передней поверхности образцов из стали Р6М5 // Объединенный научный журнал. 2002. № 22. С. 63-65.

УДК 621.9

## Проблемы механической обработки высокопрочных материалов

М.З. Елтай, О.В. Селина, А.В. Иванов, Т.Г. Попилова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** композиционные материалы, режимы резания, качество поверхности, скорость резания.

*Представлены исследования проблем резания высокопрочных композиционных материалов на полимерной основе, в частности стеклотекстолитов. Установлено, что на качество обработанной поверхности и интенсивность износа режущего инструмента оказывают влияние режимы резания и марка применяемого инструментального материала. Существующие исследования не в полной мере отражают влияние этих характеристик на процесс резания и параметры оценки годности детали, поскольку отсутствует варьирование скорости резания, а номенклатура исследованных инструментальных материалов ограничена. Результаты исследования влияния режимов обработки с варьированием скорости резания и применением высокопрочных инструментальных материалов позволят оптимизировать процесс обработки полимерных композитов с точки зрения производительности обработки, износостойкости режущего инструмента и качества обработанной поверхности.*

**Введение.** В настоящее время для изготовления деталей все чаще применяются материалы, обладающие высокими прочностными свойствами, что обусловлено развитием технологий и необходимостью совершенствования узлов и механизмов различных устройств. Традиционные конструкционные материалы, такие как стали и их сплавы, цветные металлы и их сплавы, способны обеспечить требуемую прочность деталей, однако имеют высокую стоимость и значительную массу. Для устранения этих проблем в промышленности реализуются технологии изготовления деталей из композиционных материалов. Наиболее широко распространены композиционные материалы на полимерной основе, армированные стеклянными, углеродными, борными и органическими волокнами и тканями [1 – 6]. Эти материалы, как правило, состоят из двух или более компонентов, обладающих различными физико-химическими свойствами и объединенных в единую макроструктуру. Композиты имеют высокую прочность в сочетании с низкой плотностью, способны сопротивляться коррозии и химическому воздействию, а также обладают сравнительно невысокой стоимостью. Однако полимерные композиты имеют ряд недостатков. Как известно, для изготовления деталей из

полимерных композиционных материалов применяются экструзия, прессование, намотка и другие технологии, позволяющие получать необходимый профиль детали, однако во многих случаях для получения готовой детали необходимо применять механическую обработку. При этом возникают трудности, связанные со спецификой свойств полимерных композитов: деформация полимерного связующего и появление в процессе механической обработки твердых структур, оказывающих негативное влияние на состояние режущей кромки инструмента; высокая твердость наполнителя; слоистая структура и т.п. Это вызывает интенсивный износ режущего инструмента и приводит к неудовлетворительному качеству обработанной поверхности [7 – 10].

Эти проблемы решаются подбором инструментальных материалов и режимов обработки, обеспечивающих высокую износостойкость режущего инструмента и качество обработанной поверхности. Выбор оптимальной конструкции режущего инструмента для производственных условий обеспечивается путем применения программного обеспечения, позволяющего автоматизировать процесс разработки технологического процесса [11 – 17].

Высокую износостойкость обеспечивают твердые сплавы, однако они трудно поддаются обработке при формировании режущей кромки инструмента [18 – 21]. Проблема решается путем применения технологий электроалмазной обработки с одновременной правкой круга и травлением детали [22 – 27]. При этом методе рационально также использовать шлифовальные круги, конструкции которых обеспечивают возможность травления поверхности детали без применения дополнительных устройств [28 – 30].

Среди широкой номенклатуры полимерных материалов стоит выделить композиты, армированные стеклянными тканями. Они применяются для изготовления деталей различного назначения, например, в машиностроении в качестве конструкций, работающих в условиях повышенных вибраций и знакопеременных нагрузок, сеток для армирования отрезных дисков или фильтров очистки отходящих газов от пыли и промышленных стоков, в автомобилестроении в качестве глушителей, панелей, теплоизоляционных прокладок и т.п., в судостроении в качестве теплозвукоизоляции судовых установок и оборудования, в авиационной промышленности и ракетостроении в качестве корпусных деталей самолетов и ракет, в химической промышленности в качестве химически стойких труб и емкостей для хранения агрессивных жидкостей, в металлургии в качестве фильтров для расплавов металлов при литье и т.п.

**Теория.** Исследования по разработке рациональных параметров резания стеклопластиков и стеклотекстолитов отражено в работах [1 – 5, 7, 9, 10], в которых приведены результаты исследований качества обработанной поверхности, мощности обработки и стойкости режущего инструмента в зависимости от режимов резания. При этом варьирование скорости резания не осуществляется, а устанавливается ее максимальное значение, ограниченное возможностями технологического оборудования, что связано с особенностями протекания пластических деформаций в процессе резания полимерных материалов. Поскольку полимеры обладают сравнительно высокими упругими свойствами, при недостаточно высокой скорости резания процесс обработки сопровождается значительной долей смятия материала и упругих деформаций, а возникающие упругие напряжения стремятся вернуть исходную форму детали и тем самым искажают профиль обработанной поверхности.

Помимо установления рациональных режимов резания необходимо учитывать параметры конструкции режущего инструмента и физико-механические свойства применяемых инструментальных материалов. В работе [7] приведены результаты стойкостных испытаний фрезерного инструмента, оснащенного различными инструментальными материалами с разной геометрией режущей части. Показано, что твердые сплавы с меньшим содержанием связки (Co) и размером зерна карбидной фазы (WC) имеют более высокий период стойкости. Однако существующие исследования не дают возможности сравнения марок твердых сплавов отечественного производства с зарубежными аналогами.

**Результаты и обсуждение.** Несмотря на то, что рекомендации по выбору режимов обработки полимерных материалов указывают на необходимость установки высоких скоростей резания для обеспечения качества обработанной поверхности [9], целесообразно прове-

сти исследования по фрезерованию стеклотекстолитов с варьированием скорости резания для установления ее зависимости на качество обработанной поверхности. В сочетании со стойкостными испытаниями режущего инструмента это позволит оптимизировать процесс фрезерования стеклопластиков и стеклотекстолитов для получения высокого качества обработанной поверхности, высокой износостойкости режущего инструмента и производительности обработки, что обеспечит повышение экономического эффекта при внедрении технологии в производство.

Для выявления пределов варьирования проведены предварительные испытания, где за основу взяты уже имеющиеся результаты исследований с положительным эффектом качества обработанной поверхности [8, 9].

Качественное состояние обработанной поверхности стеклотекстолита в зависимости от изменения режимов резания оценено с помощью выявления дефектов, возникающих при фрезеровании данного композита твердым сплавом ВК3М (рис. 1).

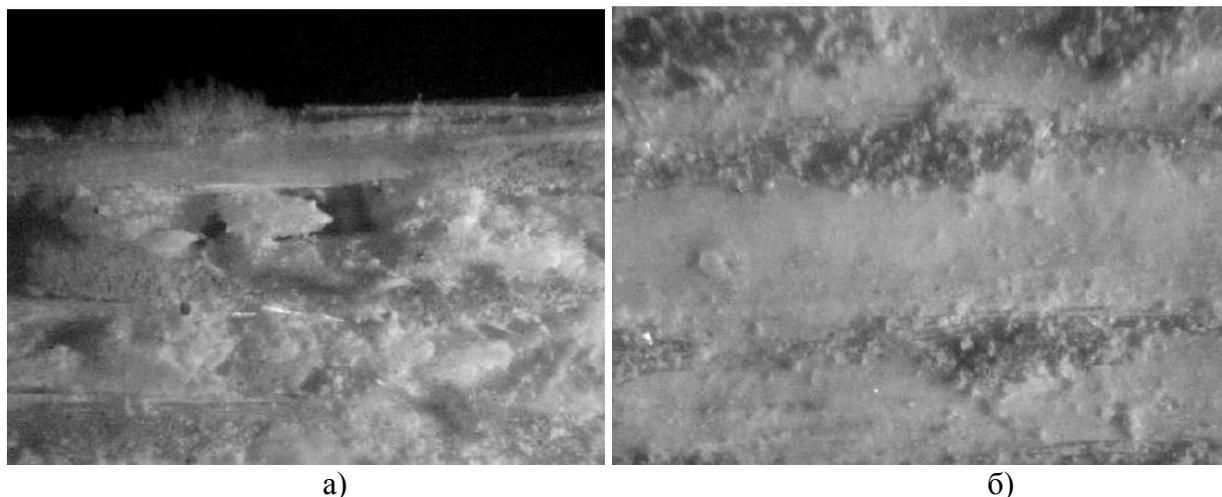


Рис. 1. Дефекты на поверхности композита СТЭФ-1 после обработки на различных режимах резания: а)  $S_z = 0,33$  мм/зуб;  $t = 2,0$  мм; б)  $S_z = 0,25$  мм/зуб;  $t = 0,5$  мм

При подаче  $S_z = 0,16$  мм/зуб и глубине резания  $t = 0,5$  мм обработанная поверхность не имеет видимых дефектов, а граница раздела между упрочнителем и матрицей имеет четкие контуры. С увеличением подачи до 0,33 мм/зуб при той же глубине резания появляются следы разрушения по крайним слоям материала, свойства которых отличаются от свойств средних слоев вследствие неравномерного распределения плотности при прессовании. При  $S_z = 0,33$  мм/зуб и  $t = 2,0$  мм начинается интенсивное расслоение материала, разрушается связка, и волокна уплотнителя вырываются с поверхности под действием высоких нагрузок, возникающих при встречном фрезеровании (рис. 1, а). Положение так же ухудшается тем, что к моменту времени, равному 2 мин при данных режимах обработки режущая кромка оказывается сильно изношенной, а фаска износа по задней поверхности превышает 0,35 мм. При уменьшении подачи до 0,25 мм/зуб при глубине резания равной 0,5 мм наблюдается значительное улучшение качества поверхности по сравнению с предыдущим случаем, однако граница раздела «матрица-волокно» размыта, а часть волокон стеклоткани вытянута из матрицы или разрушена, что недопустимо при обработке таких материалов.

Для оценки работоспособности инструментальных материалов различных производителей, необходимо проведение стойкостных исследований с применением зарубежных твердых сплавов таких производителей как Sandvik, Mitsubishi и др. Это позволит оценить экономическую эффективность технологии обработки в сравнении с обработкой отечественными марками твердых сплавов. Также необходимо проведение исследований с применением минералокерамики и сверхтвердых материалов, таких как кубический нитрид бора и алмаз, что позволит оценить целесообразность их применения при резании композиционных материалов. Подобно исследованиям режимов резания, стойкостные испытания необходимо провести при фрезеровании стеклотекстолитов с варьированием подачи, глубины резания и ско-

рости обработки для возможности оптимизации технологии обработки полимерных композитов.

**Выводы.** Обзор научной литературы в области проблем резания высокопрочных композитов показывает следующие результаты:

1. Известные исследования в области обработки композиционных материалов не позволяют оптимизировать процесс фрезерования полимерных композитов из-за отсутствия варьирования скорости резания и ограниченности номенклатуры инструментальных материалов.

2. Необходимо проведение дополнительных исследований с варьированием скорости резания и применением инструментальных материалов отечественных и зарубежных производителей.

3. Для оценки целесообразности и экономической эффективности технологии фрезерования полимерных композитов необходимо проведение экспериментов с применением минералокерамики и сверхтвердых материалов.

### Литература

1. Рычков Д.А., Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Базаркина В.В. Совершенствование технологии формообразования высокопрочных стекловолоконистых композиционных материалов на полимерной основе // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2012. № 3. С. 150 – 153.

2. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Ткаченко Е.В., Ткаченко Н.А. Особенности фрезерования полимерных композиционных материалов // Системы. Методы. Технологии. 2013. № 2. С. 88 – 90.

3. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Петров Н.П., Рычков Д.А. Повышение эффективности обработки высокопрочных композиционных материалов // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 146 – 149.

4. Янюшкин А.С., Кузнецов А.М., Лобанов Д.В., Слепенко Е.А., Рычков Д.А. Рационализация процесса фрезерования труднообрабатываемых композиционных материалов твердосплавным инструментом // Механика – XXI веку. VII Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием: сборник докладов. Братск, 2008. 428 с.

5. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В. Качество поверхности композиционного материала стеклотекстолит после фрезерования // Инновационные технологии и экономика в машиностроении. Сборник трудов V Международной научно-практической конференции. Томск, 2014. Т.1. 490 с.

6. Скрипняк Е.Г., Лобанов Д.В., Скрипняк В.В., Янюшкин А.С., Скрипняк В.А., Рычков Д.А. Керамические нанокompозиты на основе диборида циркония // Системы. Методы. Технологии. 2011. № 10. С. 95-98.

7. Рычков Д.А. Определение периода стойкости режущего инструмента при фрезеровании стеклотекстолита // Потенциал современной науки. 2014. № 2. С. 48 – 52.

8. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В. Исследование качества поверхности при формировании режущей кромки фрезерного инструмента для обработки композиционных материалов // Актуальные проблемы в машиностроении. 2014. № 1. С. 582-588.

9. Yanyushkin A.S., Rychkov D.A., Lobanov D.V. Surface quality of the fiberglass composite material after milling // Applied Mechanics and Materials. 2014. Т. 682. С. 183-187.

10. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Рычков Д.А. Повышение производительности фрезерования на основе автоматизации проектирования сборного инструмента // Системы. Методы. Технологии. 2011. № 10. С. 91-94.

11. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Рычков Д.А. Моделирование режущего инструмента для обработки композиционных древесных материалов // Вестник Иркутского регионального отделения Академии наук высшей школы РФ. 2009. № 2. С. 159-162.

12. Лобанов Д.В., Янюшкин А.С., Рычков Д.А. Автоматизированная система создания баз данных и многокритериального сравнительного анализа конструкций сборного фрезерного инструмента для обработки композиционных материалов // САПР и графика. 2011. № 3 (173). С. 71-73.

13. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Рычков Д.А. Программные продукты для автоматизации подготовки инструментального производства на предприятиях // Ползуновский альманах. 2008. № 4. С. 214-216.

14. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Петров Н.П. Методика формирования базы данных режущих инструментов // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 143-146.
15. Рычков Д.А., Янюшкин А.С., Лобанов Д.В. Автоматизация процесса выбора конструкции режущего инструмента // Механики XXI века. 2008. № 7. С. 161-164.
16. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Рычков Д.А. Методика сравнительного анализа конструкций сборного режущего инструмента // Механики XXI века. 2009. № 8. С. 120-123.
17. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Рычков Д.А. автоматизация технологической подготовки производства при выборе режущего инструмента // Мир техники и технологий. 2013. № 6. С. 36-38.
18. Рычков Д.А., Скрипняк В.А., Янюшкин А.С., Лобанов Д.В. Разработка технологии подготовки режущего инструмента для обработки слоистых композиционных материалов // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2014. № 2 (63). С. 6 – 13.
19. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Рычков Д.А., Кузнецов А.М. Новые конструктивные решения сборного фрезерного инструмента для обработки композиционных неметаллических материалов // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 153 – 157.
20. Рычков Д.А., Скрипняк В.А., Янюшкин А.С., Лобанов Д.В. Формирование режущей кромки фрезерного инструмента для обработки слоистых композиционных материалов, армированных стеклянными волокнами // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 2 (22). С. 42-46.
21. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Ковалевский С.В. Повышение качества подготовки твердосплавного инструмента // Системы. Методы. Технологии. 2009. № 1. С. 95-98.
22. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Медведева О.И., Ковалевский С.В., Рычков Д.А. Электроалмазная обработка высокопрочных материалов с нанесением защитных покрытий // Системы. Методы. Технологии. 2013. №3 (19). С. 125-129.
23. Попов В.Ю., Янюшкин А.С., Медведева О.И., Скиба В.Ю. Контактные процессы при алмазной обработке инструментальных материалов // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 3 (23). С. 68-74.
24. Попов В.Ю., Янюшкин А.С. Исследование поверхности алмазных кругов после комбинированной электроалмазной обработки быстрорежущей стали // Технология машиностроения. 2013. № 11. С. 26-30.
25. Попов В.Ю. Шероховатость поверхности быстрорежущего инструмента в зависимости от режимов электроалмазной обработки // Актуальные проблемы в машиностроении. 2015. № 2. С. 21-26.
26. Попов В.Ю., Лосев Е.Д., Янюшкин А.С. Качество поверхностного слоя после МДТ // Механики XXI века. 2004. № 3. С. 154-157.
27. Попов В.Ю., Хлыстов А.Н., Бондин А.В. Атомная визуализация алмазного резания // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т.8. №1. С. 139-151.
28. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с перпендикулярным расположением токопроводящих вставок: пат. 144707 Рос. Федерация. № 2014105640/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. № 24.
29. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с косым расположением токопроводящих вставок: пат. 144708. Рос. Федерация. № 2014105641/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. 24.
30. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с параллельным расположением токопроводящих вставок: пат. 145108 Рос. Федерация. № 2014105639/02; заявл. 14.02.14; опубл. 10.09.14, Бюл. 25.

УДК 621.9.02

## Этапы автоматизации подготовки производства изделий из композиционных материалов<sup>1</sup>

С.А. Сидоренко

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** композиционные материалы; автоматизация; подготовка производства; программный продукт (модуль).

*В статье представлены пути повышения эффективности применения композитов, которыми предлагается заменить общепринятые конструкционные и другие материалы в области машиностроения, там, где это возможно; отмечена необходимость в структурировании, систематизации данных о композитах, и автоматизации операций поиска, анализа и принятия обоснованного, синтезированного решения по выбору рационального композиционного материала; раскрыты этапы разработки программного продукта для подготовки производства изделий из композитов; показаны программные модули для формирования базы данных и выбора композиционных материалов по их параметрам (плотность, предел прочности (при растяжении; сжатии; изгибе), модуль упругости, стоимость, теплопроводность, твердость и т.д.) в условиях реального производства; изложены достоинства использования программного обеспечения; отражены перспективы дальнейшей реализации результатов исследований.*

Современные композиты на основе реактопластов, армированных волокнами, обладают свойствами, превышающими по некоторым показателям свойства традиционных конструкционных материалов (стали, алюминиевых и титановых сплавов, древесины). Благодаря своим свойствам, композиционные материалы применяют практически во всех отраслях промышленности (машиностроение, авиастроение, судостроение, медицина, спортивная индустрия, военная промышленность и т.д.). В настоящее время известно множество композиционных материалов, все они по-своему индивидуальны и имеют определенные свойства, что в свою очередь, ведет к затруднениям, связанным с их рациональным выбором. Требуется разносторонний, комплексный анализ материалов с учетом показателей, наиболее значимых для определенного вида продукции. Поэтому для повышения эффективности процесса подготовки производства, существует необходимость в структурировании, систематизации данных о композитах, и автоматизации операций поиска, анализа и принятия синтезированного решения по выбору рационального композиционного материала. Систематизация данных о композитах требует создания базы знаний, содержащей исходную информацию о свойствах, стоимости, производителе материалов и т.д., обоснованную технической или справочной литературой, каталогами или электронными ресурсами. Ручная обработка такого массива информации ведет к увеличению сроков подготовки производства и удорожанию конечной продукции. Необходима поэтапная автоматизация технологии подготовки производства изделий из композиционных материалов [1 - 3].

На кафедре «Технология машиностроения» БрГУ ведутся научные разработки, направленные на повышение эффективности подготовки производства изделий из композитов с использованием лезвийного инструмента [4 - 23] Часть разработок включает программное обеспечение, направленное на автоматизацию процесса систематизации исходной информации по видам композитов с возможностью выбора из созданной базы данных раци-

---

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках проекта У.М.Н.И.К.-2015 № 0011203 «Разработка системы автоматизации процесса подготовки производства изделий из композиционных материалов с использованием лезвийного инструмента»

онального композиционного материала для реализации его в конструкциях и изделиях [24 - 29]. Программное обеспечение включает в себя два модуля.

Первый из модулей «Формирование базы данных композиционных материалов (DBCM v. 1.00)» (2016611925) [30] направлен на работу с базой данных композитов и представляет собой инструмент, дающий возможность в диалоговом режиме вести заполнение, редактирование, правку, удаление и поиск композиционных материалов (рис. 1).

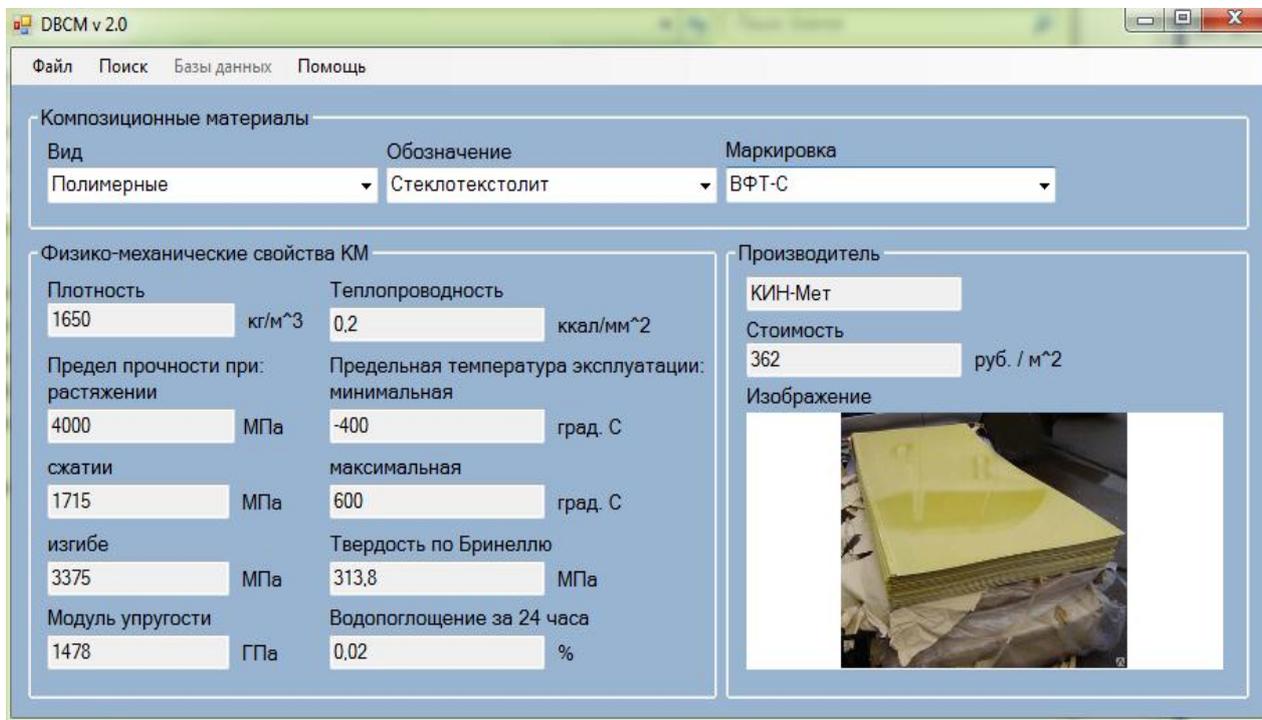


Рис. 1. Диалоговое окно программы для работы с базой данных композитов

Использование модуля в производственных условиях позволяет автоматизировать работу с массивом информации, упорядочить и систематизировать данные об имеющихся в распоряжении предприятий и перспективных композиционных материалах, добавлять/удалять материалы, сохранять текущее состояние введенной информации, создавать и просматривать отчеты по всем параметрам, характерным для композитов.

Обоснованный и рациональный выбор композита из созданной базы данных – не менее трудоёмкий процесс, требующий разностороннего подхода к свойствам композиционных материалов с учетом различных аспектов. В связи с этим, на кафедре «Технология машиностроения» разработана методика многокритериального анализа и выбора объекта, сущность которой заключается в выявлении параметров, значимых для производства на момент принятия обоснованного решения, позволяющая проанализировать, оценить и выявить рациональный вариант решения, в зависимости от заданной пользователем приоритетности показателей [31 - 33].

Для ускорения и автоматизации операций поиска, анализа и принятия синтезированного решения по выбору рационального композиционного материала, на основе представленной методики нами разработан второй программный модуль (рис. 2). Он предоставляет пользователю возможность выбора композиционных материалов в зависимости от значимости параметров, избранных в качестве приоритетных. Предусмотрена возможность корректировки предельных ограничений показателей свойств композиционных материалов, для учета специфики предприятий. Следует отметить, что при увеличении количества показателей, анализ и выбор материала будет более обоснованным. При необходимости, в дальнейшем, программа может быть дополнена другими свойствами и параметрами, характеризующими композиты.

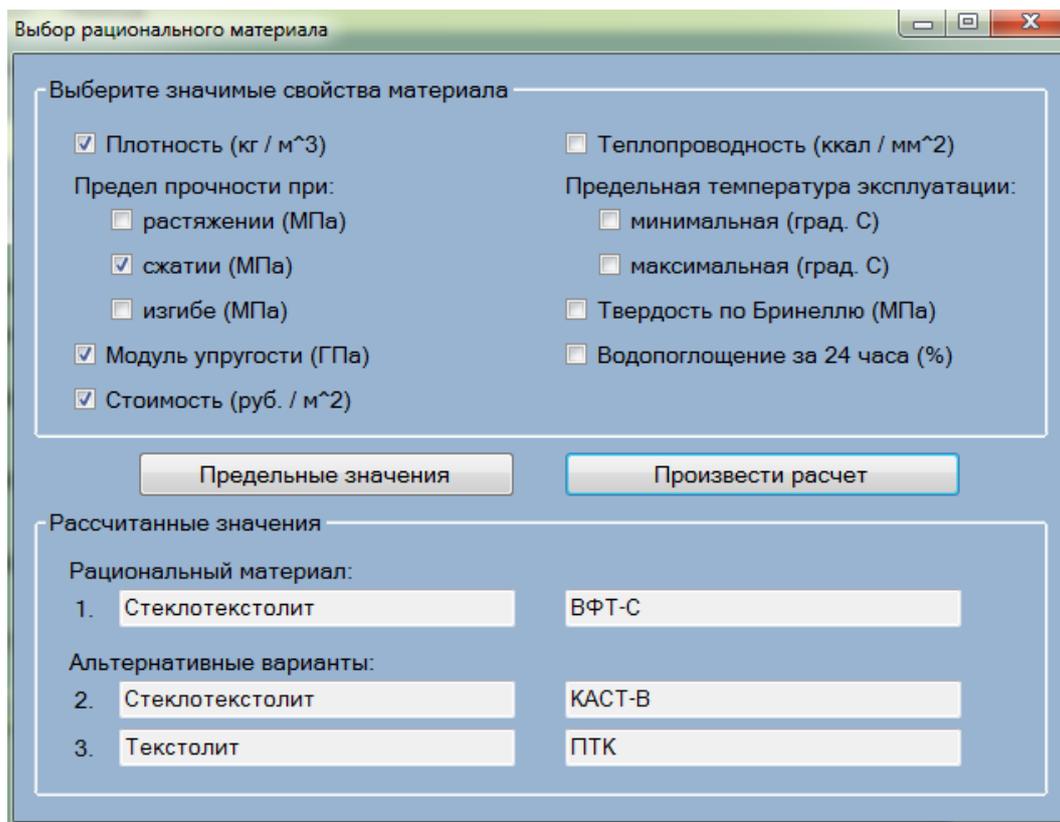


Рис. 2. Диалоговое окно программы для выбора композита

Представленные в статье программные продукты, позволяют за счет автоматизации значительно повысить эффективность процесса подготовки производства изделий из композиционных материалов, ускорить принятие синтезированного решения по выбору рационального композита технологами в условиях реального производства и тем самым увеличить применимость композиционных материалов в различных областях промышленной индустрии.

## Литература

1. Кербер М.Л. и др. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология / учеб. пособие под ред. А.А. Берлина. - 3-е испр. изд. - Спб.: Профессия, 2011. - 560 с., ил.
2. Лобанов Д.В., Янюшкин А.С., Рычков Д.А. Автоматизированная система создания баз данных и многокритериального сравнительного анализа конструкций сборного фрезерного инструмента для обработки композиционных материалов // САПР и графика. 2011. № 3. С. 71-73.
3. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Рычков Д.А. Автоматизация инструментальной подготовки в условиях действующего производства //Актуальные проблемы современного машиностроения: сборник трудов Международной научно-практической конференции. Томск, 2014. С. 42-46.
4. Yanyushkin A.S., Popov V.Yu., Medvedeva O.I., Kowalewski S.V., Rychkov D.A., Sidorenko S.A., Kolistratova A.V. Electro-diamond processing of high-strength materials with drawing sheetings // Механики XXI века. 2015. № 14. С. 199-203.
5. Колистратова А.В., Ющенко Д.А., Сидоренко С.А. Литье металлорежущих инструментов: их производство, материалы и область применения // Механики XXI века XII Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием. Братский государственный университет. - Братск: Изд-во БрГУ, 2013. № 12. С. 249-259.
6. Рычков Д.А., Сидоренко С.А., Большешапова А.В., Ющенко Д.А. О свойствах алюминиевых порошков, применяемых для изготовления композиционных материалов // Механики XXI века. Научное периодическое издание по материалам XIV Всероссийской научно-технической конференции с международным участием: сборник докладов. - Братск: Изд-во БрГУ, 2014. № 13. С. 98-101.
7. Архипов, П.В. Эффективные технологии механической обработки деталей из неметаллических материалов / П.В. Архипов, А.В. Балыков, А.А. Дьяконов, О.Ю. Еренков, В.П. Иванов, Е.Г.

- Калита, А.Б. Липатова, Д.В. Лобанов, О.И. Медведева, А.В. Морозова, И.В. Шмидт, А.С. Янюшкин. - Коллективная монография. Под ред. А.В. Киричека. - М.: Издательский дом «Спектр», 2014. -225 с.
8. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Ковалевский С.В. Повышение качества подготовки твердосплавного инструмента // Системы. Методы. Технологии. 2009. № 1. С. 95-98.
9. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Архипов П.В. Потеря режущей способности алмазных кругов на металлической связке при шлифовании композиционных материалов // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2013. № 1 (47). С. 178-183.
10. Янюшкин А.С., Архипов П.В., Ереско С.П. Качество поверхности твердого сплава при комбинированном электроалмазном шлифовании с непрерывной правкой круга // Научные технологии в машиностроении. 2012. № 5 (12). С. 26-31.
11. Янюшкин А.С., Якимов С.А., Петров Н.П., Архипов П.В. Исследование поверхности безвольфрамового твердого сплава, шлифованного комбинированным методом // Системы. Методы. Технологии. 2009. № 2. С. 70-77.
12. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с косым расположением токопроводящих вставок: пат. 144708. Рос. Федерация. № 2014105641/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. 24.
13. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с перпендикулярным расположением токопроводящих вставок: пат. 144707 Рос. Федерация. № 2014105640/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. № 24.
14. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с параллельным расположением токопроводящих вставок: пат. 145108 Рос. Федерация. № 2014105639/02; заявл. 14.02.14; опубл. 10.09.14, Бюл. 25.
15. Yanyushkin A.S., Rychkov D.A., Lobanov D.V. Surface quality of the fiberglass composite material after milling. Applied mechanics and materials. Vol. 682 (2014) 183 -187.
16. Рычков Д.А., Скрипняк В.А., Янюшкин А.С., Лобанов Д.В. Формирование режущей кромки фрезерного инструмента для обработки слоистых композиционных материалов, армированных стеклянными волокнами // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 2(22). С. 42-46.
17. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Ямпольский В.В. Тензометрическая вставка для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 2210749. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116429, опубл. 20.08.2003.
18. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Ямпольский В.В. Приспособление для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 22115641. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116428, опубл. 10.11.2003.
19. Попов В.Ю., Янюшкин А.С. Исследование поверхности алмазных кругов после комбинированной электроалмазной обработки быстрорежущей стали // Технология машиностроения. 2013. № 11. С. 26-30.
20. Архипов П.В. Повышение режущих свойств алмазных кругов на металлической связке путем устранения их засаливания: Автореф. дис. канд. техн. наук. -Томск, 2010. -20 с.
21. Архипов П.В., Янюшкин А.С., Ковалевский С.В. О природе засаливания шлифовальных кругов // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки - развитию регионов Сибири. 2008. № 2. С. 169-174.
22. Архипов П.В., Лобанов Д.В., Янюшкин А.С. Совершенствование оборудования под процессы комбинированной обработки // Вестник Таджикского технического университета. 2 (2013) 32-37.
23. Попов В.Ю., Янюшкин А.С., Медведева О.И., Скиба В.Ю. Контактные процессы при алмазной обработке инструментальных материалов // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 3 (23). С. 68-74.
24. Сидоренко С.А., Янюшкина О.С. Разработка программного комплекса для подготовки производства изделий из композиционных материалов с использованием лезвийного инструмента // Механика XXI века. Научное периодическое издание по материалам XIV Всероссийской научно-технической конференции с международным участием: сборник докладов. - Братск: Изд-во БрГУ, 2015. № 14. - С. 174-179.
25. Сидоренко С.А., Лобанов Д.В., Рычков Д.А. Программный продукт для создания базы данных композиционных материалов // Технологии и материалы. 2015. № 4. С. 36-41.

26. Рычков Д.А., Янюшкин А.С., Лобанов Д.В. Этапы автоматизированного проектирования и оценки эффективности режущего инструмента // Вопросы образования и науки в XXI веке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции в 11 частях. Тамбов, 2013. С. 130 -131.

27. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Рычков Д.А. Автоматизация технологической подготовки производства при выборе режущего инструмента // Мир техники и технологий. 2013. № 6. С. 36 -38.

28. Рычков Д.А., Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Петров Н.П., Афанасьев А.С. Разработка системы автоматизированного проектирования режущего инструмента для критериальной оценки его эффективности // Механики XXI века. 2013. № 12. С. 98 -103.

29. Рычков Д.А., Янюшкин А.С., Лобанов Д.В. Автоматизация процесса выбора конструкции режущего инструмента // Механики XXI века. 2008. № 7. С. 161 -164.

30. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Формирование базы данных композиционных материалов (DBCM v. 1.0) / А.С. Янюшкин, Д.В. Лобанов, С.А. Сидоренко, Д.А. Рычков - № 2016611925, заяв. № 2015662595, 2015.12.18 - зарег. 2016.02.15.

31. Лобанов Д.В., Сидоренко С.А., Ющенко Д.А., Большешапова А.В. Анализ и рациональный выбор полимерных композиционных материалов для изделий по их физико-механическим свойствам // Актуальные проблемы в машиностроении. Вторая Международная научно-практическая конференция: ежегодный научно-технический и производственный журнал. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. №2. - С. 206-213.

32. Сидоренко С.А., Ющенко Д.А., Большешапова А.В. Повышение эффективности получения продукции из композиционных древесных материалов с использованием режущих инструментов // Новые материалы и технологии: состояние вопроса и перспективы развития: сборник материалов Всероссийской молодежной научной конференции. 24-26 июня 2014 г. - Саратов: ООО «Издательский центр «Наука», 2014. - С. 23-26.

33. Лобанов Д.В., Сидоренко С.А., Ющенко Д.А., Большешапова А.В. Методика выбора композиционных материалов взамен общепринятых конструкционных / Современные материалы, техника и технология: материалы 4-й Международной научно-практической конференции (25-26 декабря 2014 года) // редкол.: Горохов А.А. (отв. Ред.); Юго-Зап. гос. ун-т. ЗАО «Университетская книга», Курск, 2014. - С. 255-261.

УДК 621.923.6; 621.923.9

## **Исследование тепловых процессов при токарной обработке конструкционных сталей твердосплавным инструментом**

Е.Д. Лосев, Е.М. Кузнецова, Т.Г. Попилова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** контактная температура, твердосплавный инструмент, шлифование, алмазные круги, электроалмазное шлифование.

*Представлены методика получения зависимости контактной температуры от скорости резания  $V$ , глубина резания  $t$ , скорость подачи  $S$ , планирование экспериментов и результаты экспериментальные исследования влияния режимов обработки на контактную температуру, возникающую при токарной обработке конструкционных сталей твердосплавным инструментом заточенным методом электроалмазного шлифования с одновременной, непрерывной правкой круга.*

На процессы, протекающие в зоне контакта, сильное влияние оказывает температура резания. Температура играет роль катализатора контактных процессов, в частности, процесса пластической деформации, явлений вторичной рекристаллизации, образования дефектного слоя и др. Поэтому важно, с точки зрения формирования дефектных слоёв, изучить температурные процессы в зоне резания при различных условиях обработки.

Целью данной работы является, нахождение режимов токарной обработки стали 45 проходным резцом с напаянной твердосплавной пластиной марки Т15К6 без СОЖ обеспечивающих максимальную производительность без превышения температуры красностойкости для инструментального материала в зоне резания.

Подготовка инструмента осуществлялась алмазными кругами [1-3], методом электроалмазного шлифования с одновременной правкой круга [4-7]. Как показывают исследования [8-26], данный метод позволяет повысить стойкость режущего инструмента в 1,5-2 раза. Это достигается за счет высокой режущей способности шлифовальных кругов и разупрочнения поверхностного слоя обрабатываемого материала, что приводит к снижению сил резания при шлифовании, напряжений, возникающих в области режущей кромки при затачивании, снижению шероховатости обработанной поверхности и отсутствию дефектов в виде микротрещин и сколов на режущей кромке.

Опытами П.А. Ребиндера и Г.И. Епифанова установлено, что при резании конструкционных материалов более 99,5% работы резания переходит в тепло. Таким образом, если работа резания или любая ее составляющая  $E_i$  выражена в кгс×м/мин, то соответствующее им количество выделяемого тепла [27]:

$$Q_i = \frac{E_i}{427} \text{ ккал/мин. (1)}$$

Минутная работа  $E$ , затрачиваемая на резание, состоит из трех частей: минутной работы  $E_\delta$  деформирования срезаемого слоя, минутной работы трения  $E_{mn}$  на передней поверхности и минутной работы  $E_{mз}$  трения на задней поверхности, т.е.:

$$E = E_\delta + E_{mn} + E_{mз}, \text{ (2)}$$

где  $E$  – минутная работа, затрачиваемая на резание;  $E_{mn}$  – минутная работа деформирования срезаемого слоя;  $E_{mз}$  – минутная работа трения на задней поверхности [27].

На основании этого и с учетом формулы (2) количество тепла, образующегося при резании, можно определить с помощью выражения:

$$Q = Q_\delta + Q_{mn} + Q_{mз}. \text{ (3)}$$

Рассмотрим методику получения зависимости температуры резания от скорости  $V$ , подачи  $S$  и глубины  $t$  резания при обработке точением сталь 45 проходным резцом с напаянной пластиной из твердого сплава марки Т15К6 без СОЖ.. Эмпирические температурные зависимости часто представляют уравнениями регрессии, вида:

$$\theta = C v^\alpha s^\beta t^\gamma. \text{ (4)}$$

Уравнение (4) после логарифмирования получит вид:

$$\ln \theta = \ln C + \alpha \ln v + \beta \ln s + \gamma \ln t. \text{ (5)}$$

Представим результаты эксперимента полиномом второй степени:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2, \text{ (6)}$$

где  $y = \ln \theta$ ;  $\theta$  – температура резания;  $x_1, x_2, x_3$  – кодированные значения факторов  $V, S, t$ .

В качестве плана эксперимента использовали центральный композиционный ротативный план второго порядка [28]. Кодирование независимых переменных производили с помощью соотношения (7), с учетом данных, представленных в табл. 1 и 2.

$$x_i = \frac{2(\ln \bar{x}_i - \ln \bar{x}_{i\delta})}{\ln \bar{x}_{i\delta} - \ln \bar{x}_{i\mu}} + 1, \text{ (7)}$$

где  $\bar{x}_i$  – натуральное значение;  $\bar{x}_{i\delta}, \bar{x}_{i\mu}$  – натуральные значения верхнего и нижнего уровней, соответственно.

Таблица 1

Уровни факторов принятые в исследовании

Параметры обработки	Варьируемые уровни				
	+1,682	+1	0	-1	-1,682
Скорость резания	329,7	211	105,5	52,75	32,97
Подача	0,17	0,14	0,097	0,084	0,07
Глубина резания	6,4	4	2	1	0,6

Формулы преобразования натуральных значений факторов в кодированные в данном случае имеют вид:

$$x_1 = \frac{2(\ln v - \ln 211)}{\ln 211 - \ln 52,75} + 1; \quad (8)$$

$$x_2 = \frac{2(\ln s - \ln 0,14)}{\ln 0,14 - \ln 0,084} + 1; \quad (9)$$

$$x_3 = \frac{2(\ln t - \ln 4)}{\ln 4 - \ln 1} + 1. \quad (10)$$

Коэффициенты уравнения (6) вычисляли по формулам.

$$b_0 = \frac{A}{N} \left[ 2\lambda^2(k+2) \sum_{j=1}^N y_j - 2\lambda c \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^N x_{ij}^2 y_j \right]; \quad (11)$$

$$b_i = \frac{c}{N} \sum_{j=1}^N x_{ij} y_j; \quad (12)$$

$$b_{ii} = \frac{c^2}{N\lambda} \sum_{j=1}^N x_{ij} x_{ii} y_j; \quad (13)$$

$$b_{ii} = \frac{A}{N} \left( c^2 [(k+2)\lambda - k] \sum_{j=1}^N x_{ij}^2 y_j + c^2 (1-\lambda) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^N x_{ij}^2 y_j - 2\lambda c \sum_{j=1}^N y_j \right), \quad (14)$$

где  $\lambda = 0,857142857$  – некоторая константа, найденная по формуле:

$$\lambda = \frac{k(n_c + n_0)}{(k+2)n_c}, \quad (15)$$

где  $n_0$  – число опытов в центре плана (число нулевых точек);  $n_c = N - n_0$ ;  $N$  – общее число опытов;  $k$  – число факторов.

$$A = \frac{1}{2\lambda[(k+2)\lambda - k]}; \quad (16)$$

$$c = \frac{N}{\sum_{j=1}^N x_{ij}^2}. \quad (17)$$

Таблица 2

Матрица планирования и результаты экспериментов

Номер опыта	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1x_2$	$x_2x_3$	$x_1x_3$	$x_1^2$	$x_2^2$	$x_3^2$	$T$	$\ln T$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	920	6,824374
2	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	1280	7,154615
3	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	980	6,887553
4	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	1320	7,185387
5	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	920	6,824374
6	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	1280	7,154615
7	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	1020	6,927558
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1300	7,17012

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	+	+1,682	0	0	0	0	0	2,829	0	0	780	6,659294
10	+	-1,682	0	0	0	0	0	2,829	0	0	1480	7,299797
11	+	0	+1,682	0	0	0	0	0	2,829	0	1100	7,003065
12	+	0	-1,682	0	0	0	0	0	2,829	0	1140	7,038784
13	+	0	0	+1,682	0	0	0	0	0	2,829	1120	7,021084
14	+	0	0	-1,682	0	0	0	0	0	2,829	1140	7,038784
15	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1130	7,029973
16	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1140	7,038784
17	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1140	7,038784
18	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1140	7,038784
19	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1130	7,029973
20	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1140	7,038784

Получено следующее уравнение регрессии:

$$y = 7,035648354 + 0,166803797x_1 + 0,019968x_2 + 0,003991x_3 - 0,015021027x_1x_2 - 0,00691x_1x_3 + 0,003094x_2x_3 - 0,0183531x_1^2 - 0,00371x_2^2 - 0,00052b_3^2 \quad (18)$$

Дисперсию воспроизводимости вычисляли по результатам шести опытов в центре плана по формуле:

$$s_y = \frac{\sum_{u=1}^{n_0} (y_u - \bar{y})^2}{n_0 - 1}, \quad (19)$$

где  $n_0$  – число параллельных опытов в центре плана;  $y_u$  – значение параметра оптимизации  $u$ -м опыте;  $\bar{y}$  – среднее арифметическое значение параметра оптимизации в  $n_0$  опытах;  $u$  – номер параллельного опыта в центре плана.

$$s_y^2 = 0,000104.$$

Дисперсии коэффициентов уравнения регрессии, полученные по формулам (20...23):

$$s^2(b_0) = 0,0000172505; \quad s^2(b_1) = s^2(b_2) = s^2(b_3) = 0,0000075781 ;$$

$$s^2(b_{12}) = s^2(b_{13}) = s^2(b_{23}) = 0,0000129466 ; \quad s^2(b_{11}) = s^2(b_{22}) = s^2(b_{33}) = 0,00000719255 .$$

$$s^2(b_0) = \frac{2A\lambda^2(k+2)}{N} s_y^2; \quad (20)$$

$$s^2(b_1) = s^2(b_2) = s^2(b_3) = \frac{c}{N} s_y^2; \quad (21)$$

$$s^2(b_{12}) = s^2(b_{13}) = s^2(b_{23}) = \frac{c^2}{\lambda N} s_y^2; \quad (22)$$

$$s^2(b_{11}) = s^2(b_{22}) = s^2(b_{33}) = \frac{Ac^2[(k+1)\lambda - (k-1)]}{N} s_y^2. \quad (23)$$

При проверке значимости коэффициентов вычисляют  $t_p$  – критерий по выражению:

$$t_p = \frac{|b_i|}{s(b_i)} \quad (24)$$

и сравнивают его с табличным  $t_m$ , который равен 2,57 [2, стр. 27, табл. 14]. Коэффициент значим, если  $t_p > t_m$  для принятого уровня значимости и числа степеней свободы, с которым определялась дисперсия  $s_y^2$ .

$$t_p(b_0) = 407852,13; \quad t_p(b_1) = 22011,03; \quad t_p(b_2) = 2634,87; \quad t_p(b_3) = 526,64;$$

$$t_p(b_{12}) = 1160,23; \quad t_p(b_{13}) = 534,02; \quad t_p(b_{23}) = 239; \quad t_p(b_{11}) = 2551,58; \quad t_p(b_{22}) = 515,9;$$

$$t_p(b_{33}) = 72,66. \text{ Отсюда следует, что все коэффициенты значимы.}$$

Уравнение получило вид:

$$y = 7,035648354 + 0,166803797x_1 + 0,19968x_2 + 0,003991x_3 + 0,015021027x_{12} + 0,00691x_{13} + 0,003094x_{23} + 0,0183531x_1^2 + 0,00371x_2^2 + 0,00052x_3^2 \quad (25)$$

Уравнение (25) для рассматриваемой области изменения факторов дает возможность предложить другую модель процесса. Эту модель получим, подставив в уравнение (25) вместо кодированных натуральных значения факторов, используя для этого соотношения (8), (9) и (10).

$$Q = 7,035648354 + 0,166803797 \left[ \frac{2(\ln v - \ln 211)}{\ln 211 - \ln 52,75} + 1 \right] + 0,19968 \left[ \frac{2(\ln s - \ln 0,14)}{\ln 0,14 - \ln 0,084} \right] + 0,003991 \left[ \frac{2(\ln t - \ln 4)}{\ln 4 - \ln 1} \right] + 0,015021027 \left[ \frac{2(\ln v - \ln 211)}{\ln 211 - \ln 52,75} + 1 \right] \times \left[ \frac{2(\ln s - \ln 0,14)}{\ln 0,14 - \ln 0,084} \right] + 0,00691 \left[ \frac{2(\ln v - \ln 211)}{\ln 211 - \ln 52,75} + 1 \right] \times \left[ \frac{2(\ln t - \ln 4)}{\ln 4 - \ln 1} \right] + 0,003094 \left[ \frac{2(\ln s - \ln 0,14)}{\ln 0,14 - \ln 0,084} \right] \times \left[ \frac{2(\ln t - \ln 4)}{\ln 4 - \ln 1} \right] + 0,0183531 \left[ \frac{2(\ln v - \ln 211)}{\ln 211 - \ln 52,75} + 1 \right]^2 + 0,00371 \left[ \frac{2(\ln s - \ln 0,14)}{\ln 0,14 - \ln 0,084} \right]^2 + 0,00052 \left[ \frac{2(\ln t - \ln 4)}{\ln 4 - \ln 1} \right]^2$$

Последним этапом обработки результатов эксперимента является проверка гипотезы адекватности найденной модели. Проверку этой гипотезы производят по  $F$ -критерию Фишера:

$$F_p = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} \quad (26)$$

$F_p = 13,38111$ . Если значение  $F_p < F_m$  для принятого уровня значимости и соответствующих чисел степеней свободы, то модель считают адекватной. При  $F_p > F_m$  гипотеза адекватности отвергается.

Табличное значение  $F_m$ -критерия при 5%-ном уровне значимости и числах степеней свободы для числителя 3 и для знаменателя 2 равно 19,2 [28, стр. 24, табл. 12]. Следовательно, модель адекватна.

Анализируя полученные статистические и математические данные можно сделать вывод что, математическая модель соответствует полученным результатам экспериментальных данных, а её погрешность находится в пределах от 6,4 до 14,6%.

В результате проведенных исследований было выявлено, что оптимальной температурой в зоне резания можно считать температуру, образующейся при следующих режимах обработки:  $V = 60$  м/мин;  $S = 0,09$  мм/об;  $t = 3$  мм.

Температура при данных режимах составляет  $700^\circ\text{C}$ , что позволяет обеспечить стабильность работы резца и, как следствие, высокое качество и производительность обработки. Инструменты, оснащенные твердым сплавом, хорошо сопротивляются истиранию сходящей стружкой и материалом заготовки и не теряют своих режущих свойств при температуре нагрева до  $750\text{—}1100^\circ\text{C}$ .

## Литература

1. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с перпендикулярным расположением токопроводящих вставок: пат. 144707 Рос. Федерация. № 2014105640/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. № 24.
2. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с косым расположением токопроводящих вставок: пат. 144708. Рос. Федерация. № 2014105641/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. 24.

3. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с параллельным расположением токопроводящих вставок: пат. 145108 Рос. Федерация. № 2014105639/02; заявл. 14.02.14; опубл. 10.09.14, Бюл. 25.
4. Янюшкин А.С., Ереско С.П., Сурьев А.А., Ереско В.С., Кузнецов А.М. Способ электроабразивной обработки токопроводящим кругом с его одновременной правкой: пат. на изобретение RUS 2268118 15.06.2004.
5. Янюшкин А.С., Ереско С.П., Сурьев А.А., Ереско В.С., Кузнецов А.М. Устройство для электроабразивной обработки с одновременной правкой круга: пат. на полезную модель RUS 42193 21.07.2004
6. Янюшкин А.С., Ереско С.П., Лобанов Д.В., Сурьев А.А., Кузнецов А.М. Устройство для комбинированной электроалмазной обработки с непрерывной правкой круга: пат. на изобретение RUS 2239525 25.02.2003
7. Сурьев А.А., Кузнецов А.М., Янюшкин А.С. Электрохимическая правка абразивного круга на токопроводящей связке // Механики XXI века. 2004. № 3. С. 137-142.
8. Попов В.Ю., Янюшкин А.С. Исследование поверхности алмазных кругов после комбинированной электроалмазной обработки быстрорежущей стали // Технология машиностроения. 2013. № 11. С. 26-30.
9. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Петров Н.П., Рычков Д.А. Повышение эффективности обработки высокопрочных композиционных материалов // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 146-149.
10. Кудряшов С.М., Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Использование минеральных рассолов для устранения засаленного слоя при комбинированной электроалмазной обработке быстрорежущей стали Р6М5 // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 6. С. 109-118.
11. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Медведева О.И., Ковалевский С.В., Рычков Д.А. Электроалмазная обработка высокопрочных материалов с нанесением защитных покрытий // Системы. Методы. Технологии. 2013. №3 (19). С. 125-129.
12. Кузнецов А.М., Якимов С.А., Лобанов Д.В., Янюшкин А.С. Расчет напряжений возникающих при затачивании твердосплавного инструмента с малым углом // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2009. № 22. С. 25-30.
13. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Кузнецов А.М. Качественные показатели поверхностей и состояние режущей кромки твердосплавного дереворежущего инструмента, заточенного различными методами электроалмазной обработки // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2005. Т. 2. С. 153-156.
14. Кузнецов А.М., Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Слепенко Е.А., Рычков Д.А. Рационализация процесса фрезерования труднообрабатываемых композиционных материалов твердосплавным инструментом // Механики XXI века. 2008. № 7. С. 196-200.
15. Янюшкин А.С., Кузнецов А.М., Якимов С.А., Петров Н.П. Методика расчета величины разрушения режущей кромки твердосплавного инструмента // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 8. С. 139-144.
16. Лобанов Д.В., Янюшкин А.С., Кузнецов А.М. Недостатки традиционных методов затачивания твердосплавного инструмента и пути их совершенствования // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2004. Т. 2. С. 95-98.
17. Кузнецов А.М. Повышение эффективности фрезерования композиционных древесных материалов мелкозернистым твердосплавным инструментом // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Иркутский государственный технический университет. Иркутск, 2009.
18. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Кузнецов А.М. перспективные инструментальные материалы для деревообрабатывающего инструмента Новые материалы и технологии в машиностроении. 2003. № 2. С. 105-107.
19. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Янпольский В.В. Тензометрическая вставка для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 2210749. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116429, опубл. 20.08.2003.
20. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Янпольский В.В. Приспособление для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 22115641. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116428, опубл. 10.11.2003.

21. Янюшкин А.С., Медведева О.И., Архипов П.В., Попов В.Ю. Механизм образования защитных пленок на поверхности алмазных кругов с металлической связкой // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 1 (5). С. 132-138.
22. Яньков Ю.В., Осипова А.С., Кузнецов А.М. Напряжения возникающие в области режущей кромки при заточке инструмента // Механики XXI века. 2012. № 11. С. 274-275.
23. Кузнецов А.М., Яковлев В.В., Осипова А.С. распределение напряжений возникающих на передней поверхности при затачивании инструмента чашечными кругами // Механики XXI века. 2014. № 13. С. 79-82.
24. Попов В.Ю., Янюшкин А.С., Медведева О.И., Скиба В.Ю. Контактные процессы при алмазной обработке инструментальных материалов // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 3 (23). С. 68-74.
25. Лосев Е.Д., Кузнецов А.М., Климов А.Н., Дмитриева И.Ю. Исследование напряжений в сплавах БВТС после различных методов затачивания // Механики XXI века. 2015. № 14. С. 141-145.
26. Попов В.Ю., Хлыстов А.Н., Бондин А.В. Атомная визуализация алмазного резания // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т.8. №1. С. 139-151.
27. Лосев Е.Д., Кузнецов А.М., Климов А.Н., Сурьева О.А. Взаимосвязь дефектного слоя с основными параметрами процесса затачивания твёрдых сплавов // Механики XXI века. 2015. № 14. С. 145-153.
28. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
29. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при планировании технологических процессов. М.: Машиностроение, 1981. – 184 с.

## Теплоэнергетика и теплотехника



УДК 628.8

### Повышение эффективности и регулируемая вентиляция жилых многоэтажных зданий

М.Х. Сатторов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** вентиляция, вентиляция многоэтажных зданий, вытяжной системы вентиляции, регулируемая вентиляция.

*В статье рассматриваются способы стабилизации работы вытяжной системы вентиляции жилых зданий, не приводящие к значительному увеличению капитальных расходов при их устройстве и требующие минимальных затрат при эксплуатации. Существенное влияние на создание и поддержание комфортных параметров внутреннего воздуха в помещении оказывает устойчивая работа системы вентиляции. Состояние воздушной среды в помещениях в холодное время года определяется действием не только отопления, но и вентиляции. Вентиляция предназначена для поддержания в помещениях помимо необходимой температуры определенной влажности, подвижностью, давления, газового состава и чистоты воздуха. Вентиляция создает требуемые санитарно-гигиенические условия, что способствует снижению числа заболеваний людей, улучшения их самочувствия, повышение производительности труда и качества.*

Вентиляция (от лат. ventilatio проветривание) - это регулируемый воздухообмен в помещениях, создающий благоприятное для человека состояние воздушной среды (состава воздуха, температуры, влажности и пр.), а также совокупность технических средств, обеспечивающих такой воздухообмен.

В первую очередь, вентиляция должна обеспечивать правильный состав воздуха. Человек в процессе жизнедеятельности расходует кислород и выделяет углекислый газ. Здоровый воздух для дыхания должен содержать не менее 21% кислорода, уменьшение же концентрации кислорода в воздухе может вызывать ощущение духоты, недомогание, головную боль. Постоянная нехватка кислорода снижает работоспособность, отрицательно сказывается на здоровье человека, ускоряет процесс старения.

Под вентиляцией также понимается совокупность технических средств, необходимых для осуществления воздухообмена.

Вентиляционные системы можно классифицировать по следующим признакам:

- способу создания давления для перемещения воздуха: с естественным и искусственным (механическим) побуждением;
- назначению: приточные, вытяжные и приточно-вытяжные установки;
- зоне обслуживания: местные и общеобменные;

С введением новых нормативных требований к теплозащите наружных ограждающих конструкций здания доля трансмиссионных потерь теплоты в тепловом балансе значительно снизилась и, соответственно, расход теплоты на нагрев наружного воздуха для вентиляции вырос и достигает 50—60 %.

В канальных системах естественной вытяжной вентиляции воздух перемещается в каналах и воздуховодах под действием естественного давления, возникающего в следствии

разности холодного наружного и тёплого внутреннего воздуха. От эффективности работы вентиляции зависит качество воздуха, которым мы дышим[4].

В жилых зданиях массовой застройки традиционно выполняется естественная вытяжная вентиляция. В начале массового жилищного строительства применялась вентиляция с индивидуальными каналами от каждой вытяжной решетки, которые соединялись с вытяжной шахтой непосредственно или через сборный канал на чердаке.

В типовых зданиях основным элементом системы естественной вентиляции является поэтажный вентблок. В зданиях, строящихся по индивидуальным проектам, вытяжные воздуховоды чаще всего выполняются в металле.

Вентблок включает в себя участок магистрального канала одного или нескольких боковых ответвлений, а также отверстие, соединяющее вентблок с обслуживаемым помещением. Сейчас боковые ответвления подключаются к магистральному каналу через 1 этаж, тогда как более ранние решения предусматривали подключение через 2 - 3 и даже через 5 этажей. Междуетажный стык вентблоков является одним из самых ненадежных мест системы вытяжной вентиляции. Для его герметизации до сих пор иногда используется цементный раствор, укладываемый на месте по верхнему торцу нижележащего блока. При установке следующего блока раствор выдавливается и частично перекрывает сечение вентиляционных каналов, вследствие чего меняется их характеристика сопротивления. Кроме того, отмечались случаи негерметичной заделки стыка между блоками. Все это приводит не только к нежелательному перераспределению воздушных потоков, но и к перетеканию воздуха через вентиляционную сеть из одних квартир в другие.

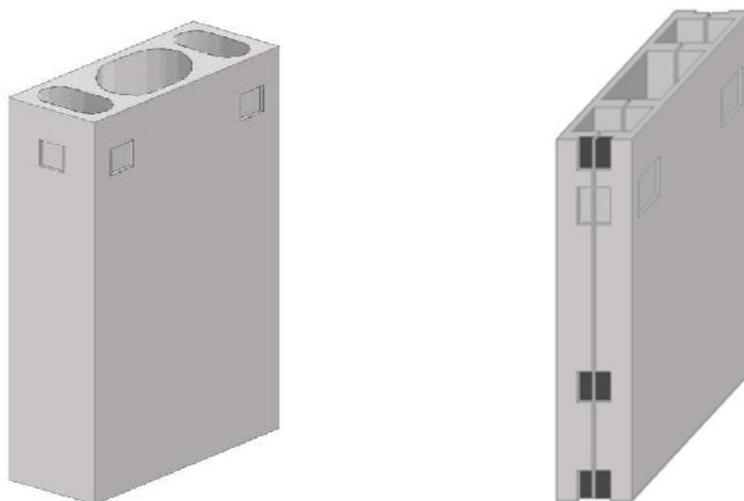


Рис. 1. Вентиляционные блоки (вентблоки) железобетонные сборные и монолитные

При этом вытяжной воздух на чердаке не должен остывать, в противном случае увеличивается его плотность, что приводит к опрокидыванию циркуляции или снижению расхода вытяжки. У пола чердака над вентблоком устраивается оголовок, внутри которого, как правило, подсоединяются боковые каналы последнего этажа к магистральному. При выходе из оголовка в "стволе" воздух движется с высокой скоростью, поэтому к нему за счет эжекции подсасывается вытяжной воздух из боковых каналов последнего этажа.

Переход в массовом жилищном строительстве на герметичные окна со стеклопакетами наряду с положительными факторами, такими как уменьшение теплопотерь и улучшение акустических характеристик жилища, привел к ухудшению воздушного режима помещений с традиционными системами естественной вентиляции.

Старые окна в деревянных переплетах обладают в несколько раз большей воздухопроницаемостью, чем современные металлопластиковые конструкции со стеклопакетами. Полностью закрытые деревянные окна обеспечивают режим инфильтрации, близкий к нормативному уровню воздухообмена в квартирах, и только при низких наружных температурах возникает необходимость в заклеивании переплетов. Учитывая малый размер щелей в окнах

и их большую протяженность, наружный инфильтрирующийся воздух быстро смешивается с конвективным потоком от отопительных приборов и не создает в большинстве случаев дискомфортных зон.

В современных зданиях при полностью закрытых окнах инфильтрация незначительна — на порядок ниже требуемого по нормативам воздухообмена.

Попытки на верхних этажах зданий устанавливать бытовые вентиляторы в вытяжные проемы туалетов, ванных комнат, кухонь не привели к серьезному улучшению работы вентиляции, так же, как и устройство центральных систем вытяжной механической вентиляции. Из-за несбалансированности объемов приточного и вытяжного воздуха эти системы работают неустойчиво.

Регулирование объемов приточного воздуха с помощью открывания фрамуг стабилизирует работу системы вентиляции, но часто приводит к выхолаживанию нижней зоны помещений.

Сформулируем основные положения, которые, по нашему мнению, должны определять подходы к системам вентиляции многоэтажных жилых зданий:

1. Система вентиляции — один из основных факторов инженерного обеспечения зданий, который определяет комфортность среды обитания и здоровье жителей.

2. Расход теплоты на вентиляцию современных квартир соизмерим, а в ряде случаев превышает трансмиссионные теплотери жилых зданий.

3. Потребность квартир в вентиляции, связанная с режимом их эксплуатации (приготовление пищи, стирка, переменное количество людей в течение суток и др.), характеризуется широким диапазоном необходимого воздухообмена, меняющегося по отдельным помещениям квартиры в течение суток. Минимальный воздухообмен в квартире должен обеспечить удаление из помещений вредных веществ, выделяемых строительными конструкциями, отделочными материалами, мебелью и т. п. (радон, фенолформальдегиды и др.) Потребная глубина регулирования воздухообмена в квартире в большинстве случаев находится в диапазоне 10—100 %.

4. Жители должны иметь возможность контролировать и регулировать воздухообмен вне зависимости от гравитационного и ветрового перепада давления в квартире и снаружи.

5. Движение воздуха в квартире должно быть организовано таким образом, чтобы направление потоков приточного воздуха из жилых помещений было направлено в зоны выделения вредных веществ на кухню, в ванные комнаты, туалеты. Интенсивность удаления воздуха из отдельных загрязненных зон не должна «опрокидывать» вытяжку из других. Например, включение надплиточного зонта на кухне не должно существенно снижать объем удаляемого воздуха в ванной комнате и туалете.

6. Организация воздухообмена не должна приводить к ухудшению акустического режима и должна предусматривать меры как по защите от «городского» шума, так и от шума, генерируемого системами механической вентиляции.

Направление и скорость ветра, температура наружного воздуха могут существенно изменять режимы работы традиционной системы естественной вентиляции квартир. Эти изменения могут соответствовать очень широкому диапазону: от «опрокидывания», когда вытяжные устройства начинают работать на приток, до увеличения воздухообмена по отношению к расчетному в 2—3 раза. Неустойчивость работы систем вентиляции, с одной стороны, может привести к воздушно-тепловому дискомфорту, с другой — к перерасходу тепловой энергии[1].

Рассмотрим зависимость, определяющую массовый расход воздуха  $G$  через отверстие площадью  $F$  при перепаде давления  $\Delta P$ :

$$G = F \cdot 2 \sqrt{\frac{\rho \Delta P}{\xi}}, \quad (1)$$

где  $\xi$  — коэффициент местного сопротивления движения воздуха;

$\rho$  — плотность воздуха.

Для того чтобы сохранялся постоянный расход воздуха, необходимо выполнение условия:

$$F = \sqrt{\frac{\Delta P}{\xi}} \quad (2)$$

Приточные и вытяжные клапаны, как правило, постоянно находятся в открытом положении.

Дополнительная экономия тепловой энергии на нагрев вентиляционного воздуха может быть достигнута при индивидуальном регулировании производительности приточных клапанов. Клапаны снабжаются поворотной шиберующей пластиной, позволяющей уменьшить расход воздуха в отдельном помещении или во всей квартире.

Регулирование шиберующей пластиной изменяет расход воздуха через клапан, но сохраняет характеристики независимости воздухопроизводительности от перепада давления воздуха.

Возможность индивидуального регулирования воздухообмена в зависимости от режима эксплуатации квартиры дает ощутимую экономию (20—30 %) тепловой энергии на нагрев вентиляционного воздуха.

В многоэтажных жилых зданиях с учетом одновременности изменения воздухообмена в отдельных квартирах общая характеристика сети сохраняется устойчивой и вероятные отклонения воздухообмена от среднего значения не превышают 10—15 %.

Особый режим вентиляции предусматривается для помещения кухни. При приготовлении пищи в работу включается надплитный зонт, оборудованный высокопроизводительным многоскоростным вентилятором. Воздухопроизводительность современных надплитных зонтов достигает 600—1 000 м<sup>3</sup>/ч, что во много раз превышает показатель расчетного воздухообмена в квартире.

Для удаления воздуха от надплитных зонтов, как правило, предусматриваются отдельные воздуховоды, не связанные с системой общеобменной вытяжной вентиляции из кухни.

В настоящее время широко применяются теплоутилизаторы нескольких типов:

- рекуперативные — на базе пластинчатых воздухо-воздушных теплообменников;
- регенеративные — с вращающейся теплоаккумулирующей насадкой;

По своему исполнению в многоэтажных жилых домах теплоутилизаторы могут быть центральными на весь дом (или группу квартир) и индивидуальными (поквартирными).

При сходных массогабаритных показателях наибольшей энергетической эффективностью обладают регенеративные теплоутилизаторы (80—95 %), далее следуют рекуперативные (65—75 %) и на последнем месте теплоутилизаторы с промежуточным теплоносителем (45—55 %).

Рекуперативные теплоутилизаторы, как правило, включают в себя два вентилятора — приточный и вытяжной, пластинчатый теплообменник, фильтры (рис. 1).

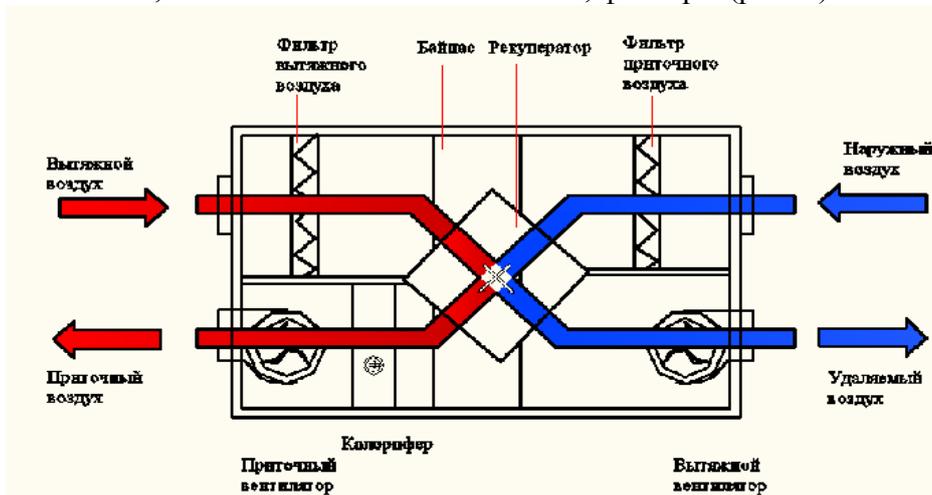


Рис. 1. Конструкция рекуперативного теплоутилизатора

В современных конструкциях в теплоутилизатор встраиваются два водяных или электрических подогревателя. Один служит для защиты от замораживания вытяжного тракта

теплообменника, второй — для догрева температуры приточного воздуха до заданного значения.

Системы вентиляции с теплоутилизаторами обладают рядом достоинств, к числу которых следует отнести:

- существенную экономию тепловой энергии, расходуемой на нагрев вентиляционного воздуха — от 50 до 90 % в зависимости от типа применяемого утилизатора;
- высокий уровень воздушно-тепловой комфортности, обусловленный аэродинамической устойчивостью системы вентиляции и сбалансированностью расходов приточного и вытяжного воздуха;
- возможность гибкого регулирования воздушно-теплого режима в зависимости от режима эксплуатации квартиры, в т. ч. с использованием рециркуляционного воздуха;
- возможность защиты от городского, внешнего шума при использовании герметичных светопрозрачных ограждений;
- возможность очистки приточного воздуха с помощью высокоэффективных фильтров;
- возможность поддержания оптимальной влажности воздуха в квартире при использовании регенеративных теплоутилизаторов.

В рекуператоре два вентиляционных канала расположены один над другим, причем в них осуществляется противоток: более горячий воздух поступает снизу, а холодный - сверху.

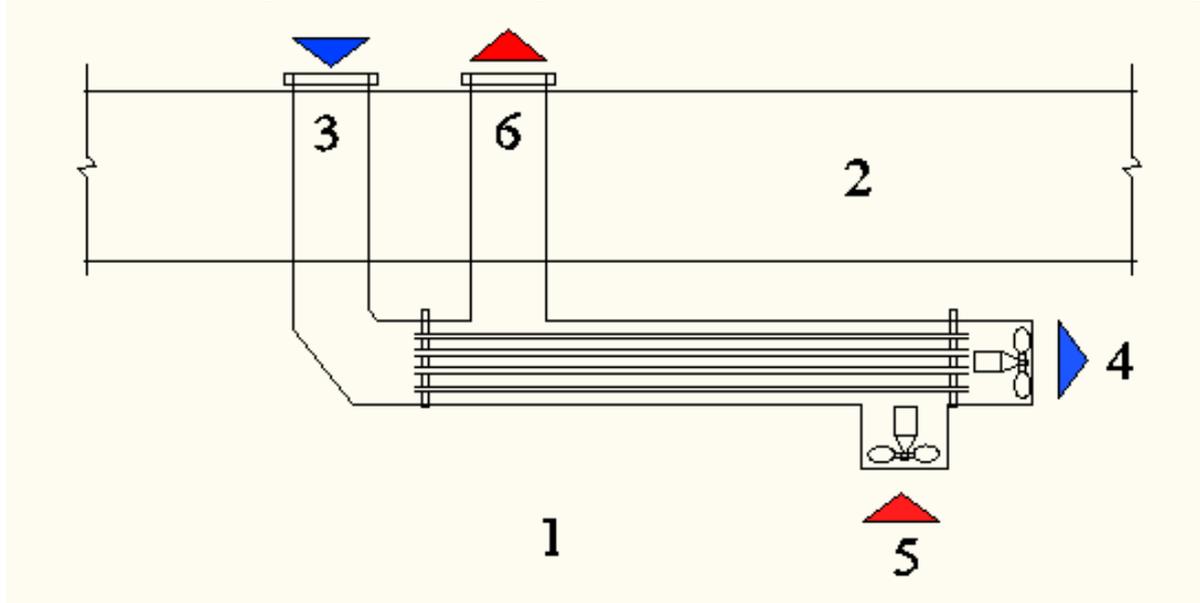


Рис.2. Принципиальная схема работы рекуператора

(3 и 4- температуры соответственно входа и выхода наружного, поступающего в помещение воздуха).

(5 и 6- температуры соответственно входа и выхода внутреннего, удаляемого из помещения воздуха).

В современных системах вентиляции с утилизаторами теплоты указанные проблемы решаются, но, соответственно, капитальные затраты в этих системах по сравнению с традиционными выше.

В жилых современных зданиях, системы естественной вентиляции требует подбора сечений вытяжных каналов с учетом их совместной работы, увязки с характеристиками приточных устройств, прогнозированием эксплуатационного состояния при различных сочетаниях внешних и внутренних воздействий. Неустойчивая работа систем естественной вентиляции характеризуется переменным воздухообменом, создаваемым системой, неравно - мерностью воздухообмена и температур внутреннего воздуха по этажам, опрокидыванием вентиляции в поэтажных каналах-спутниках и целиком в вентиляционных шахтах.

## Литература

1. Вентиляция и кондиционирование воздуха. М., Стройиздат, 1978. 509 с. (Справочник проектировщика). Авт. В. Н. Богословский, И. А. Шепелев, В. М. Эльтерман и др.
2. Ливчак И.Ф. Вентиляция многоэтажных жилых домов. – М., Государственное издательство архитектуры и градостроительства, 1951. — 172 с
3. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов в 2-х частях. Ч.2. Вентиляция/ Под ред. В.Н. Богословского.-М.:Стройиздат, 1976.- 439с.
4. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Свистунов В.М. М.: Политехника 2007.
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха М: Профессия Учебники для вузов. Специальная литература, 2002.
6. Максимов Г.А. Отопление и вентиляция. В 2-х частях. Ч.2. Вентиляция.-М.: Высшая школа, 1968.-463с. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2-х частях Ч.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. И.Г. Старовойтова.-М.: Стройиздат, 1978.-502с
7. Китайцева Е. Х., Малявина Е. Г. Естественная вентиляция жилых зданий //АВОК. 1999. № 3.
8. Еремкин, А.И. Отопление и вентиляция жилого здания: Учебное пособие / А.И.Еремкин, Т.И.Королева, Н.А.Орлова. 2-е изд. - М.: Издательство АСВ, 2003. - 129 с.
9. Константинова, В.Е. Исследование систем естественной вытяжной вентиляции в многоэтажных зданиях / В.Е.Константинова, К.С.Светлов // Водоснабжение и санитарная техника. 1965. - № 6.
10. Ливчак, И. Ф. Регулируемая вентиляция жилых многоэтажных зданий // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2004. - № 5. - с.8-11.

УДК 621.181

## Использование высокозольного непроектного угля на котлоагрегатах филиала ПАО «Иркутскэнерго» ТЭЦ-6

Е.С. Федюнина, М.Х. Сатторов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** опытное сжигание, непроектный уголь, зольность, температура жидкого шлакования.

*В данной статье рассматривается перевод котлоагрегатов БКЗ-320-140ПТ установленных на ТЭЦ-6 на сжигание непроектного ирбейского угля. Приведено сравнение опытного сжигания различных смесей угля для оптимальной работы котлов и вспомогательного оборудования, и сделан вывод о невозможности применения этих смесей на практике. Также представлены данные о сжигании непроектного ирбейского угля с высокой и низкой зольностью в чистом виде. Выявлено влияние оксидов кремния, магния и кальция на температуру жидкого шлакоудаления. Приведены графики зависимостей температур в топке, потерь теплоты и КПД котла от нагрузки на протяжении всего периода опытного сжигания.*

Для эффективного функционирования любой электростанции одним из главных факторов, в настоящее время, является организация правильной работы с топливом. То есть,

учет качества и количества топлива, стоимость и претензионная работа и, конечно же, работа с поставщиками.

В России значимая доля электростанций работает уже более 30 лет, то происходит исчерпание запасов проектного угля или изменение его теплотехнических характеристик. Также, в настоящее время, цены на первичное топливо очень выросли. Все эти факторы привели к тому, что руководство многих энергетических объектов в России стало искать замену проектным углям. В следствии чего, встал вопрос об определении условий, при которых использование на ТЭС непроектных углей может быть экономически эффективным, и тарифы на отпускаемую тепловую энергию потребителям были бы оптимальны. Положительный экономический эффект в этом случае обеспечен меньшей стоимостью непроектных углей, за счет чего компенсируются затраты на сжигание и потери из-за снижения располагаемой мощности ТЭС [1,2].

Но даже имея многолетний опыт сжигания непроектных, даже весьма близких по теплотехническим свойствам к проектным, требует проведения специальных инженерных мероприятий подготовительного характера: проведение поверочного теплового расчета котла с определением необходимости и объема изменения поверхностей нагрева; поверочные аэродинамические расчеты трактов тяги и дутья с определением необходимости замены дымососов и вентиляторов; поверочные расчеты системы пылеприготовления.; поверочные расчеты систем золоулавливания и золошлакоудаления в пределах котельной ячейки и общестанционных; расчетные оценки вредных выбросов; пробные сжигания нового угля непрерывно или малыми партиями продолжительностью не менее трех месяцев с хронометрированием всех эксплуатационных показателей; анализ результатов по всем мероприятиям, составление заключения и разработка вариантов предварительных предложений по переходу на сжигание нового угля [3,4].

Использование непроектных взаимозаменяемых углей является вынужденной мерой, так как необходимо обеспечивать потребителей электричеством и теплом.

На территории промплощадки БЛПК в городе Братске, расположена ТЭЦ-6 филиал ПАО «Иркутскэнерго». В 2000 году компания ПАО «Иркутскэнерго» купила Ирбейский угольный разрез, который располагается в Красноярском крае, в 40 км от города Ачинска. В декабре 2004 года организовано ООО «Ирбейский разрез», которое в 2006 году вошло в состав ПАО «Иркутскэнерго» и стало первым угольным активом энергокомпании. Стоимость ирбейского угля на 30% ниже проектного ирша-бородинского, поэтому было принято решение о сжигании непроектного ирбейского угля на котельных агрегатах БКЗ-320-140ПТ установленных на ТЭЦ-6.

Опытные сжигания непроектного топлива на котлоагрегатах ТЭЦ-6 начали проводить с 2002 года. Химический и элементарный состав нового топлива существенно отличался от характеристик проектного угля при первых поставках его на угольный склад станции. Произведя анализ топлива и все необходимые расчеты, было решено сжигать ирбейский уголь в смеси с жеронским (Усть-Илимский район, Иркутская область) или черемховским (Черемховский район, Иркутская область) углями, в пропорции 70/30, соответственно. Так как температура жидкого шлакоудаления для ирбейского угля в зависимости от зольности может колебаться от 1170°C до 1500°C.

В период опытных испытаний было выявлено положительное влияние примеси жеронского угля при сжигании ирбейского на режим шлакоудаления. Жеронский каменный уголь имеет высокую калорийность до 4900 ккал/кг и обеспечивает температурный режим факела в пределах 1680...1720°C (выше в среднем на 200°C, чем у ирбейского и ирша-бородинского углей), тем самым являясь плавнем Ирбейского угля с зольностью  $A_d$  менее 12%. Успешного опыта сжигания такого угля на котлах с жидким шлакоудалением ТЭЦ-6 ни в каких комбинациях не было. Как показали практические опыты, при сжигании таких смесей, происходит сильная зашлакованность горелок котла. Это связано с высоким содержанием золы в составе топлива  $A_p > 12\%$ .

При дальнейшей разработке Ирбейского разреза было выявлено, что он состоит из трех пластов, каждый из которых отличается элементарным составом угля. Так самый верхний слой имеет наибольшую долю золы и высокую концентрацию примесей, средний пласт – Латынцевский имеет зольность в среднем не меньше 10%, а самый нижний пласт Спутник по своему составу очень близок к ирша-бородинскому. Однако все эти пласты не равномерны по толщине на протяжении всего разреза. Поэтому добывать уголь с конкретного пласта в чистом виде очень сложно.

На угольный склад ТЭЦ-6 поступал ирбейский уголь с зольностью менее 10%, а также топливо со средневзвешенной зольностью 13,5 % и калорийностью  $Q_{г}^i$  не менее 4000 Ккал/кг. При химическом анализе таких разных углей выяснилось, что на режим работы котлов БКЗ320-140ПТ, в значительной мере, влияют два элемента:

1) Окись кремния  $SiO_2$ , - который повышает температуру плавления шлака, т.е. температуру жидкого шлакоудаления ( $T_3$ );

2) Окислы  $CaO + MgO$ , которые ее снижают.

Однако, если вопрос по снижению содержания в угле  $SiO_2$  был решён ещё на разрезе - путем селективной выемки. И его содержание в угле удалось снизить с 16,0% до 10,0% и как следствие, понизить  $T_3$ . А вот по содержанию окислов  $CaO + MgO$  вопрос остается не решенным. Поэтому нужно рассматривать и находить пути решения. В углях Ирбейского разреза его содержание колеблется от 2% до 52%, что значительно превышает его содержание чем в ирша-бородинском угле (25,0%).

При опытном сжигании высокозольного ирбейского бурого угля, вследствие его более высокой калорийности в среднем на 100-150 ккал/кг был отмечен существенный рост температуры факела (рисунок 1) и, соответственно, концентрации оксидов азота (рисунок 2). Этот уровень температур и концентраций оксидов азота был постоянен на протяжении всего опытного сжигания [5].

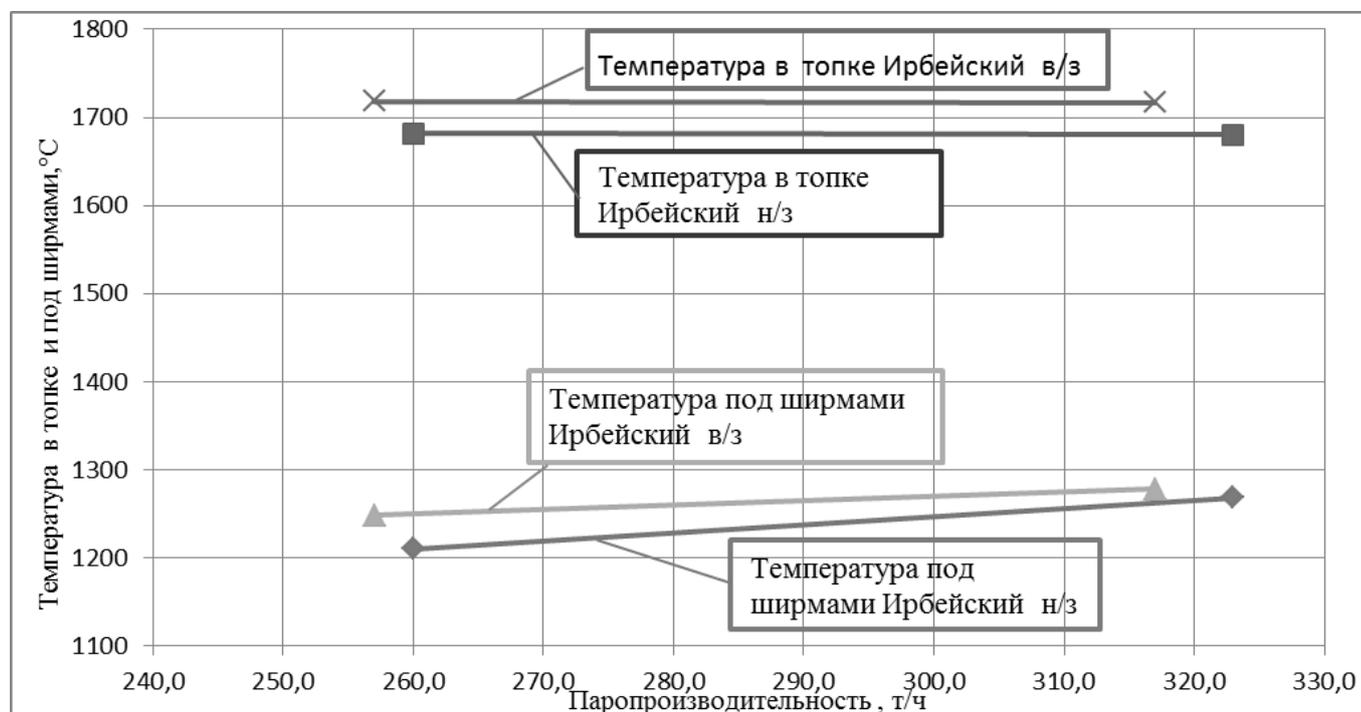


Рис. 1. График зависимости температуры в топке и под ширмами от паропроизводительности при сжигании низкозольного и высокозольного ирбейских углей.

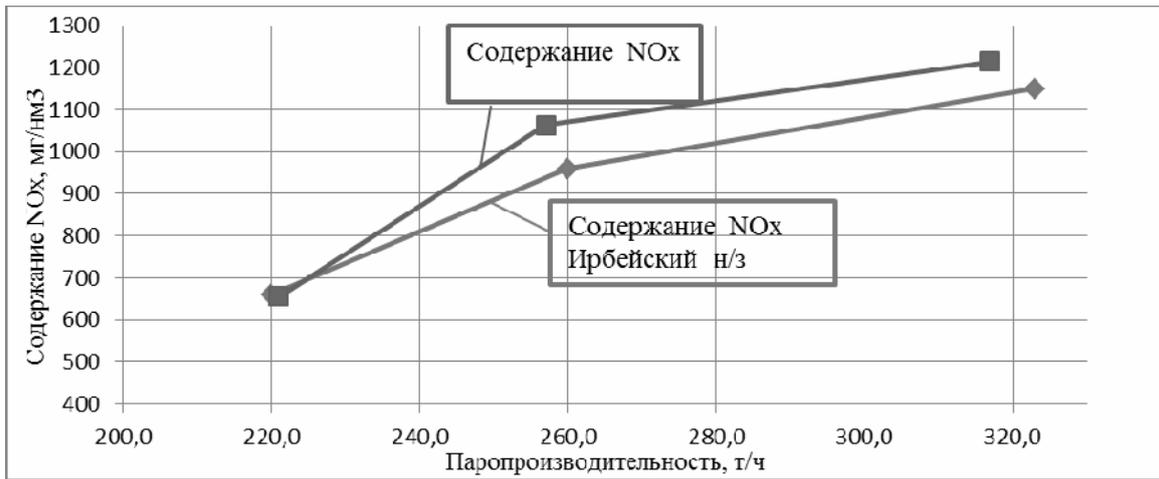


Рис. 2. График зависимости содержания оксида азота  $NO^x$  от паропроизводительности при сжигании низкозольного и высокозольного ирбейских углей.

Для оценки экономического эффекта, при сжигания высокозольного угля необходимо более продолжительное сжигание и более глубокое понимание, что представляет этот высокозольный уголь, который был поставлен для опытного сжигания. Предварительные данные приведены на рисунках 3-6.



Рис. 3. График зависимости потерь тепла с мехнедожогом от нагрузки



Рис. 4. График зависимости потерь тепла с уходящими газами от нагрузки



Рис.5. График зависимости температуры уходящих газов от нагрузки



Рис. 6. График зависимости КПД котлоагрегата от нагрузки

Опытное сжигание высокозольного и низкозольного ирбейских бурых углей не выявило никаких ограничений в работе котлоагрегата, его основных и вспомогательных узлах, а также в трактах золошлакоудаления и топливоподачи. Однако, чтобы сделать окончательные выводы о возможности использования угля с высокой зольностью на котлах БК3320-140ПТ, необходимо будет произвести более длительное по времени опытное сжигание. И решить вопрос о снижении в составе ирбейского угля окислов CaO + MgO в диапазоне 25-30%.

### Литература

1. В.И. Эдельман под общей ред. / Современные проблемы топливообеспечения и топливоиспользования на ТЭС / – М.: Энергоатомиздат. 2002.-368с.
2. И.С. Кожуховский, В.И. Эдельман, Е.Р. Говсиевич и др./ Проблемы монополизма поставщиков твердого топлива на рынках энергетических углей / Теплоэнергетика. –2006.
3. В.И. Трёмбовля, Е.Д. Фингер, А.А. Авдеева / Теплотехнические испытания котельных установок / – М.; Энергоатомиздат, 2001.
4. М.С. Пронин, В.В. Васильев, Н.А. Тимофеева, Ю.В. Хоменко «Влияние показателей качества топлива на работу оборудования ТЭС при сжигании Канско-ачинских углей» в книге /Проблемы использования канско-ачинских углей на электростанциях/ Красноярск, 2000.
5. ООО «ИЦ Иркутскэнерго» / отчет по проведению опытного сжигания высокозольного ирбейского угля на котлоагрегатах БК3320-140ПТ во всём диапазоне нагрузок/ г.Братск, 2014.

## Электроэнергетика и электротехника

.....



УДК 621.3:658.56

### Сравнение математических аппаратов при анализе гармонического состава сигнала

В.В. Дербин

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** гармоники, искажения, источники искажений, математический анализ сигналов, частотная характеристика, преобразование Фурье, вейвлет преобразование.

*Аннотация:* в различных исследованиях требуется производить анализ непрерывных сигналов с целью получения и выделения из них полезной информации.

В основном для анализа применяется разложение в ряды Фурье. Этот метод, дающий весьма точные результаты, основан французским математиком в 19 веке получил большое распространение и стал основным. В сравнении с более современными математическими аппаратами имеет ряд как преимуществ, так и недостатков.

В данной работе производится сравнение математических аппаратов, применяемых при анализе гармонического состава сигнала. Изучаются их возможности при анализе искажений носящих случайный характер и делаются соответствующие выводы.

В разных областях наук бывают ситуации, когда необходимо с достаточной точностью произвести анализ произвольных сигналов для получения определённых «полезных» данных. В качестве сигналов могут выступать полученные в процессе исследований непрерывные сигналы и оцифрованные данные представленные в виде массива. Под анализом понимается разложение исходного сигнала на базовые функции. При анализе гармонического состава данные целесообразно рассматривать как сигнал, непрерывно изменяющийся во времени, способный принимать значения из непрерывного диапазона [5]. Такое представление даёт более ёмкое и точное определение и предоставляет больше возможностей для получения информации.

В ряде случаев помимо полезной информации сигнал содержит шумы, искажения, помехи, искажающие полезный сигнал, и снижающие точность результатов.

Как правило непрерывные сигналы раскладываются на частоты кратные основной. Например, для питающего напряжения бытовой сети такой частотой является 50 Гц. Следовательно, вторая гармоника будет иметь частоту 100 Гц, третья 150 Гц и т.д. Такой вид искажений носит периодический характер и, как правило, легко поддаётся анализу с помощью преобразования Фурье.

Однако в сигнале могут содержаться составляющие с частотой не кратной основной, к примеру 105 Гц. В данном случае речь идёт об интергармониках. Содержание таких гармоник говорит о нестандартном и не периодичном характере искажения, которые в условиях резонанса могут достигать больших значений по амплитуде. Если порядок частоты ниже основной, то такую составляющую называют субгармонической.

Для оценки гармонического состава и представления его в удобной форме применяется спектральный анализ. Его так же часто называют частотным анализом. Под данным видом обработки понимается получение определённых информационных сведений [4], позволяю-

щих характеризовать частотную составляющую исследуемого сигнала. Спектральное представление сигнала использует разложение функций на периодические составляющие. Изначально данное направление имело теоретический характер и использовалось для анализа периодических процессов различных явлений в естественных науках [4]. Работы таких учёных как Бернулли, Эйлер, заложивших основу, а позже Гаусс, Чебышев, Фурье дополнили и расширили методы, тем самым внося неопределимый вклад в теоретическое развитие гармонического анализа.

С ростом технологий и развитием электротехнических отраслей науки, гармонический состав приобрёл конкретно физический смысл, а математический аппарат стал основным методом анализа и обработки сигналов во многих отраслях науки и техники.

Целью спектрального преобразования является связь исходных динамических функций с их представлением в частотной области. Основными средствами анализа в цифровой обработке сигналов (ЦОС) являются методы, основанные на преобразовании Фурье (ПФ). Преобразование сигнала по Фурье представляет собой перемножение функции исследуемого сигнала на базисную функцию для каждой гармоники [3]. Базис функции выбирается исходя из целей исследований и стремления максимально упростить математический аппарат анализа.

Преобразование Фурье для непрерывных периодических сигналов может состоять из бесконечного количества функций. Достоинством является то, что при ограничении ряда Фурье до определённого числа его членов, обеспечивается наилучшее приближение к исходной функции с определённой среднеквадратической погрешностью.

Однако преобразование Фурье даёт информацию только про частоту гармоники, и не даёт никакой информации о том, в какой промежуток времени эта частота присутствует в исследуемом сигнале [4]. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что для преобразования Фурье не будет разницы между наличием определённой частоты и изменением частоты исследуемого сигнала. Так же с помощью преобразования Фурье невозможно проследить наличие нестационарных отклонений, появляющихся в разные моменты времени, что сильно ограничивает его возможности.

Другим вариантом спектрального анализа является так называемое оконное преобразование Фурье (ОПФ). В отличие от обычного преобразования, ОПФ позволяет получить характеристику распределения частоты сигнала с учётом её амплитуды во времени [3]. При ОПФ анализируемый сигнал делится на отрезки – окна. Для нестационарных сигналов подбирается достаточно малый размер окна, чтобы анализируемый участок внутри него выглядел стационарным.

С математической точки зрения ОПФ – это то же преобразование Фурье, но умноженное на оконную функцию. В качестве оконной функции могут использоваться гауссиан, окно Канна, Кайзера и других [4]. Основным преимуществом является то, что в результате преобразования мы получаем частотно-временную характеристику.

Основной недостаток ОПФ связан со следующим обстоятельством: чем меньше размер окна, тем меньший диапазон сигнала исследуется и наоборот, с увеличением ширины окна уменьшается точность анализа присутствующих в сигнале гармоник. Возникает так называемый принцип неопределённости Гейзенберга [3]: с увеличением точности измерения одной величины уменьшается точность измерения второй величины. В связи с чем возникает проблема с выбором разрешения окна. При использовании более узкого окна результат будет иметь высокую точность относительно времени, но будет снижена точность определения частоты.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что при анализе непрерывных сигналов с помощью преобразований Фурье возникают определённые сложности. Основной проблемой является сложность анализа «зашумлённого» сигнала с помощью определённого набора синусоидальных функций, на которых основано преобразование Фурье. При анализе с использованием оконного преобразования Фурье возникает вопрос выбора ширины окна для достижения оптимального соотношения точности.

Решение перечисленных проблем возможно с помощью вейвлет-преобразования, в результате применения которого частично решается принцип неопределённости Гейзенберга при построении частотно-временной характеристики.

Вейвлет является математической функцией, кардинально отличающейся от синусоидальной, являющейся базисом для Фурье-преобразования [3]. Материнский вейвлет – это функция, являющаяся основной для всех генерируемых базисных функций при вейвлет-преобразовании.

Как и в ОПФ, вейвлет является окном некоторой ширины, перемещающимся по анализируемому сигналу. Понятие окна в этом случае аналогично ОПФ; при этом чем меньше его ширина, тем меньшая часть сигнала исследуется, т.е. сигнал анализируется более детально. После прохождения материнский вейвлет изменяет масштаб (размер окна сжимается либо расширяется) и проходит по исследуемому сигналу ещё раз. В результате изменения масштабов окна и перемещения по времени исследуемый сигнал раскладывается на базисные функции. Чем больше проходов будет выполнено, тем большую точность будет иметь итоговая характеристика [3].

Таким образом, вейвлет-преобразование даёт более точное значение времени с ухудшенным значением частоты для области с низкими частотами и лучшее представление частоты, но с большей погрешностью по времени для высокочастотной области спектра исследуемого сигнала, что объясняется частичным решением неопределённости Гейзенберга и является основным преимуществом в сравнении с ПФ.

Вейвлет преобразование является более быстрым и точным инструментом при спектральном анализе спектрального состава в сравнении с преобразованиями Фурье и даёт более точные результаты. При достаточном количестве «проходов» результаты вычислений содержат в себе наиболее полную информацию об исследуемом сигнале, а частотно-временные характеристики, построенные на их результатах, дают более полное и точное представление о гармоническом составе с учётом амплитуды гармоник и являются наиболее подходящим решением при анализе нестационарных сигналов.

### **Литература**

1. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л., Бараненко Т.Н. Источники интергармоник в системах электроснабжения и методы их расчёта // Промэлектро. – 2003. - №3. – С. 3-18.
2. Суднова В.В., Пригода В.П. Применение математического аппарата вейвлет-преобразования в средствах измерения качества электрической энергии // Управление качеством электрической энергии: Сборник трудов Международной научно-практической конференции. – М.: Радуга, 2014. – 380 с.: ил. – С. 179-189.
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер, 2003. – 608 с. Ричард Лайонс Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2006 г. – 656 с.: ил.

УДК 621.311.1

## **Оценка надёжности воздушной линии 110 кВ «Огнёвка - Опорная»**

**В.В. Дербин, Д.А. Долматов**

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** показатели надёжности, статистика отказов воздушной линии, классическая теория, оценка надёжности воздушной линии.

*Аннотация: Бесперебойность снабжения потребителей электрической энергией является основным показателем качества систем электроснабжения. Степень бесперебойности электроснабжения оценивается надежностью электрических сетей.*

*Надежность работы воздушной линии обусловлена совокупностью ряда факторов. Выявить истинные причины отказов воздушной линии и наметить пути их совершенствования можно только на основании статистических данных о повреждаемости элементов воздушной линии.*

*В данной работе производится оценка надёжности воздушной линии 110 кВ на основе реальных статистических данных в течении исследуемого периода времени равного 10 годам.*

В данной работе использована методика оценки надёжности ВЛ единичной длины, которая основана на обработке статистической информации об аварийных отключениях линий электропередачи. На начальном этапе формируется перечень ВЛ с указанием их длин.

Далее все аварийные отключения ВЛ произошедшие за анализируемый период делят на две группы: неустойчивые (успешно ликвидированные посредством автоматического повторного включения) и устойчивые отказы. Все отказы делятся на 9 категорий в зависимости от причины отказа (отказ по неустановленной причине; отказы вызванные ошибками персонала; неблагоприятные погодные условия; перекрытия проводов линий деревьями; повреждение элементов ЛЭП; набросы посторонних предметов; птицы; пожар; отказы оборудования подстанции).

Расчёт показателей надёжности произведён для ВЛ 110 кВ, представляющих собой распределительную сеть «Огнёвка - Опорная». Все отказы классифицированы на устойчивые и неустойчивые, а так же разделены на категории в зависимости от причины.

Таблица 1

Классификация отказов

Причины отказов																	
Не установлена		Ошибка персонала		Погодные условия		Перекрытиями деревьями		Повреждение элементов ЛЭП		Набросы		Птицы		Пожар		Отказы оборуд. ПС	
н/у	у	н/у	у	н/у	у	н/у	у	н/у	у	н/у	у	н/у	у	н/у	у	н/у	у
77,4	65,9	115,9	0	22,6	38,7	38	7	21,1	15	6	45	82,3	89	67,1	34	21	7

В работе проведены расчёты параметров потока-отказов (ППО), определены границы доверительных интервалов используя [1] при величине доверительной информации 0,95. Результаты приведены в таблице 2.

Как следует из полученных результатов, значения ППО существенно отличаются. Средние значения ППО за анализируемый период составили для общих отказов 2,04463 1/год, для устойчивых отказов 0,32816 1/год, для неустойчивых 1,71647 1/год.

При использовании классической теории надёжности ППО будет равен: 1,01768 1/год.

График изменения параметров потока общих и устойчивых отказов в исследуемом промежутке времени (рис. 1) применяется в перспективных расчетах надёжности при оценке сооружаемых объектов, если предварительно экстраполировать ППО на несколько лет вперед.

Таблица 2

## Статистические данные

Год	Общие отказы			Устойчивые отказы			Неустойчивые отказы		
	ППО, 1/год	Границы доверительных интервалов		ППО, 1/год	Границы доверительных интервалов		ППО, 1/год	Границы доверительных интервалов	
		Нижн.	Верхн.		Нижн.	Верхн.		Нижн.	Верхн.
2006	1,751	1,523	2,013	0,2933	0,2551	0,3371	1,458	1,268	1,676
2007	2,335	2,031	2,684	0,4927	0,4285	0,5664	1,8423	1,602	2,117
2008	1,969	1,712	2,263	0,2505	0,2178	0,2879	1,7187	1,494	1,975
2009	1,864	1,621	2,143	0,2234	0,1943	0,2568	1,6411	1,427	1,886
2010	2,441	2,122	2,805	0,2861	0,2487	0,3288	2,1549	1,873	2,476
2011	2,391	2,078	2,747	0,5108	0,4441	0,5871	1,8798	1,634	2,161
2012	2,012	1,749	2,312	0,3577	0,3111	0,4112	1,6545	1,438	1,901
2013	1,747	1,520	2,009	0,3143	0,2733	0,3612	1,4336	1,246	1,647
2014	1,991	1,731	2,289	0,2139	0,1860	0,2458	1,7776	1,545	2,043
2015	1,941	1,688	2,231	0,3385	0,2944	0,3891	1,6032	1,394	1,842

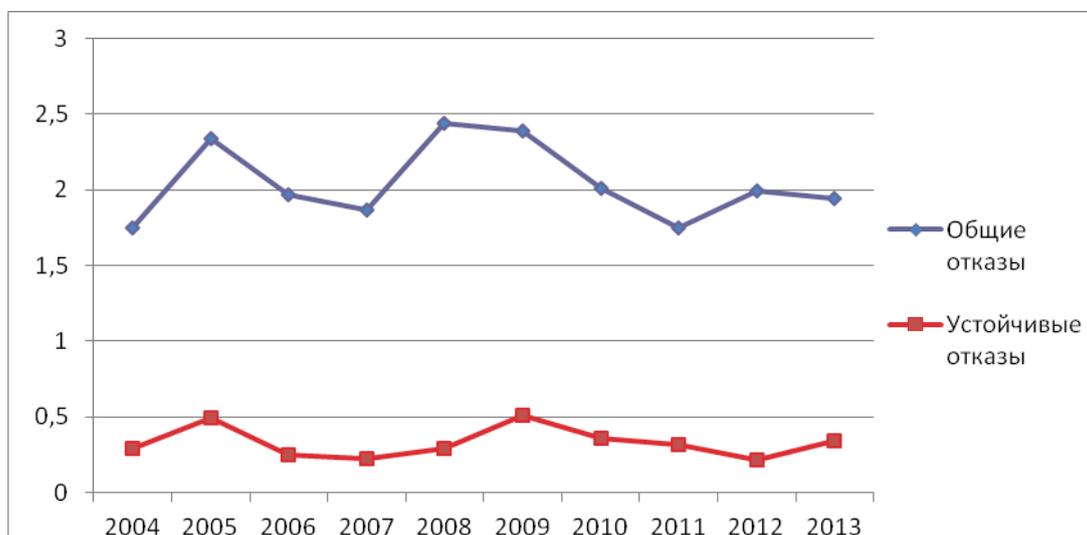


Рис. 1. Изменение параметра потока общих и устойчивых отказов в течении 10 лет.

При использовании классической теории надежности наработка на отказ ВЛ-110 кВ анализируемой энергосистемы составит 8615 ч, а при использовании предлагаемой методики расчета - 4284 ч.

В качестве дополнительного показателя надежности часто указывается вероятность безотказной работы (ВБР). При длительности расчетного периода, равной одному году, ВБР составляет 0,36176 для классической теории надежности и 0,12943 для описанной методики.

Итак, проведенный расчет надежности ВЛ 110 кВ «Огнёвка - Опорная» выявил несоответствие показателей, определенных с помощью классической теории надежности, показателям, рассчитанным по предлагаемой методике. Значительное различие результатов связано

с тем, что классическая теория надежности основана на использовании ППО, который определен как частота отказов на заданном интервале времени. При этом фиксируется сам факт аварии, а не километраж ВЛ. Однако с точки зрения эксплуатации электрических сетей отказ ВЛ длиной 1 км не столь значителен, как отказ ВЛ длиной 150 км. Данная особенность отказов нашла отражение в описанной в статье методике расчета показателей надежности, которая характеризуется универсальностью и может быть использована для линий электропередачи разной длины, в случаях, когда необходимо оценить надежность их совместной работы.

### **Литература**

1. Розанов М.Н. – Надёжность электрических систем. 2-е изд., перераб. и доп.: Энергоатомиздат, 1984.-176 с.
2. Шатова Ю.А., Кривошапов А.А., Алешина Н.Н. – Анализ причин аварийных отключений ВЛ-110 кВ / Международная научно-практическая конференция «Энергосбережение, электромагнитная совместимость и качество в электрических сетях» Сборник статей. Пенза, приволжский дом знаний, 2013г.-96с.-с.85-87.

## Автоматизация и управление

УДК 681.5.017

### Методы синтеза регуляторов для систем с транспортным запаздыванием

Б.С. Тимчук

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** Транспортное запаздывание, синтез регуляторов, регулятор Ресвика, предиктор Смита, ППИ-регулятор.

Одной из важных проблем в теории автоматического управления технологическими процессами является наличие в большинстве объектов транспортного запаздывания, которое негативно сказывается на всей системе и может привести к ее неустойчивости. Чтобы избежать этого, либо изменяют конструкцию всего объекта, либо прибегают к использованию различных методов для синтеза систем с запаздыванием, чтобы уменьшить влияние запаздывания на систему управления технологическим процессом. В данной работе рассмотрены наиболее распространенные методы синтеза систем с запаздыванием. С помощью программного обеспечения Matlab был проведен эксперимент, в ходе которого были построены модели систем с регуляторами Смита и Ресвика. Анализ полученных переходных характеристик позволяет сказать, что использование данных регуляторов позволяет обеспечить системе требуемое качество и устойчивость.

#### Введение

Во многих промышленных процессах, в частности, связанных с транспортировкой, горением веществ и пр., довольно часто наблюдаются временные задержки (запаздывания). Вследствие этого информация о ходе процесса поступает к регулятору позднее, чем это требуется, что может привести к неустойчивости замкнутой системы.[2]

Рассмотрим понятие систем с запаздыванием. Запаздывание – это время, в течение которого при подаче на вход возмущающего воздействия входная величина не изменяет своих значений. Линейная система с запаздыванием – это система, содержащая в своей структуре хотя бы одно звено, в котором есть неизменное запаздывание во времени  $\tau$  изменения выходной координаты после начала изменения входной.[1] Таким образом, структурные схемы САУ с запаздыванием можно представить в следующем виде:

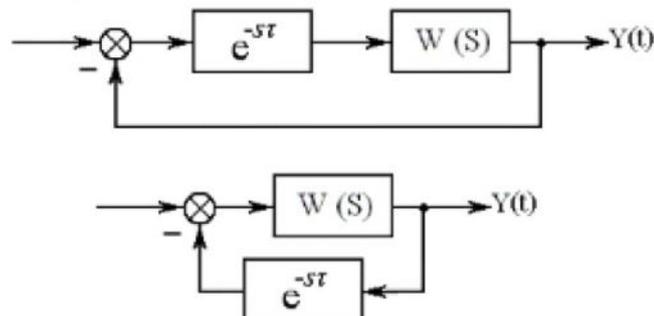


Рис.1. Структурные схемы систем с запаздыванием  
Передаточная функция разомкнутой системы с запаздыванием равна:

$$W_{\tau}(t) = W(t) \cdot e^{-t \cdot \tau} = \frac{M(t)}{Q(t)} \cdot e^{-t \cdot \tau}$$

Сложность управления системой с подобными временными задержками характеризуется отношением величины запаздывания к постоянной времени: чем оно больше, тем труднее добиться требуемого качества регулирования. Повысить качество управления такими объектами можно двумя способами:

- 1) уменьшить запаздывания в системе внесением конструктивных изменений;
- 2) применить более сложную структуру системы управления, которая позволит уменьшить негативное влияние.

Известно несколько методов синтеза систем управления объектами с запаздыванием:

- 1) метод с использованием регулятора Ресвика;
- 2) метод с использованием предиктора Смита;
- 3) метод с использованием предиктивный ПИ-регулятор (ППИ-регулятор);
- 4) метод Бэсса для синтеза оптимальных по быстродействию систем. [3]

Рассмотрим данные методы подробнее.

**Методы синтеза регуляторов.**

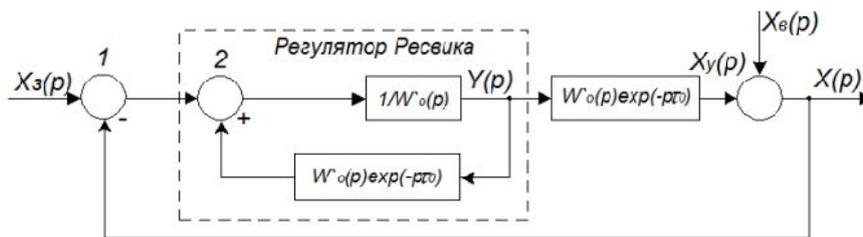


Рис. 2. САУ с регулятором Ресвика

Регулятор Ресвика, представленный на рисунке 2, имеет недостаток – система устойчива только при точном равенстве запаздывания объекта и запаздывания, моделируемого в объекте, а даже незначительное нарушение равенства ведет к потере устойчивости.

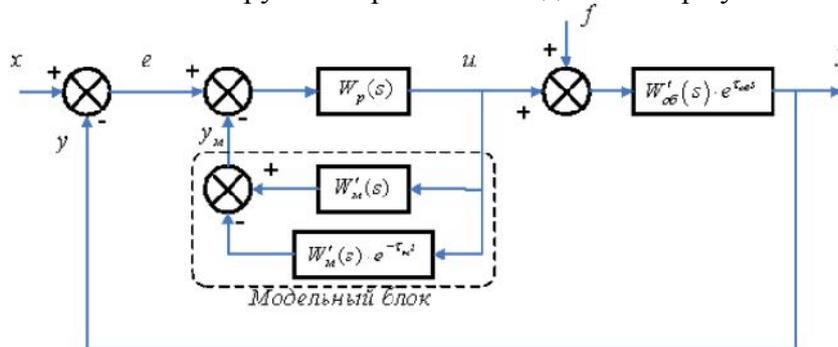


Рис.3. САУ с предиктором Смита

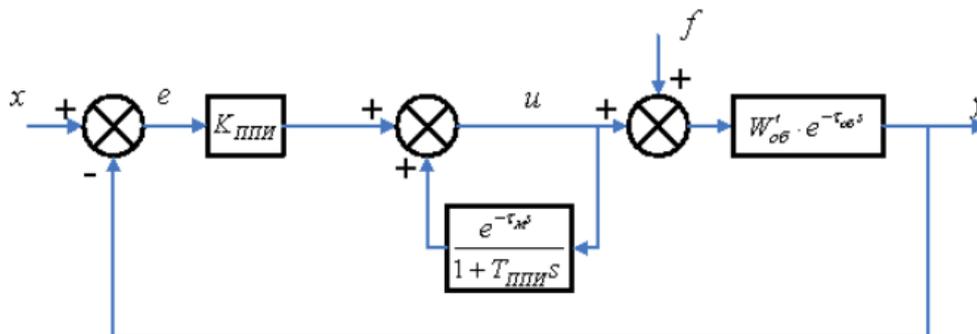


Рис. 4. САУ с ППИ-регулятором

Предиктор Смита, показанный на рисунке 3, обычно применяют при соотношении величины запаздывания к постоянной времени объекта, описываемом следующим соотношением:

$$\frac{L}{L+T} > 0,2 \dots 0,5$$

где  $L$  – время запаздывания,  $T$  – постоянная времени объекта. Цель предиктора Смита – показать, какой сигнал появится на выходе объекта до того, как он там появится на самом деле. ППИ-регулятор – модификация предиктора Смита (рис. 4). Данный регулятор медленнее обрабатывает воздействия по заданию и возмущению, но более устойчивый и легче в настройке.

Метод Бэсса заключается в том, что для компенсации запаздывания при построении функции управления вносится упреждение для того, чтобы управляющее воздействие системы без запаздывания и системы с запаздыванием совпадали.

Сравним рассмотренные методы, применив их к одной и той же системе с запаздыванием. Передаточная функция объекта управления имеет следующий вид:

$$W_o(p) = \frac{4}{p^4 + 3,6p^3 + 3,85p^2 + 1,35p + 0,1}$$

Заменим ее приближенной моделью более низкого порядка с запаздыванием:

Используя среду имитационного моделирования Simulink (Matlab), соберем данную схему с использованием регуляторов Смита и Ресвика, которые представлены на рисунках 5 и 6 соответственно.

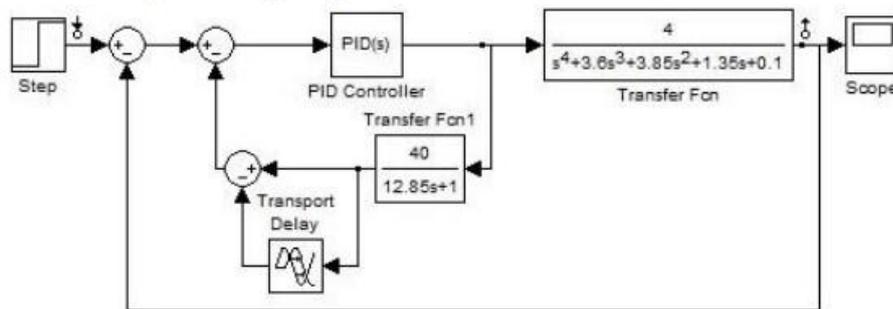


Рис. 5. Структурная схема с регулятором Смита

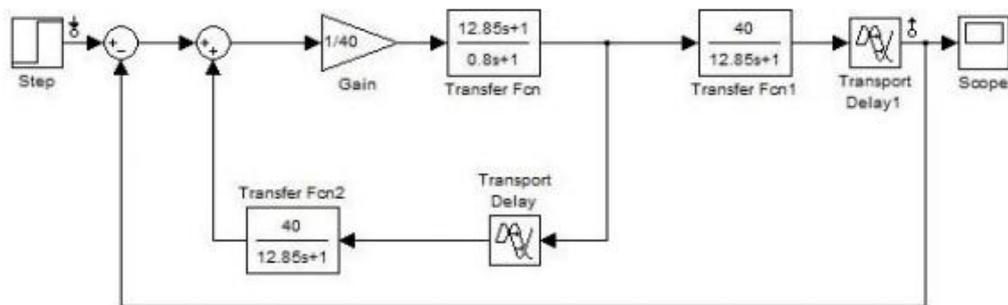


Рис. 6. Структурная схема с регулятором Ресвика

По заданной передаточной функции построим график переходного процесса и проведем оценку показателей качества системы. Применение регулятора Ресвика дает следующие результаты: перерегулирование 0 %, время переходного процесса около 3 секунды (рис. 7). Если использовать регулятор Смита, получаем следующие значения: перерегулирование 5 %, время перерегулирования 74.3 с, время переходного процесса 102 секунды (рис. 8).

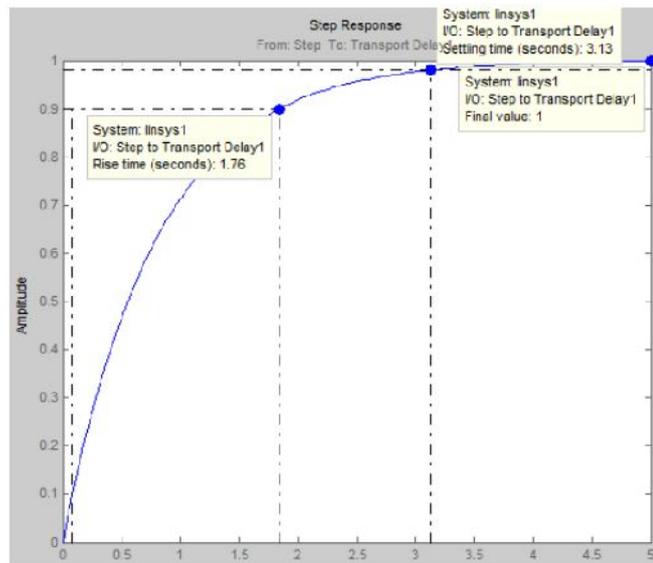


Рис. 7. Переходная характеристика с регулятором Ресвика

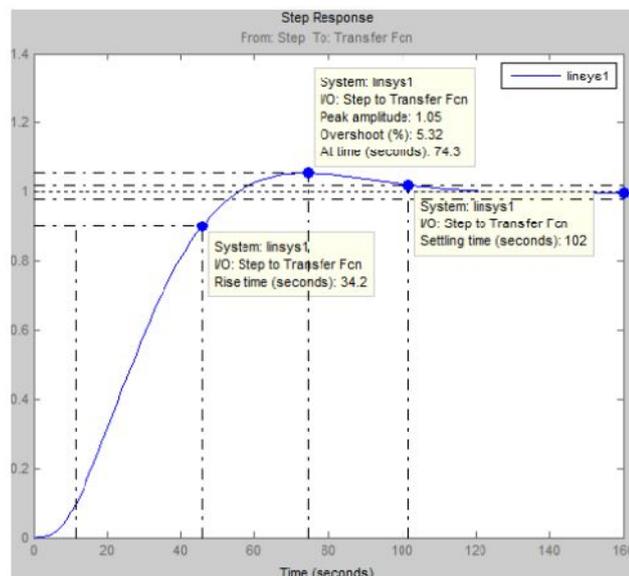


Рис. 8. Переходная характеристика с регулятором Смита

### Заключение.

В системах управления объектами с транспортным запаздыванием применяют различные регуляторы. Предлагаемые системы регулирования достаточно просты по структуре, как видно из приведенных схем. Рассмотрев наиболее известные системы регулирования, такие как регуляторы Ресвика и Смита, можно сделать вывод, что их применение позволяет обеспечить устойчивость и качество замкнутой системы.

### Литература

1. Громов Ю.Ю., Иванова О.Г., Земской Н.А., Лагутин А.В., Тютюнник В.М.. Системы автоматического управления с запаздыванием.
2. Управление объектами с большим запаздыванием [Электронный ресурс]. [http://www.rusnauka.com/12\\_ENXXI\\_2010/Tecnic/64945.doc.htm](http://www.rusnauka.com/12_ENXXI_2010/Tecnic/64945.doc.htm)
3. Дралюк Б.Н., Синайский Г.В. Системы автоматического регулирования объектов с транспортным запаздыванием (1969)

УДК 62.5

## Исследование динамических свойств сушильной части пресспата

Э.К. Шуманский

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** регулирование, переходный процесс, законы регулирования.

*В настоящее время, в связи с увеличением парка используемого автоматизированного оборудования и широким развитием "безлюдных" технологий особое значение получают системы автоматизированного управления производственными процессами с удаленным сбором данных. Эти системы должны обладать такими немаловажными свойствами, как небольшие габариты, простота монтажа и, наконец, способностью адаптироваться к тем или иным изменениям и нововведениям в технологическом процессе.*

*В статье на примере реального промышленного объекта наглядно показано влияние различных законов и параметров регулирования на динамические свойства сушильной части пресспата.*

Автоматизация производства - основа для перехода на наиболее современный уровень организации производственно-технологических процессов с широким использованием ЭВМ, микропроцессорных средств, робототехнических систем [1].

Цель исследования – показать влияние различных законов регулирования на качество переходного процесса и выделить среди них наиболее оптимальный.

В качестве объекта исследования выбрана сушильная часть пресспата целлюлозного производства №2 филиала ОАО «Группа «Илим» в г. Братске. Основная задача производства в данном цехе – придать указанному виду целлюлозы определённую сорность, степень сухости и форму для транспортировки и дальнейшей переработки, а также улучшить и максимально сохранить механические, физико-химические, бумагообразующие и мерсеризационные свойства, полученные от режимов варки и отбелки. В качестве регулируемого параметра выбрана температура сушильного воздуха [2].

Объект управления описывается апериодическим звеном второго порядка, экспериментальная характеристика представлена на рисунке 1.

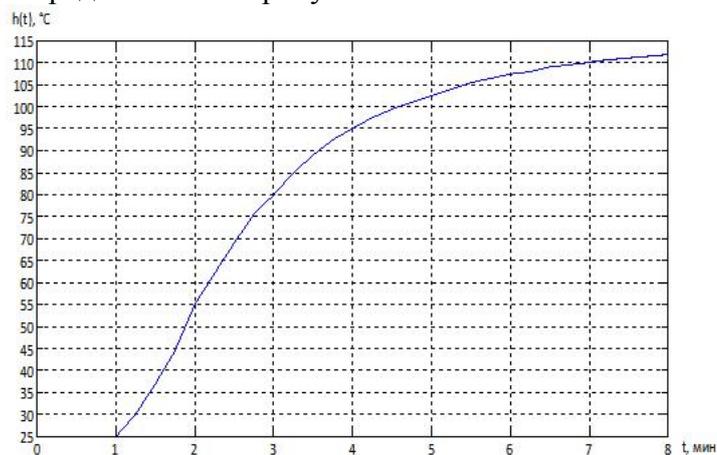


Рис. 1. Экспериментальная переходная характеристика объекта

Передаточная функция имеет вид:

$$W_{об}(p) = \frac{0.85e^{-p}}{0.51p^2 + 1.79p + 1}$$

В промышленности наиболее часто применяются регуляторы непрерывного действия. При выборе закона регулирования (типа регулятора) учитывают:

- свойства объекта;
- максимальную величину возмущения;
- принятый для данного технологического процесса вид типового переходного процесса;
- допустимые значения показателей качества процесса регулирования [3].

Для выбранного объекта управления исследованы три закона регулирования: пропорциональный (П), пропорционально-интегральный (ПИ) и пропорционально-интегрально-дифференцирующий (ПИД).

Для каждого из законов найдены настроечные коэффициенты методом расширенных амплитудно-фазочастотных характеристик (РАФЧХ). Результаты представлены на рисунках 2 и 3.

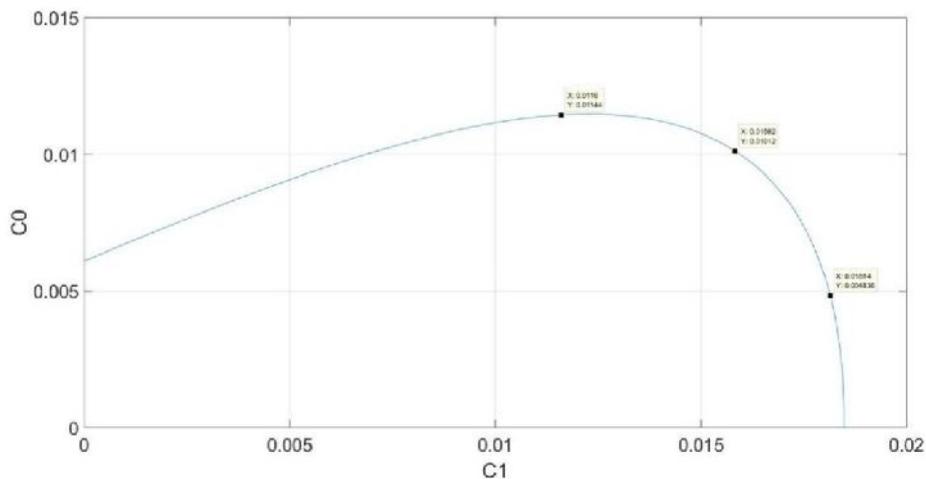


Рис. 2 . Настроечные коэффициенты ПИ-регулятора

Настроечные коэффициенты П-регулятора получены путем исключения интегральной составляющей ПИ-регулятора.

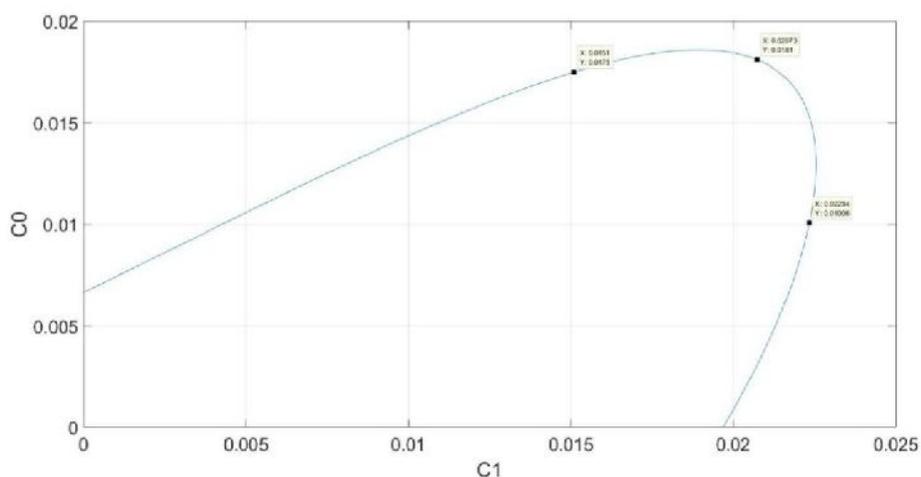


Рис. 3. Настроечные коэффициенты ПИД-регулятора

С помощью программного комплекса Simulink смоделирована замкнутая система и для каждого типа регулятора получены три переходных характеристики, а также дополнительная характеристика на основе автоматической настройки регулятора [4].

Начальным условием является температура сушильного агента 25 °С, следовательно, установившийся режим по графику находится на отметке 85 °С. Согласно данным рисунка 4, ни один из вариантов настройки П-регулятора не смог его обеспечить. Наилучший результат показала автонастройка – был достигнут пик 85 °С, и за время регулирования установилось значение температуры 72 °С [5].

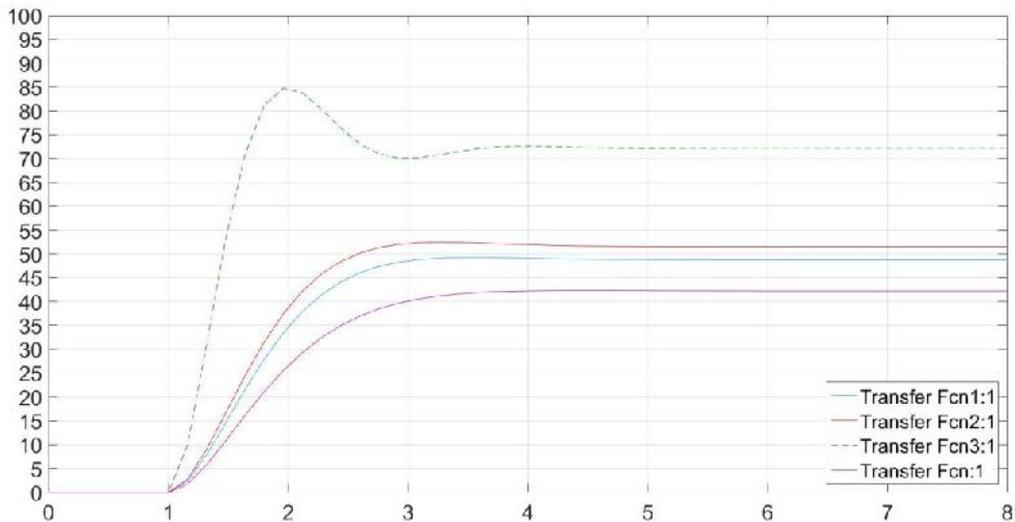


Рис.4. Переходные характеристики замкнутой системы с П-регулятором

Из данных рисунка 5 делаем вывод, что добавление интегральной составляющей к П-регулятору позволило добиться более высокого качества регулирования. Первый график отображает наиболее оптимальный процесс, т.к. у него отсутствует перерегулирование. У второго процесса перерегулирование составляет 7%, а у автонастройки – 10,5%. Четвертый переходный процесс не обеспечивает установившийся режим за необходимое время.

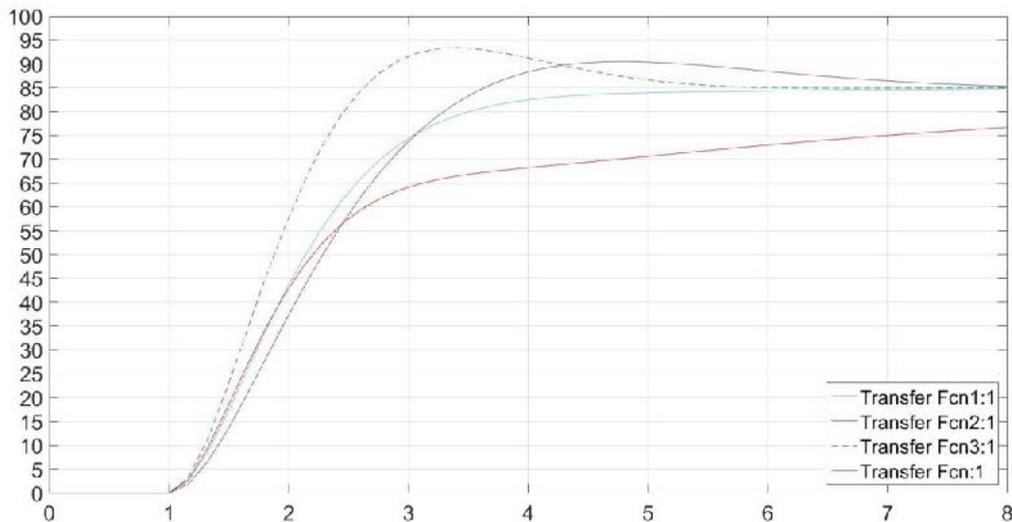


Рис.5. Переходные характеристики замкнутой системы с ПИ-регулятором

На рисунке 6 представлены варианты переходного процесса при разных настройках ПИД-регулятора. В целом, ПИД-закон показал себя наиболее оптимальным, так как все четыре графика отвечают требованиям регулирования. Для сравнения с остальными законами выберем 4-й процесс по причине отсутствия у него перерегулирования.

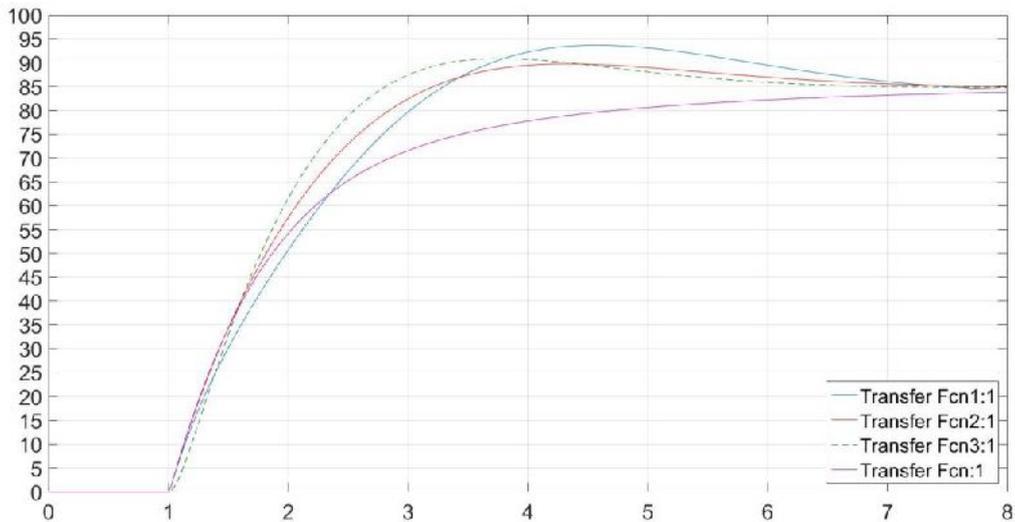


Рис.6. Переходные характеристики замкнутой системы с ПИД-регулятором

Таким образом, выбраны оптимальные настройки для каждого типа регулятора, а соответствующие им переходные процессы вынесены на рисунок 7.

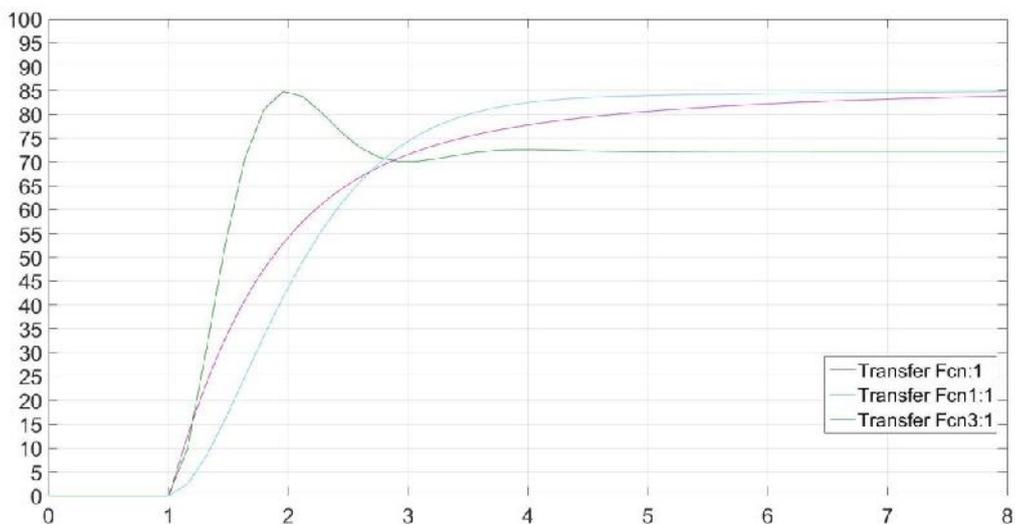


Рис. 7. Переходные характеристики замкнутой системы с П-, ПИ-, ПИД- регуляторами

Как упоминалось ранее, П-регулятор не отвечает требованиям процесса и не будет использоваться на практике. Окончательный выбор остается между ПИ- и ПИД- законами регулирования, и можно утверждать, что они оба применимы к исследуемому объекту управления, однако ПИД-регулятор обеспечивает более плавное нарастание процесса.

#### Литература:

1. Дойников А.Н., Григорьева Т.А. Методика формирования модели многосвязной системы для адаптивного управления качеством переходных процессов с использованием регуляторов на смежных станциях. Братск., 2004. Рукоп. деп. в ВИНТИ № 1367-В2004 06.08.2004.

2. Григорьева Т.А., Толубаев В.Н. Система сбора и представления информации об учете энергоресурсов //Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2006. Т. 2. С. 73-75.

3. Григорьева Т.А., Толубаев В.Н. Выбор программируемых контроллеров в современном производстве//Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С. 269-271.

4. Дойников А.Н., Крумин О.К., Григорьева Т.А. Методика и алгоритм адаптивной стабилизации многосвязной электроэнергетической системы // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2004. Т. 2. № 18. С. 31-36.

5. Григорьева Т.А., Толубаев В.Н. Автоматизированные системы управления на базе ПТК «ТЕКОН» //Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С. 271-274.

## Информационные системы и технологии

.....



УДК: 004.09

### Проблема автоматизации HR-процессов на предприятии

Д.Р. Автайкина

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** HR-процесс, автоматизация, стратегия, эффективность.

*Данная статья посвящена значимости HR-процессов и необходимости их автоматизации на предприятии. В статье рассматриваются тенденции развития HR-процессов, задачи, которые призвана решать автоматизация и актуальность ее внедрения. Проанализированы особенности стратегии автоматизации бизнес-процессов и обоснована необходимость ее грамотной разработки, так же отмечены ключевые этапы «западного» подхода процесса автоматизации. Автор полагает, что состояние системы, подвергаемой автоматизации, степень вовлеченности персонала, уровень их образования и финансовые возможности организации оказывают огромное влияние на результат автоматизации HR-процессов. Автоматизация – это одно из главных достижений научно-технического прогресса, поэтому по возможности каждое предприятие им должно овладеть и успешно пользоваться. Одно из важных достоинств стратегии автоматизации – это ее неотъемлемое влияние на эффективность функционирования организации.*

Комплексное функционирование HR- процессов и их систематизация обусловлена в первую очередь желанием увеличить производительность и доходность предприятия. В современном мире источником развития являются знания, обладателями которого является персонал, поэтому особую значимость имеет человеческий капитал. Именно персонал способен обеспечить конкурентоспособность организации, в связи с этим все чаще HR-сообщество использует понятие «управление человеческими ресурсами», а не «управление персоналом». На данном этапе развития страны HR должны не только выполнять административные функции, но и быть направленным на цели организации. Необходимо также обращать внимание на появление новых тенденций в области HR. Среди таких тенденций отметим [1]:

- а) актуальность процессов по управлению знаниями;
- б) появление компетентностного подхода;
- в) развитие стратегии управления талантами;
- г) становление HR-маркетинга.

С развитием информационных технологий и ростом потребности в них, становится важным не только учет тенденций развития HR- процессов, но и их автоматизация. Целью автоматизации является повышение эффективности HR- процессов на предприятии. Система автоматизации данных процессов позволит не только повысить эффективность бизнес-процессов, но и оптимизировать работу с персоналом предприятия. Автоматизация HR-процессов в России необходима, прежде всего, потому, что в области управления человеческими ресурсами существует неудовлетворенная потребность в получении и анализе качественных показателей, на основе которых можно объективно оценить эффективность работы коллектива крупной, средней или даже небольшой компании. Так по данным Global Productivity Report (Proudfoot Consulting, ноябрь 2008 г.) компания теряет 1,7 дней в неделю или почти четыре месяца в год (в расчете на одного руководителя) на оформление бумажных

документов и «ручное» управление принятием решений [2]. В условиях кризиса, автоматизация бизнес-процессов необходима, так как позволяет быстро реагировать на изменяющиеся условия и повысить престиж предприятия. Все вышеперечисленное может быть свидетельством того, что автоматизация HR- процессов на предприятии является актуальным и необходимым.

Теоретическая значимость обусловлена проблемами, возникающими в процессе автоматизации HR- процессов на предприятии и заключается в разработке комплексной стратегии автоматизации с последующем ее практическим применением. Практическая значимость заключается в использовании разработанной стратегии на производстве.

Стратегия автоматизация бизнес-процессов на современном этапе развития способна решать следующие задачи [3]:

- а) увеличение скорости обработки информации компании (например, более быстрое прохождение заявки от отдела продаж до склада);
- б) увеличение прозрачности бизнеса (например, можно оперативно посмотреть задолженность контрагентов);
- в) контроль над объемами информации (например, клиенты могут сами заносить оставшие заявки через интернет);
- г) согласование действий (например, товар, уже зарезервированный для одного клиента, не уйдет к другому);
- д) повышение технологичности бизнеса (например, цены и налоги считаются автоматически) и др.

Для начала необходимо понимать, что автоматизировать необходимо систему, которая прочна создана и внедрена на предприятии, если в ней существуют недостатки, их нужно ликвидировать и только после этого приступать к автоматизации. Задачами научно-исследовательской работы является анализ действующих в организации HR-процессов и разработка комплексной стратегии их автоматизации. Существуют ряд проблем, с которыми может столкнуться предприятие при автоматизации:

- а) низкий уровень квалификации персонала в области информационных систем и автоматизации процессов;
- б) низкий уровень развития ИТ в организации;
- в) отсутствие вовлеченности руководства организации в процессы автоматизации;
- г) отсутствие согласованности задач автоматизации и целей предприятия.

Важно при разработке комплексной стратегии автоматизации учитывать эти ошибки. Так же стратегия автоматизации должна включать следующие основные компоненты:

- а) цели и сферу предприятия, которая будет автоматизирована;
- б) необходимо определить финансовые, временные, технические ресурсы;
- в) определить подход к автоматизации: кусочная (хаотичная), по участкам, по направлениям, полная;
- г) внутренние стандарты предприятия.

Правильным подходом принято считать, так называемый «западный». Суть этого подхода заключается в том, что автоматизация HR-процессов предприятия должна исходить из стратегии его развития. Основные составляющие данного подхода:

- а) определяют HR-процессы, требующие качественного улучшения;
- б) определяют задачи автоматизации, которые способствуют повышению эффективности данного процесса;
- в) предполагаемый результат сопоставляется с произведенными затратами;
- г) автоматизация процессов.

Таким образом, грамотно разработанная стратегия автоматизации HR-процессов позволит решить актуальные проблемы на предприятии: повысит эффективность функционирования данных процессов, эффективность использования трудовых ресурсов, увеличить производительность труда и в целом эффективность деятельности организации, что несомненно важно для любого предпринимателя.

#### **Литература**

1. «Управление человеческими ресурсами: актуальные тенденции»: статья, И. А. Соколова, А.В. Соколов, [Электронный ресурс], URL: <http://journal-discussion.ru/publication.php?id=1349>, дата обращения: 15.03.2016;

2. «Автоматизация HR в России: через тернии к процессам»: статья, [Электронный ресурс], URL: <http://www.cnews.ru/reviews/free/HR/articles/articles3.shtml>, дата обращения: 15.03.2016;

3. «Для чего автоматизировать бизнес-процесс»: статья, Ю. В. Юткина, [Электронный ресурс], URL: <http://hr-portal.ru/article/dlya-chego-avtomatizirovat-biznes-process>, дата обращения: 15.03.2016.

УДК: 519.17

## Синтез структуры многомерных систем управления на примере двумерной систем

В.А. Болякно

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** многомерные системы, С-граф, двумерная система, система уравнений, система ограничений, функция цели.

*В статье исследована методика синтеза структуры многомерных систем для двумерной системы: необходимо найти значения элементов  $a, A, B, D$  – для двухмерной системы по заданной цели управления  $x_0$ . Получены результаты по заданному критерию синтеза многомерных систем. Одномерные, двумерные и трехмерные системы являются простыми из всех видов многомерных систем, а их слияние друг с другом позволяет создавать всевозможные виды систем (пяти, семи, десяти, двадцати и более – мерные). Учитывая, что многомерные системы используются инженерами, они должны обладать точным решением с заранее известной ошибкой. Это является проблемой, так как высокоточное оборудование должно настраиваться в зависимости от ее задачи, а неверные расчеты могут привести к поломке такого оборудования.*

**Введение.** В теории управления широкий класс охватывают многомерные объекты, синтез которых представляет значительные трудности. Многомерность объекта характеризуется тонкой и глубокой функциональной зависимостью между отдельными фазовыми координатами. Проектирование таких систем не может быть достигнуто простой комбинацией исходных структурных элементов. Их взаимное объединение предопределяет необходимость проведения системных мероприятий, которые обеспечивают создание сложной системы.

Синтез многомерных систем управления с заданными свойствами предполагает выполнение последовательных этапов:

- анализ свойств объекта управления;
- представление объекта в виде графа;
- разработать математическую модель в виде системы уравнений.

**Исследование двумерной системы.** Пусть дана двумерная система, структурный граф которой [3] представлен на рис.1, где  $x_i$  ( $i = 1..6$ ) – переменные фазовые координаты;  $a, A, B, D$  – операторы системы; функция цели  $x_0$  – является ошибкой по одной координате.

Данная система рассмотрена в прямоугольной системе координат, в которой расчет осуществляется по двум взаимно перпендикулярным координатам. Где координата  $OY$  соответствует оператору  $A$ , а координата  $OX$  соответствует  $B$ , они вместе пространственно харак-

теризуют оператор D. Эта взаимосвязь описана в системе линейных уравнений (1), а для каждого оператора этой замкнутой системы управления были заданы ограничения (2).

Целью данной работы является нахождение значений по каждому оператору из системы ограничений (1) в заданных ограничениях операторов (2), при функции цели (3) стремиться к минимуму.

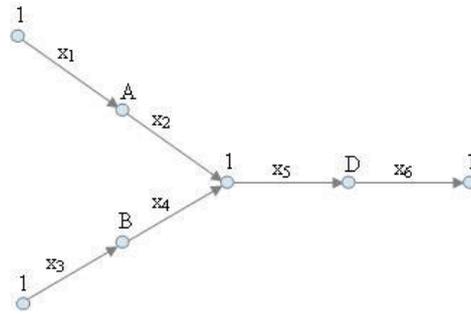


Рис.1. Граф двумерной системы

$$\left. \begin{aligned} x_3 &= ax_6 \\ x_1 &= \frac{x_6}{AD} \sqrt{1 - a^2 B^2 D^2} \\ 0 &\leq a \leq \left| \frac{1}{DB} \right| \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} 0 &< A < 1.0 \\ 0 &< B < 1.0 \\ 0 &< D < 1.0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$x_{01} = \frac{x_6}{AD} (1 - A) \sqrt{1 - a^2 B^2 D^2} \rightarrow \min \quad (3)$$

В ходе исследований было рассчитано, что функция цели  $x_{01}$  будет тогда минимальной, когда:  $A = A_{\max}$ ,  $B = B_{\max}$ ,  $D = D_{\max}$  и  $a = a_{\max}$ . По результатам расчетов были получены следующие значения ( $A=0,9$ ;  $B=0,9$ ;  $D=0,9$ ;  $a=1,23$ ), при этом ошибка по первой координате равна 0,01. На 2 рисунке представлено решение этой системы с подобранными значениями.

Заданные значения и формулы

$x_6 := 1$

$A := 0.9$

$B := 0.9$

$D := 0.9$

$a := 1.23$

$x_3 := x_6 \cdot a = 1.23$

$x_1 := \left( \frac{x_6}{A \cdot D} \right) \cdot \sqrt{1 - a^2 \cdot B^2 \cdot D^2} = 0.106$

---

$x_{01} := \left( \frac{x_6}{A \cdot D} \right) \cdot (1 - A) \cdot \sqrt{1 - a^2 \cdot B^2 \cdot D^2} = 0.01$  Функция цели

Рис. 2. Расчет системы

**Заключение.** Была изучена и решена задача двумерной системы, найдены конкретные значения и проведена проверка. Анализ полученных результатов выявил характерную особенность, присущую многомерным системам с автоматическим регулированием – влияние внешнего воздействия одновременно на несколько регулируемых величин.

#### Литература:

1. Алпатов, Ю.Н. Синтез систем управления методом структурных графов. Иркутск: Иркутского университета, 1988. -183с.

УДК 51-72; 51-74; 621.039

## К вопросу о симуляция атомного взаимодействия

А.В. Бондин

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** МД-моделирование, металлические фазы, кристаллическая решетка, атомный радиус, комбинированная электроалмазная обработка, алмазное зерно.

*В центре работы стоят вопросы молекулярно-динамического (МД) моделирования двух поверхностей: обрабатываемой поверхности из быстрорежущей стали и поверхности алмазного шлифовального круга. В этой работе особое внимание уделено исследованию возможностей профессионального пакета для создания трёхмерной компьютерной графики – Blender, который является свободным программным обеспечением. В то же время статья может быть полезна как научно-познавательная, так как позволяет читателю понять, как на атомном уровне происходит МД-моделирование поверхности некоторых материалов.*

Программный пакет Blender имеет функционал, позволяющий манипулировать множеством систем частиц, причем количество этих частиц в большей мере ограничено только мощностью аппаратных средств вычислительной машины (рис. 1). С помощью этой программы, используя современные процессоры, можно успешно обрабатывать до миллиона частиц. С таким количеством частиц становится уже вполне целесообразно заниматься молекулярно-динамическим моделированием в области машиностроения [1-5]. Поскольку размер атомов, из которых моделируется металлическая структура, в среднем составляет  $\approx 0,12$  нм, то грань алмазного зерна длиной в 1 мкм может состоять из  $\approx 12000$  атомов. Следовательно, 1 мкм<sup>3</sup> металла с кубической объемно-центрированной решеткой его элементов, может содержать более  $2 \times 10^{15}$  атомов.

Частицы в программе Blender это не полигональные объекты, традиционные для трёхмерного моделирования. Частица – это лишь точка (координата) в трёхмерном виртуальном пространстве, которая имеет некий радиус, похожий на ионный радиус или на электронное облако (рис. 2). Этот радиус используется для расчёта взаимодействия с другими частицами. Однако для лучшей визуализации процессов происходящих между виртуальными частицами их можно отобразить в форме любого полигонального объекта, причем на взаимодействие между частицами это не повлияет. В силу того, что программа Blender является свободным программным обеспечением, и его исходный код открыт, то становится возможным самостоятельно запрограммировать недостающий функционал, который в дальнейшем позволит симулировать атомное взаимодействие между частицами.

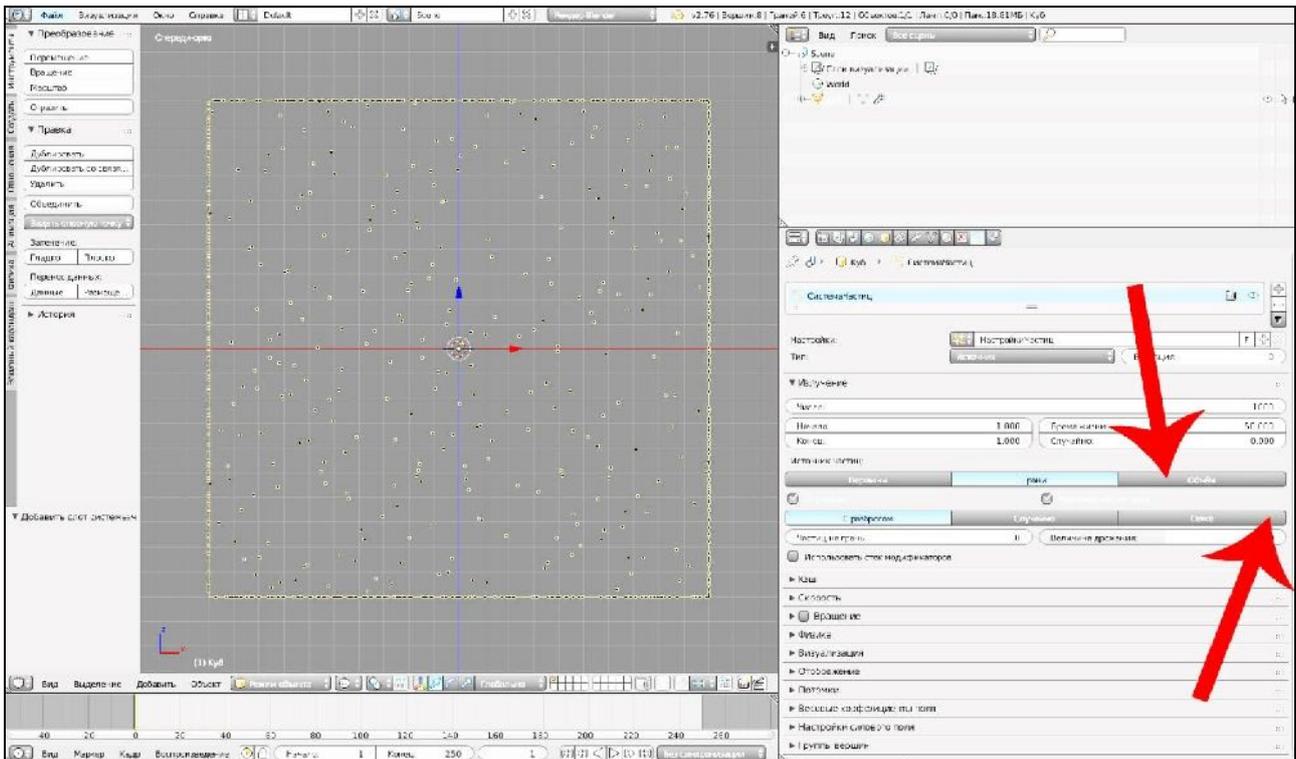


Рис. 1. Внешний вид программы Blender с указанием интерфейса, при помощи которого моделируется статическая структура

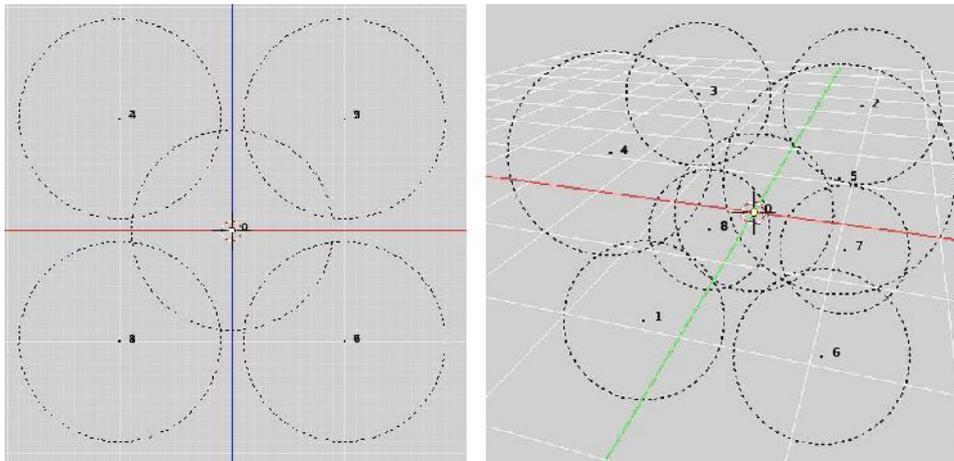


Рис. 2. Внешний вид частиц, моделируемых в программе Blender

На данный момент в открытом доступе существует большое количество дополнений для Blender, множество из которых уже используется в данной работе. В частности, это дополнение, которое добавляет частицам возможность прилипать друг к другу.

В результате многолетних широкомасштабных фундаментальных и прикладных исследований, проведенных кафедрой "Технология машиностроения" Братского госуниверситета [6-17], а также на основе сбора данных для атомистического моделирования [1-5, 18, 19] была полностью решена задача выбора начальной конфигурации моделируемой системы. МД-модель алмаза содержит 730 тысяч атомов, а МД-модель БРС включает в себя шесть кристаллических структур и около 332 тысяч атомов (рис. 3).

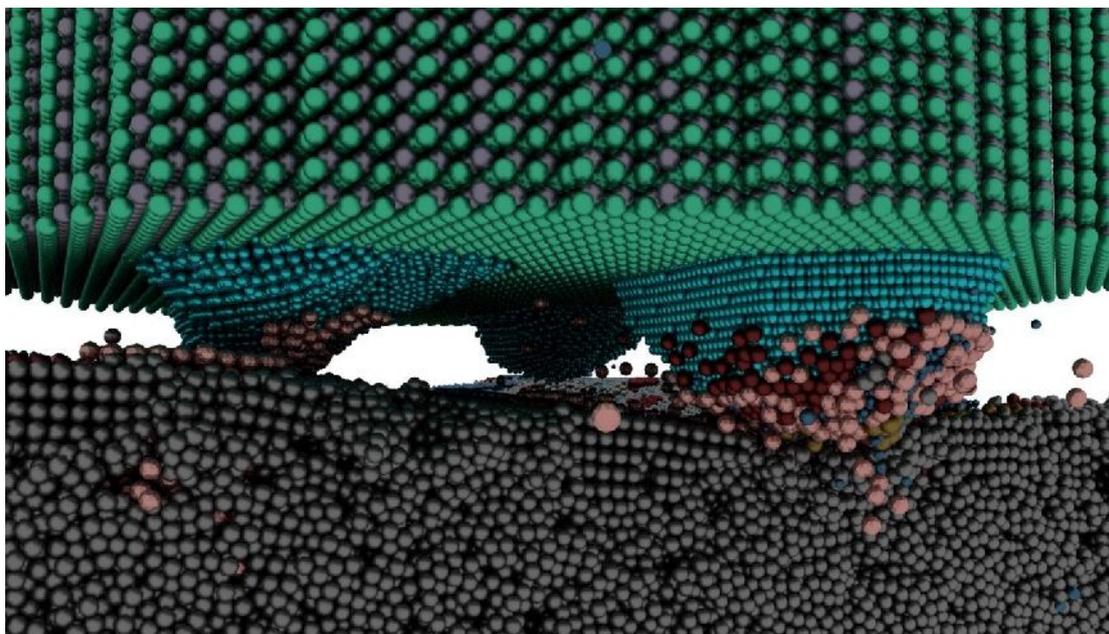


Рис. 3. Результат моделирования статических структур в программе Blender

При моделировании статических структур были учтены физические аспекты:

- глобальная гравитация, действующая на все частицы;
- столкновения частиц (вес, размер, амортизация, трение);
- прилипание частиц друг к другу (диаметр поиска, сила связи).

При моделировании статических структур не были учтены физические аспекты:

- физический масштаб;
- сопротивление среды;
- скорость перемещения алмаза;
- температура в "зоне контакта", где происходит прилипание разнородных частиц.

Таким образом, программный пакет Blender можно считать подходящим для МД-моделирования, однако в МД-модели всё еще не учитываются такие сложные физические явления, как сопротивление среды и температура, а свойства атомов пока не в полной мере соответствуют действительности. На следующем этапе данного исследования целесообразно дополнить исходный код Blender недостающим функционалом. Поэтому дальнейшее развитие данной темы позволит на атомном уровне найти пути для качественной обработки современных наноматериалов [20-29], разработка и производство которых способствует дальнейшему развитию потенциала нанотехнологий в Российской Федерации.

### Литература

1. Попов В.Ю., Хлыстов А.Н., Бондин А.В. Атомная визуализация алмазного резания // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т.8. №1. С. 139-151.
2. Попов В.Ю., Хлыстов А.Н., Бондин А.В. Молекулярно-динамическое моделирование ювелирных поверхностей // Механики XXI века. 2015. № 14. С. 103-107.
3. Попов В.Ю., Шкуратова А.П., Хлыстов А.Н., Бондин А.В., Мирошниченко Н.А. 3D моделирование процесса комбинированной электроалмазной обработки // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С. 201-207.
4. Попов В.Ю., Труфанов Р.В. Компьютерная визуализация процесса электроалмазной обработки в 3D Studio Max // Механики XXI века. 2006. № 5. С. 312-313.
5. Попов В.Ю., Вернигора М.Ю. Компьютерная визуализация процесса электроалмазной обработки // Механики XXI века. 2005. № 4. С. 265-267.
6. Ivancivsky V., Parts K., Popov V. Depth distribution of temperature in steel parts during surface hardening by high frequency currents // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 788. С. 129-135.

7. Popov V.Yu., Yanyushkin A.S., Zamashchikov Y.I. Diffusion phenomena in the combined electric diamond grinding // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 799-800. С. 291-298.
8. Попов В.Ю., Янюшкин А.С. Исследование поверхности алмазных кругов после комбинированной электроалмазной обработки быстрорежущей стали // Технология машиностроения. 2013. № 11. С. 26-30.
9. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Медведева О.И., Ковалевский С.В., Рычков Д.А. Электроалмазная обработка высокопрочных материалов с нанесением защитных покрытий // Системы. Методы. Технологии. 2013. №3 (19). С. 125-129.
10. Янюшкин А.С., Медведева О.И., Архипов П.В., Попов В.Ю. Механизм образования защитных пленок на поверхности алмазных кругов с металлической связкой // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 1 (5). С. 132-138.
11. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Петров Н.П., Рычков Д.А. Повышение эффективности обработки высокопрочных композиционных материалов // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 146-149.
12. Кудряшов С.М., Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Использование минеральных рассолов для устранения засаленного слоя при комбинированной электроалмазной обработке быстрорежущей стали Р6М5 // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 6. С. 109-118.
13. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Янпольский В.В. Тензометрическая вставка для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 2210749. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116429, опубл. 20.08.2003.
14. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Янпольский В.В. Приспособление для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 22115641. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116428, опубл. 10.11.2003.
15. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с перпендикулярным расположением токопроводящих вставок: пат. 144707 Рос. Федерация. № 2014105640/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. № 24.
16. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с косым расположением токопроводящих вставок: пат. 144708. Рос. Федерация. № 2014105641/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. 24.
17. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с параллельным расположением токопроводящих вставок: пат. 145108 Рос. Федерация. № 2014105639/02; заявл. 14.02.14; опубл. 10.09.14, Бюл. 25.
18. Попов В.Ю., Ларева А.П., Хлыстов А.Н., Бондин А.В. Моделирование процесса комбинированной электроалмазной обработки в среде Blender 3D // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2015. Т. 1. С. 187-191.
19. Попов В.Ю., Шкуратова А.П., Хлыстов А.Н., Бондин А.В., Мирошниченко Н.А. Методика компьютерного моделирования процессов комбинированной электроалмазной обработки // Механики XXI века. 2014. № 13. С. 91-96.
20. Попов В.Ю., Янюшкин А.С., Медведева О.И., Скиба В.Ю. Контактные процессы при алмазной обработке инструментальных материалов // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 3 (23). С. 68-74.
21. Попов В.Ю., Янюшкин А.С. Формирование поверхностного слоя режущего инструмента при алмазной обработке кругами на металлической связке // Решетневские чтения. 2014. Т. 1. № 18. С. 306-308.
22. Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Поверхность алмазного круга после электроалмазного шлифования быстрорежущей стали // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2002. Т. 2. С. 146-151.
23. Попов В.Ю. Повышение качества изделий из инструментальных сталей при электроалмазном шлифовании // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Научно-исследовательский институт систем управления, волновых процессов и технологий Министерства образования РФ. Братск, 2002.
24. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Янюшкин Р.А. Элементы модернизации станков шлифовальной группы под процессы электроалмазной обработки // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2000. Т. 1. С. 189-190.

25. Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Шероховатость поверхности после шлифования по методу двойного травления // Объединенный научный журнал. 2002. № 21. С. 65-67.
26. Попов В.Ю., Распутин Е.В., Гуглин Г.С., Большаков И.М., Петров Н.П. Технология обработки нанопропрочненных материалов на основе инструментальных сталей // Механики XXI века. 2010. № 9. С. 104-105.
27. Попов В.Ю., Распутин Е.В., Карпинская Е.Н., Корпачева А.С. Перспективы применения наноструктурных материалов // Механики XXI века. 2012. № 11. С. 225-228.
28. Popov V.Yu., Yanyushkin A.S. Combined electro-diamond grinding of high speed steels // International Journal of Advances in Machining and Forming Operations. 2012. Т. 4. № 1. С. 91-102.
29. Карпинская Е.Н., Корпачева А.С., Распутин Е.В., Попов В.Ю. Совершенствование качества поверхностного слоя деталей изготовленных из наноструктурных материалов // Механики XXI века. 2012. № 11. С. 229-233.

УДК 004.05

## **Методические основы проведения аудита информационной безопасности**

**И.Н. Маленкова**

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** информация, безопасность, аудит информационной безопасности, информационная система, нормативно-правовой акт.

*В данной статье рассматривается проблема безопасности информационных систем. Проанализированы основные положения и документы, необходимые для проведения аудита безопасности информационных систем. Выявлена необходимость разработки методики проведения аудита, учитывающая возможности современных информационных технологий и соответствующих угроз, на примере ERP-систем. Разработанная методика, должна учитывать тот факт, что системообразующими факторами внешней среды, оказывающими воздействие на организацию и проведение процедуры аудита ИБ, являются документы федерального, регионального и муниципального уровней. Практическая значимость исследования заключается в повышении надежности функционирования системы защиты информации на протяжении всего жизненного цикла информационной системы, путем снижения количества инцидентов нарушения информационной безопасности, а также в снижении затрат на систему защиты информации, путем оценки значимых угроз и нарушителей информационной безопасности.*

Современные тенденции развития информационных технологий повышают уровень информационный безопасности, реализовать которые можно путем создания системы обеспечения безопасности информации (СОБИ). Своевременность и полнота оценки существующей или проектируемой СОБИ направлены на сохранение целостности и конфиденциальности информационных баз. Знание составляющих и характеристик, используемых защитных механизмов, а также процессов менеджмента информационной безопасности, позволяют выявить слабые места в существующей системе защиты [1]. В свою очередь анализ результатов произведенной оценки позволит дать соответствующие рекомендации для совершенствования конкретной информационной безопасности (ИБ). Такой процесс, осуществляемый периодически, называется аудит информационной безопасности.

С каждым годом количество «вредоносных» вторжений в информационные системы компаний возрастает: угрозы с легкостью преодолевают всевозможные средства защиты. Увеличение числа атак на ресурсы ЛВС заставляют руководство организации применять

средства защиты не только на рубеже «Интернет/Интранет», но и внутри самой ЛВС. Для выявления «слабых» мест в структуре информационной системы (ИС) предприятия, а также для борьбы с возникающими угрозами безопасности системы, руководство компаний принимает решение о проведении процедуры аудита безопасности информационных систем.

На сегодняшний день существует актуальная проблема, связанная с необходимостью разработки методики аудита ИБ систем для внешних и внутренних аудиторов. В результате, разработанная методика позволит оценить возникшую ситуацию и дать соответствующие рекомендации по работе с безопасностью ИС.

Разработанная методика должна соответствовать современным требованиям законодательства РФ и обеспечивать высокий уровень безопасности информации.

К сожалению, по результатам проводимых опросов руководителей отечественных предприятий, было выявлено, что аудит информационной безопасности проводится достаточно редко. Чаще аудит сводится к соотношению требований стандартов и нормативных документов в области ИБ. Особенно данная тенденция ярко отражена в аудите информационно-телекоммуникационных систем (ИТКС). Такой подход к аудиту ИБ не дает точных результатов и не отражает действительного положения дел, так как СОБИ должна бороться с реально существующими угрозами ИБ и предлагать способы поддержки защиты информационной системы.

Следовательно, в целях повышения эффективности процессов аудита безопасности и функционирования необходимо разработать методику активного аудита, которая будет соответствовать современным требованиям законодательства РФ и обеспечивать высокий уровень безопасности информации. Кроме этого, разработанная методика должна быть применима к ERP-системам автоматизации процессов работы предприятия.

При разработке методики предметом исследования выступает информационная система локальной сети предприятия.

Исследованием проблем, встречающихся при проведении аудита ИБ, а также при оценке защищенности и эффективности СОБИ, занимались многие как отечественные, так и зарубежные ученые: А.А. Малюк, В.А. Герасименко, В.В. Андрианов, А.А. Шелупанов, А.А. Грушо, А.П. Курило, В.В. Домарев.

Однако в связи с развитием информационных технологий и повышением надежности функционирования информационных систем, что в свою очередь ведет к появлению новых угроз для информационной безопасности, вопрос о разработке методики аудита ИБ, который учитывал бы особенности и нюансы современных ИТ, рассмотрен не достаточно глубоко.

Кроме вышеупомянутых авторов, для разработки исследуемого вопроса необходимо изучить нормативно-правовые акты, которые позволят более детально определить теоретическую значимость выдвигаемой проблемы.

Системообразующими факторами внешней среды, оказывающими воздействие на организацию и проведения процедуры аудита ИБ, являются документы федерального, регионального и муниципального уровней. Рассмотрим каждый уровень подробнее [2].

Федеральный уровень представлен следующими основными документами:

- Конституция РФ;
- Доктрина информационной безопасности РФ;
- Стратегия развития информационного общества в РФ;
- Федеральный закон « Об информации, информационных технологиях и о защите информации » от 27 июля 2006 года номер 149-ФЗ
- Федеральному закону от 30.12.2008 №307-ФЗ «Об аудиторской деятельности» и другие.

Согласно Федеральному закону от 30.12.2008 №307-ФЗ «Об аудиторской деятельности» аудит - это «независимая проверка бухгалтерской (финансовой) отчетности аудируемого лица в целях выражения мнения о достоверности такой отчетности».

Данный термин не имеет никакого отношения к аудиту информационной безопасности. Однако специалисты из области аудита ИБ активно его используют. Основная особенность данного определения заключается в том, что под аудитом в данном случае понимается

процесс независимой оценки деятельности организации, системы, процесса, проекта или продукта [3].

Зачастую можно встретить различные вариации термина «аудит информационной безопасности»: его заменяют либо термином «оценка соответствия», либо «аттестация». Иногда еще применяется термин «сертификация», но применительно к международным зарубежным нормативным актам.

Аудит информационной безопасности проводится либо с целью проверки выполнения нормативных актов, либо с целью проверки обоснованности и защищенности применяемых решений, относительно конкретной информационной системы.

Процесс аудита информационной безопасности предприятия позволяет напрямую воздействовать на вышепредставленную угрозу на международном уровне.

Государственная политика обеспечения информационной безопасности РФ на уровне страны основывается на следующих основных принципах:

- соблюдение Конституции РФ, законодательства РФ, общепризнанных принципов и норм международного права при осуществлении деятельности по обеспечению информационной безопасности РФ;
- открытость в реализации функций федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и общественных объединений, предусматривающая информирование общества об их деятельности с учетом ограничений, установленных законодательством РФ;
- правовое равенство всех участников процесса информационного взаимодействия вне зависимости от их политического, социального и экономического статуса, основывающееся на конституционном праве граждан на свободный поиск, получение, передачу, производство и распространение информации любым законным способом;
- приоритетное развитие отечественных современных информационных и телекоммуникационных технологий, производство технических и программных средств, способных обеспечить совершенствование национальных телекоммуникационных сетей, их подключение к глобальным информационным сетям в целях соблюдения жизненно важных интересов Российской Федерации.

Основополагающим среди российских законов, посвященных вопросам информационной безопасности, считается закон « Об информации, информационных технологиях и о защите информации » от 27 июля 2006 года номер 149-ФЗ.

На региональном уровне аудит ИБ представлен региональным законодательством в области ИБ, а также приказами министерств и департаментов. Стоит отметить, что каждый документ будем иметь индивидуальные особенности, учитывающие специфику того или иного региона, однако все они будут подчиняться документам федерального уровня. Одним из ведущих НПА на данном уровне для Иркутской области является «Концепция государственной правовой политики Иркутской области».

Кроме вышепредставленного законодательства в области информационной безопасности, существует ряд документов муниципального уровня, которые в свою очередь, регулируют локальный уровень ИБ.

Практическая значимость исследования заключается в повышении надежности функционирования системы защиты информации на протяжении всего жизненного цикла информационной системы, путем снижения количества инцидентов нарушения информационной безопасности, а также в снижении затрат на систему защиты информации, путем оценки значимых угроз и нарушителей информационной безопасности.

Таким образом, развитие ИТ влечет а собой появление новых угроз безопасности ИС. Разработка методики аудита ИБ, соответствующей современным требованиям положениям и описывающей качество систем и программ, позволяет заранее выявить потенциальные угрозы.

## Литература

1. Боярчук Н.Я. Разработка концептуальной модели аналитических исследований // Труды Братского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2013. Т. 1. С. 248-251.
2. Антамошкин О. А., Пузанова Г. А., Онтужев В. В. Особенности проектирования автоматизированной системы экспертной оценки информационной безопасности организаций // Вестник СибГАУ. 2013. №3. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-proektirovaniya-avtomatizirovannoy-sistemy-ekspertnoy-otsenki-informatsionnoy-bezopasnosti-organizatsiy> (дата обращения: 26.02.2016)
3. INTUIT. ru: Курс: Основы информационной безопасности. Лекция №4: Законодательный уровень информационной безопасности, [Электронный ресурс], URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/10/10/lecture/302>, (дата обращения: 26.02.2016)

УДК 51-72; 51-74; 621.039

## Сложность МД-моделирования физических процессов

А.Н. Хлыстов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** МД-моделирование, металлические фазы, кристаллическая решетка, атомный радиус, комбинированная электроалмазная обработка, алмазное зерно.

*В центре работы стоят вопросы молекулярно-динамического (МД) моделирования двух поверхностей: обрабатываемой поверхности из быстрорежущей стали и поверхности алмазного шлифовального круга. Поскольку традиционное математическое описание не обладает достаточной наглядностью для демонстрации, трудных для понимания аспектов атомистической трибологии резания металлов с одновременно протекающими разными, по своей физической природе процессами, то МД-моделирование остаётся единственным способом, восполняющим этот пробел. В этой работе особое внимание уделено вопросам физики движения в программе Blender, потому что именно физика отвечает за адекватность моделируемых поверхностей и процессов, которые необходимо исследовать на атомном уровне.*

*В то же время статья может быть полезна как научно-познавательная, так как позволяет читателю понять, как на атомном уровне выглядят поверхности некоторых материалов.*

В большинстве случаев, для начала визуализации металлической системы [1-3], необходимо руководствоваться следующими этапами:

- выбрать программу, в которой будет осуществляться МД-моделирование [4, 5];
- задать начальную конфигурацию [6-8].

Предварительными исследованиями было определено, что исходными данными для выполнения первых двух этапов визуализации поверхностей должны являться следующие:

- изображения моделируемых поверхностей [9, 10];
- параметры микрорельефа [9, 11];
- фазовый состав обрабатываемого материала [9, 10, 12];
- химический состав поверхностей [9, 10];
- радиусы атомов, а значит и размер блоков, задаются согласно справочным данным.

Физика в виртуальной среде программы Blender больше подходит для моделирования процессов классической механики. Однако даже в этом случае правдивость, т.е. реальность, адекватность физики не идеально соответствует физике реального мира. Это происходит от-

того, что все виртуальные объекты являются лишь набором простых плоскостей (меш - polygon mesh) в трёхмерном пространстве (рис.1, а).

Поэтому, даже если эти объекты и имеют свою "массу" в виртуальном пространстве, появляется вопрос: что понимается под физическими процессами и явлениями, моделируемых в специализированных МД-программах?

### Описание физической среды в программе Blender

*Физический движок* (англ. *physics engine*) – это компьютерная программа, при помощи которой в виртуальной среде осуществляется компьютерное моделирование физических законов реальной среды, с какой-либо требуемой степенью достоверностью.

В программе Blender за моделирование физических процессов отвечает движок *Bullet Physics Library*. Соответствие физики этого движка с реальной классической механикой – лишь риторический вопрос, так как он рассчитывает лишь вероятность столкновения мешей.

А вот с системами частиц всё гораздо интереснее. Этот же движок используется и в физических расчетах взаимодействия между частицами виртуальной среды. Однако частицы не являются меш-объектом, поскольку меш – это лишь их визуальное отражение, не влияющее на физическое взаимодействие между частицами, а, значит, и физика между ними должна рассчитываться иначе. Частица в программе это лишь точка (координата) в трёхмерном пространстве, которая имеет некий радиус, похожий на ионный радиус виртуального атома или на электронное облако. Этот радиус используется для расчёта взаимодействия с другими частицами, т.е. сталкиваются не точки, а их внешние границы/радиусы. Кстати, в Blender существует отдельная настройка, где можно указать, чтобы сталкивались, наоборот, центры частиц.

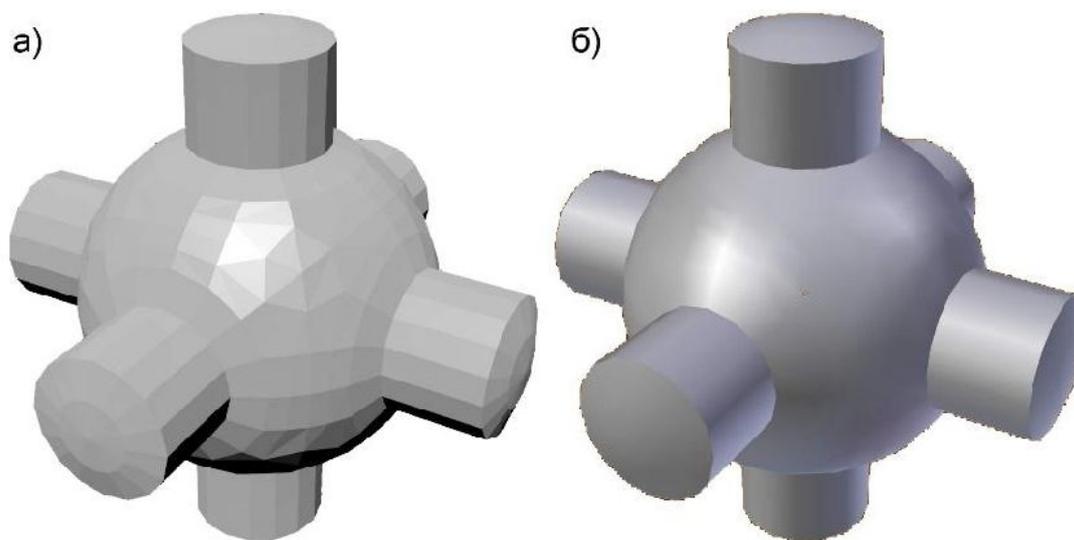


Рис. 1. Виртуальная деталь:  
а) полигональный вид детали; б) 3D-вид детали

Функционал программы позволяет задавать скорость частицам, сталкивать их, симулировать прилипание (магнитные свойства) частиц друг к другу. И снова возникают вопросы к физике. На квантовом уровне между атомами, в зависимости от заряда, образуется связь в двухстороннем порядке (рис. 2). В программе у частиц абсолютно никакого заряда нет, есть только настройка у одинарной частицы количества прилипших к ней других частиц. Отсюда получается, что если указать количество прилипающих частиц равным единице, то теоретически можно получить нечто похожее на двухстороннюю связь, и проблема была бы решена. Т.е. частицы объединялись бы парами, например, кислород  $O_2$  или углерод  $C_2$  объединялись бы в кристаллические решетки. Но дело в том, что в программе связь между частицами односторонняя, т.е. к одной частице прилипнет другая и так до бесконечности. Поэтому в этом моменте исследователь снова сталкивается с неточной симуляцией.

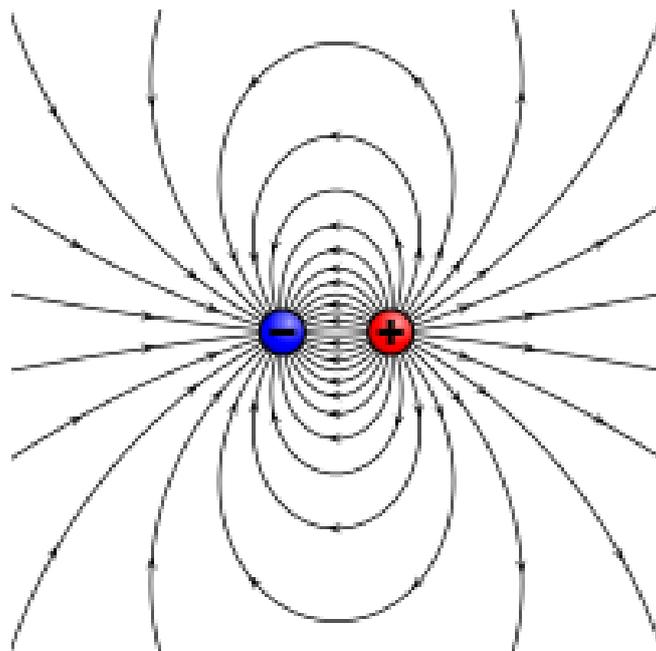


Рис. 2. Двусторонняя связь между реальными атомами

Следующая нюанс – это **масштаб физики**. Предположим, что было успешно создано специализированное дополнение к программе Blender, которое правильно рассчитывает межатомные связи. Исследователю остаётся только грамотно указать справочные размеры атомов. Минимальный объект, который можно создать в программе Blender будет размером 0,1 миллиметра, т.е. это во много раз больше атома. Поэтому размер атома нужно визуализировать (увеличить), хотя бы до миллиметра. Следовательно, все физические константы и переменные, которые заложены в движок, нужно также пропорционально изменить. Например, гравитация в программе равна  $-9.81\text{m/s}^2$ , именно поэтому моделируемые частицы, размером несколько сантиметров, будут "скакать" как мячики. Можно предположить, что если пропорционально размеру атомов изменить такие параметры как, например, гравитация, то станет возможным добиться более правильного, с точки зрения адекватности, результата.

И последний вопрос – это **сопротивление среды**. Из курса физики известно, что на квантовом уровне пустого пространства не бывает, абсолютно всё во вселенной это материя, и, следовательно, на атомы действует сопротивление со всех сторон, это может быть воздух, любые другие газы, частицы и т.п. В виртуальном же трёхмерном пространстве ничего подобного нет – есть только нереальная пустота. Понятно, что для получения правильных результатов этот момент весьма важен, поэтому необходимо уже на начальном этапе МД-моделирования это каким-то образом учитывать. То же самое и с температурой, которая сопровождает практически любые процессы при резании материалов, т.к. она оказывает на атомы сильное влияние, а в программе учета этого, конечно, не предусмотрено. Хотя в реальности существует великое разнообразие способов по ее снижению и контролю [13-19], что можно также отобразить в настоящих исследованиях.

В итоге, в программе Blender была получена МД-модель, визуализирующая обрабатываемую поверхность и алмазное зерно на атомном уровне (рис. 3). Было произведено исследование, которое показало, что программу Blender можно успешно применять при МД-моделировании статических структур. Однако, если при МД-моделировании требуется создавать/визуализировать какие-либо физические условия приближенные к реальным процессам, то необходимо учитывать упомянутые выше вопросы: масштаб физики, сопротивление среды, возможно, температуру, и, конечно, правильно запрограммировать межатомное взаимодействие.

Следует отметить, что данная работа позволяет на атомном уровне найти пути для качественной обработки современных труднообрабатываемых наноматериалов [20-29].

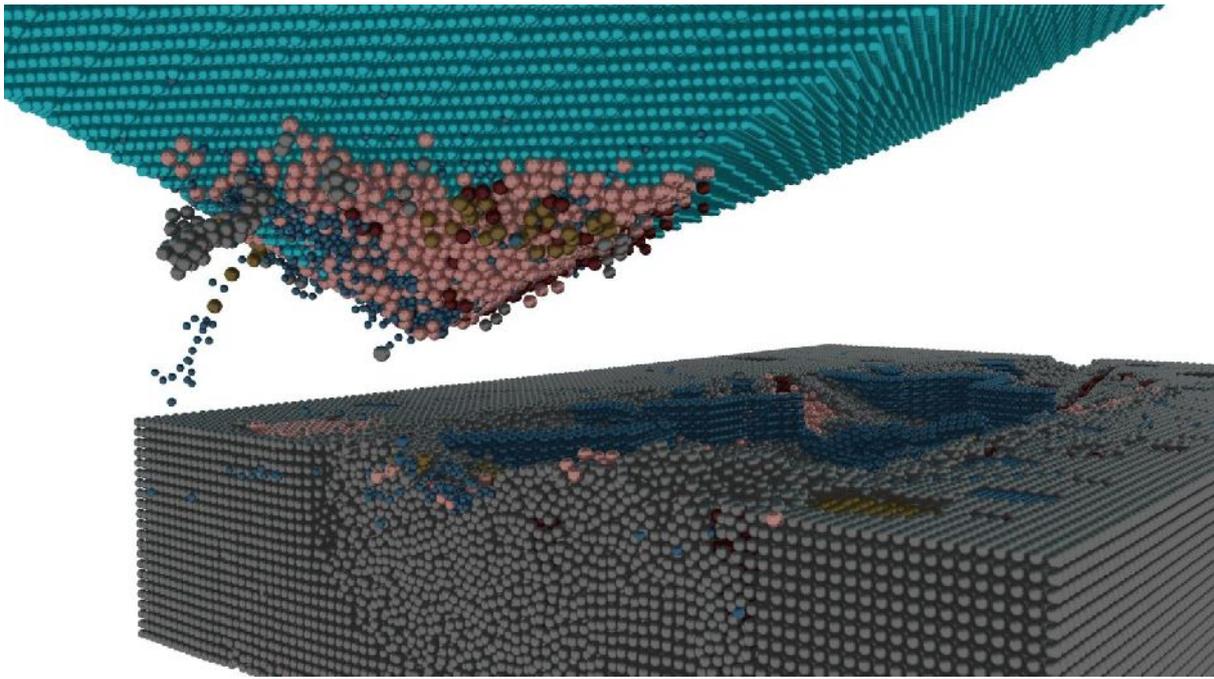


Рис. 3. МД-модель БРС и алмазного зерна

### Литература

1. Попов В.Ю., Хлыстов А.Н., Бондин А.В. Атомная визуализация алмазного резания // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т.8. №1. С. 139-151.
2. Попов В.Ю., Труфанов Р.В. Компьютерная визуализация процесса электроалмазной обработки в 3D Studio Max // Механики XXI века. 2006. № 5. С. 312-313.
3. Попов В.Ю., Вернигора М.Ю. Компьютерная визуализация процесса электроалмазной обработки // Механики XXI века. 2005. № 4. С. 265-267.
4. Попов В.Ю., Ларева А.П., Хлыстов А.Н., Бондин А.В. Моделирование процесса комбинированной электроалмазной обработки в среде Blender 3D // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2015. Т. 1. С. 187-191.
5. Попов В.Ю., Шкуратова А.П., Хлыстов А.Н., Бондин А.В., Мирошниченко Н.А. Методика компьютерного моделирования процессов комбинированной электроалмазной обработки // Механики XXI века. 2014. № 13. С. 91-96.
6. Попов В.Ю., Шкуратова А.П., Хлыстов А.Н., Бондин А.В., Мирошниченко Н.А. 3D моделирование процесса комбинированной электроалмазной обработки // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С. 201-207.
7. Попов В.Ю., Хлыстов А.Н., Бондин А.В. Молекулярно-динамическое моделирование ювелирных поверхностей // Механики XXI века. 2015. № 14. С. 103-107.
8. Ivancivsky V., Parts K., Popov V. Depth distribution of temperature in steel parts during surface hardening by high frequency currents // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 788. С. 129-135.
9. Popov V.Yu., Yanyushkin A.S., Zamashchikov Y.I. Diffusion phenomena in the combined electric diamond grinding // Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 799-800. С. 291-298.
10. Попов В.Ю., Янюшкин А.С. Исследование поверхности алмазных кругов после комбинированной электроалмазной обработки быстрорежущей стали // Технология машиностроения. 2013. № 11. С. 26-30.
11. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Медведева О.И., Ковалевский С.В., Рычков Д.А. Электроалмазная обработка высокопрочных материалов с нанесением защитных покрытий // Системы. Методы. Технологии. 2013. №3 (19). С. 125-129.
12. Янюшкин А.С., Медведева О.И., Архипов П.В., Попов В.Ю. Механизм образования защитных пленок на поверхности алмазных кругов с металлической связкой // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 1 (5). С. 132-138.

13. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Петров Н.П., Рычков Д.А. Повышение эффективности обработки высокопрочных композиционных материалов // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 146-149.
14. Кудряшов С.М., Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Использование минеральных рассолов для устранения засаленного слоя при комбинированной электроалмазной обработке быстрорежущей стали Р6М5 // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 6. С. 109-118.
15. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Янпольский В.В. Тензометрическая вставка для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 2210749. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116429, опубл. 20.08.2003.
16. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Янпольский В.В. Приспособление для измерения малых сил при электроалмазном шлифовании: пат. 22115641. Рос. Федерация; заявл. 13.06.01; № заявки 2001116428, опубл. 10.11.2003.
17. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с перпендикулярным расположением токопроводящих вставок: пат. 144707 Рос. Федерация. № 2014105640/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. № 24.
18. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с косым расположением токопроводящих вставок: пат. 144708. Рос. Федерация. № 2014105641/02; заявл. 14.02.14; опубл. 27.08.14, Бюл. 24.
19. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с параллельным расположением токопроводящих вставок: пат. 145108 Рос. Федерация. № 2014105639/02; заявл. 14.02.14; опубл. 10.09.14, Бюл. 25.
20. Попов В.Ю., Распутин Е.В., Гуглин Г.С., Большаков И.М., Петров Н.П. Технология обработки нанопропрочненных материалов на основе инструментальных сталей // Механики XXI века. 2010. № 9. С. 104-105.
21. Попов В.Ю., Распутин Е.В., Карпинская Е.Н., Корпачева А.С. Перспективы применения наноструктурных материалов // Механики XXI века. 2012. № 11. С. 225-228.
22. Popov V. Yu., Yanyushkin A.S. Combined electro-diamond grinding of high speed steels // International Journal of Advances in Machining and Forming Operations. 2012. Т. 4. № 1. С. 91-102.
23. Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Поверхность алмазного круга после электроалмазного шлифования быстрорежущей стали // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2002. Т. 2. С. 146-151.
24. Попов В.Ю. Повышение качества изделий из инструментальных сталей при электроалмазном шлифовании // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Научно-исследовательский институт систем управления, волновых процессов и технологий Министерства образования РФ. Братск, 2002.
25. Янюшкин А.С., Попов В.Ю. Шероховатость поверхности после шлифования по методу двойного травления // Объединенный научный журнал. 2002. № 21. С. 65-67.
26. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Янюшкин Р.А. Элементы модернизации станков шлифовальной группы под процессы электроалмазной обработки // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2000. Т. 1. С. 189-190.
27. Карпинская Е.Н., Корпачева А.С., Распутин Е.В., Попов В.Ю. Совершенствование качества поверхностного слоя деталей изготовленных из наноструктурных материалов // Механики XXI века. 2012. № 11. С. 229-233.
28. Попов В.Ю., Янюшкин А.С., Медведева О.И., Скиба В.Ю. Контактные процессы при алмазной обработке инструментальных материалов // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 3 (23). С. 68-74.
29. Попов В.Ю., Янюшкин А.С. Формирование поверхностного слоя режущего инструмента при алмазной обработке кругами на металлической связке // Решетневские чтения. 2014. Т. 1. № 18. С. 306-308.

## Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств



УДК 631.658

### Устройство для извлечения ядер из кедрового ореха

В.А. Вовк, В.Е. Гуленко

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** кедровый орех, устройства для разрушения ореха, лущение, переработка ореха.

*В статье приведены основные проблемы разрушения скорлупы кедрового ореха. Проведен анализ существующих устройств по извлечению ядер кедрового ореха, а также выявлены основные недостатки устройств. На основе проведенного анализа было разработано устройство по разрушению скорлупы кедрового ореха. Приведено описание конструкции устройства, а также принципа работы. В заключительной части статьи сделан вывод о том, что положительный результат предлагаемого устройства заключается в повышении качества очистки орехов от скорлупы, путем ослабления поверхности скорлупы от многократного ее прохождения через сектора с абразивным материалом и разрушения скорлупы ореха за счет ее дробления о металлические выступы секторов рабочего диска.*

Кедровый орех - ценнейший пищевой продукт, который по калорийности, питательности и усвояемости превосходит мясо, хлеб, яйцо, коровьи сливки и другое. Из кедрового ореха также можно получать высококачественное кедровое масло, имеющее пищевое и техническое назначение.

Технология переработки кедрового ореха - это многоступенчатый процесс, в котором применяется широкий спектр оборудования для очистки ореха от скорлупы. Основной целью при разрушении скорлупы ореха является полная очистка ядра от скорлупы, а также сохранение его качественных показателей и полезных свойств.

Существующее оборудование по переработки кедрового ореха [2-10] имеет ряд недостатков: малая производительность, не высокое качество обработки большие габариты устройства, не высокое качество обработки. Наиболее эффективными устройствами для извлечения ядер кедрового ореха на наш взгляд являются устройства с рабочим органом, выполненным в виде диска или барабана. Так как с их помощью можно добиться полной очистки ядра с сохранением всех его полезных свойств. Также эти устройства являются более экономичными в сравнении с другими

С целью совершенствования такого оборудования нами было разработано устройство по разрушению скорлупы кедрового ореха.

Устройство (рис. 1) состоит из: загрузочного бункера 1; рабочего диска 4 с абразивной поверхностью 5, металлическими выступами 6 и прорезиненным кольцом 7; крышки 3 с прорезиненным кольцом 8; мотора 9, приводящего в движение вал 12; приемной камеры 10 и выпускного патрубка 11.

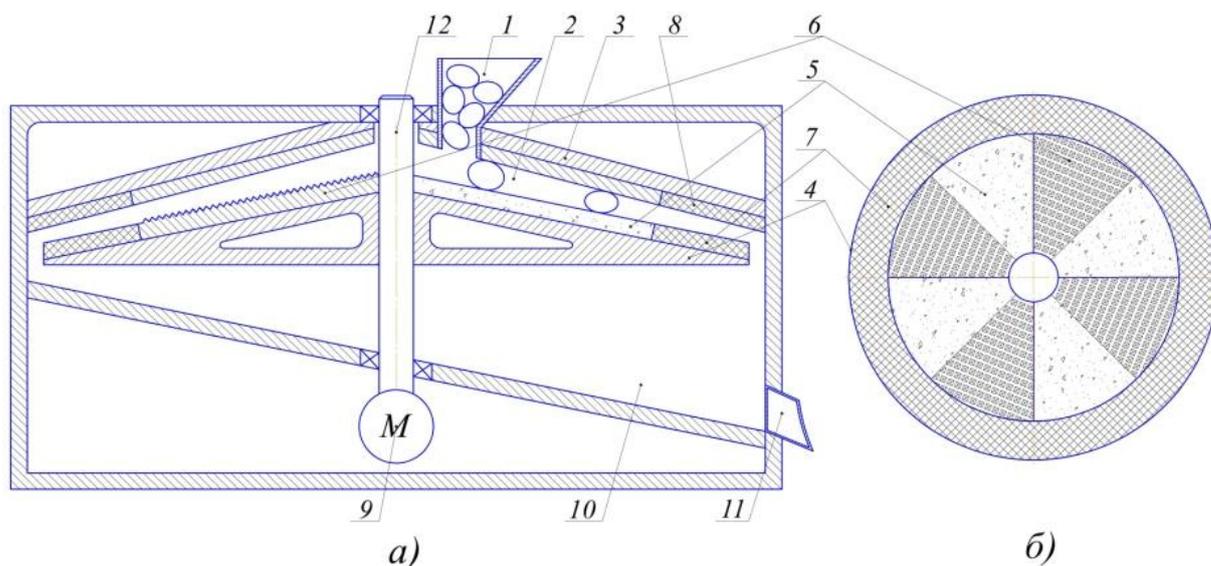


Рис. 1. Устройство для извлечению ядер из кедрового ореха:  
а) общий вид устройства; б) рабочий диск, вид сверху, увеличено.

Кедровый орех из бункера 1 поступает в полость 2 между неподвижной конусообразной металлической крышкой 3 и конусообразным вращающимся диском 4. Ввиду того, что углы конусности металлической крышки 3 и диска 4 различны, а диск 4 установлен с некоторым зазором к крышки 3, полость 2 сужается от центра диска 4 к его краю. Поверхность диска 4 имеет последовательное расположение сектора с абразивным материалом 5 и металлическими выступами 6, а так же прорезиненное кольцо 7. Аналогичное прорезиненное кольцо 8 установлено в крышки 3 напротив кольца 7 диска 4. Орех находящийся в полости 2, под действием центробежных и гравитационных сил продвигается по конусу вращающегося диска 4 и подвергается попеременному воздействию сектора 5 с абразивным материалом, что приводит к постепенному уменьшению толщины скорлупы, и сектора 6 с металлическими выступами приводящих к разрушению скорлупы. Далее орех попадая в область между прорезиненным кольцом 7 диска 4 и прорезиненным кольцом 8 крышки 3, сжимается из-за уменьшения зазора полости 2, что приводит к полному разрушению скорлупы ореха. После, под действием центробежной силы орех и разрушенная скорлупа попадает в приемную камеру 10 и высыпается из корпуса через выпускной патрубок 11.

Положительный результат предлагаемого устройства заключается в повышении качества очистки орехов от скорлупы, путем ослабления поверхности скорлупы от многократного ее прохождения через сектора с абразивным материалом и разрушения скорлупы ореха за счет ее дробления о металлические выступы секторов рабочего диска.

### Литература

1. Вовк В.А. Исследование устройств для извлечения ядер из кедрового ореха; Молодая мысль – развитию лесного комплекса: Матер. XVII науч. техн. конф. – Братск: ФГБОУ ВО «БрГУ»; 2016. С 14 – 19.
2. Патент РФ № 2038030, А23N5/00 Способ очистки орехов и устройство для его осуществления / Селиванов Ю.С., Струин Л.Н., Терняк В.Н.; заявитель и патентообладатель «Машиностроительное конструкторское бюро «Старт»»; заявл. 10.07.1991; опубл. 27.06.1995.
3. Патент РФ № 2048128, А23N5/00 Способ разрушения скорлупы орехов / Квасенков О.И., Афанасьева В.С., Кузнецова Е.Н., Пичугина Т.В., Клименко С.В.; заявитель и патентообладатель «Всероссийский научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности». - № 93018225/13; заявл. 07.04.1993; опубл. 20.11.1995.
4. Патент РФ № 2058097, А23N5/00 Способ разрушения скорлупы орехов / Белкин С.И., Бизяев Ю.М.; заявитель и патентообладатель Белкин С.И., Бизяев Ю.М. - № 94037830/13; заявл. 12.02.1993; опубл. 20.04.1996.

5. Патент РФ № 2101986, A23N5/00 Машина для раскалывания орехов / Андреев В.Г.; Потащенко С.П., Снегирев В.И.; заявитель и патентообладатель «Региональное агентство по поддержке малого бизнеса - Иркутский бизнес-парк» . - № 96117216/13; заявл. 23.08.1996; опубл. 20.01.1998.

6. Патент РФ № 2216258, A23N5/00 Устройство для разрушения скорлупы кедровых орехов / Невзоров В.Н., Лабзин В.А., Науменко М.Ю., Голубев И.В.; заявитель и патентообладатель «Сибирский технологический университет» - № 5004379/13; заявл. 03.00.2002; опубл. 20.11.2003.

7. Патент РФ № 2339280, A23N5/00 Устройство для разрушения скорлупы кедрового ореха / Куриленко Н.И., Невзоров В.Н., Голубев И.В.; заявитель и патентообладатель «Сибирский технологический университет»; заявл. 21.05.2007; опубл. 27.11.2008.

8. Патент РФ № 2454897, A23N5/00 Устройство для раскалывания скорлупы орехов / Петров В.К., Вискребенец А.С.; заявитель и патентообладатель «Северо-Кавказский горно-металлургический институт»; заявл. 14.02.2011; опубл. 10.07.2012.

9. Патент РФ № 2217021, A23N5/00 Способ очистки ядер кедровых орехов от скорлупы / Воронцов Ю.В., Ушанов В.А., Максименко Н.М.; заявитель и патентообладатель Воронцов Ю.В., Ушанов В.А., Максименко Н.М.; заявл. 10.09.2001; опубл. 27.11.2003.

10. Патент РФ № 2463927, A23N5/00 Устройство для раскалывания ореха / Бышов Н.В., Тришкин И.Б., Липин В.Д., Липина Т.В.; заявитель и патентообладатель "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева"; заявл. 30.03.2011; опубл. 20.10.2012.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**Молодая мысль:  
наука, технологии,  
ИННОВАЦИИ**

**Материалы VIII (XIV) Всероссийской  
научно-технической конференции  
студентов, магистрантов, аспирантов  
и молодых ученых  
21-25 марта 2016 года**

Материалы опубликованы в авторской редакции

Подписано в печать 00.00.16г.

Формат 84 x 108  $\frac{1}{16}$

Печать трафаретная

Уч.-изд.л. 00 Усл.печ.л. 00

Тираж 000 экз. заказ 000

Отпечатано в издательстве ФГБОУ ВО «БрГУ»  
665709, Братск, ул. Макаренко, 40