



# ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник докладов научно-технической конференции  
по итогам научно-исследовательских работ  
студентов института инженерно-экологического  
строительства и механизации НИУ МГСУ

*(г. Москва, 1–5 марта 2021 г.)*

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2021

ISBN 978-5-7264-2879-6

Москва  
Издательство МИСИ – МГСУ  
2021

УДК 621.8 + 628 + 69:059

ББК 39.9

Д54

- Д54      **Дни студенческой науки** [Электронный ресурс] : сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ (г. Москва, 1–5 марта 2021 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, институт инженерно-экологического строительства и механизации. — Электрон. дан. и прогр. (20 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2021. — Режим доступа: <https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/>. — Загл. с титул. экрана.  
ISBN 978-5-7264-2879-6

В сборнике содержатся доклады студентов, представленные на научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов «Дни студенческой науки». В рамках конференции работали следующие секции института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ: секция «Интеллектуальные системы и автоматика в строительстве»; секция «Механизация строительства»; секция «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха и тепловая защита здания»; секция «Теплоснабжение, газоснабжение и котельные установки»; секция «Водоснабжение и водоотведение»; секция «Безопасная эксплуатация зданий и сооружений»; секция «Реновация застроенных территорий и сооружений»; секция «Инновационно-технические решения при экологическом строительстве в жилищно-коммунальном комплексе».

Для обучающихся по всем направлениям подготовки, а также для всех читателей, интересующихся современными тенденциями в студенческой науке строительного вуза.

*Научное электронное издание*

*Доклады публикуются в авторской редакции.  
Авторы опубликованных докладов несут ответственность  
за достоверность приведенных в них сведений.*

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2021

Ответственный за выпуск: *Н.А. Макиша*

Институт инженерно-экологического строительства и механизации  
(ИИЭСМ НИУ МГСУ).

Тел.: +7 (495) 730-62-53

e-mail: [iiesm@mgsu.ru](mailto:iiesm@mgsu.ru)

Сайт: [www.mgsu.ru](http://www.mgsu.ru)

<http://mgsu.ru/universityabout/Struktura/Instituti/IIESM/kontakty/>

*Для создания электронного издания использовано:*

Microsoft Word 2013, ПО Adobe Acrobat

Верстка макета *Е.В. Орлова*

Подписано к использованию 09.07.2021. Объем данных 20 Мб.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет».

129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.

Тел.: +7 (495) 287-49-14, вн. 14-23, (499) 183-91-90, (499) 183-97-95

E-mail: [ric@mgsu.ru](mailto:ric@mgsu.ru), [rio@mgsu.ru](mailto:rio@mgsu.ru)

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### СЕКЦИЯ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И АВТОМАТИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

<i>Понафидина К.А., Пиликин Е.Д., Багдасарян М.В.</i> Система контроля параметров микроклимата детского сада .....	12
<i>Бирюков А.Н.</i> Планирование зелёных территорий при радиально-кольцевой схеме города.....	15
<i>Гончаров Д.А, Лёвкин А.В.</i> Метод построения коммутационного поля оборудования ip-видеонаблюдения системы автоматизации умного дома .....	24
<i>Грибкова И.С.</i> Методы цифровизации в управлении инженерными сетями многоквартирного дома.....	29
<i>Резников М.Д.</i> Автоматизация приточно-вытяжной системы вентиляции общественного здания ресторана.....	35
<i>Кондрашов Д.М.</i> Система автоматического управления и контроля отопления отдельных зон в помещениях библиотеки .....	39
<i>Лёвкин А.В.</i> Разработка автоматизированной системы управления процессом производства силикатного кирпича .....	46
<i>Марусяк Д.Е.</i> Система автоматического регулирования параметров микроклимата жилого помещения .....	49
<i>Оголихин А.Д.</i> Передача сигнала с использованием радиомодулей NRF24L01 в системах наружного освещения гражданских и промышленных зданий и сооружений.....	55
<i>Советова М.В., Швачко В.А.</i> Автоматизированная система контроля влажности песка для расчета и корректировки рецептуры замеса бетона .....	61
<i>Куколева И.М.</i> Интеллектуальное управление системой теплоснабжения здания детского сада в целях энергосбережения .....	66
<i>Чубарова И.Д.</i> Интеллектуальное управление системами пожаротушения гостиницы .....	72
<i>Аникин М.С., Хлопкова Д.С., Сивсivadze С.М.</i> Интеллектуальная система для сортировки смешанных бытовых отходов.....	77
<i>Гасангусейнов М.Р., Костин А.И., Николаев Д.Д.</i> Автоматизация и управление технологическими процессами горнодобывающей промышленности .....	83

### СЕКЦИЯ «МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА»

<i>Андреева П.О.</i> К вопросу повышения износостойкости лопастей бетоносмесителя .....	88
<i>Барабашов Д.Д.</i> Повышение эффективности разработки мерзлых грунтов с помощью специально разработанного ковша.....	92

<i>Бобрусев К.В.</i> Модернизация механизмов башенного крана с помощью установки систем смазки оборудования .....	97
<i>Владыкина Е.В.</i> Модернизация автомобильного крана с целью увеличения грузоподъемности.....	101
<i>Горбунов С.А.</i> Увеличение маневренности фронтального погрузчика.....	108
<i>Деянова А.Д.</i> Модернизация ходового колеса механизма передвижения башенного крана.....	113
<i>Добрыднев Г.И.</i> Разработка устройства для механической разгрузки мешков цемента из вагонов .....	117
<i>Еремина Е.А.</i> Разработка рабочего оборудования трубоукладчика и система стабилизации.....	122
<i>Есаян Р.А.</i> Разработка гибридного привода мини-экскаватора с целью повышения его экологичности .....	128
<i>Иванов С.А.</i> Оценка соответствия колесных бетоносмесителей малого типоразмера требованиям технического регламента при их модернизации .....	132
<i>Козловский А.В.</i> Использование крана-манипулятора для погрузочно-разгрузочных работ в малоэтажных зданиях .....	136
<i>Корнеев О.А.</i> Устройство мониторинга положения канатов грузовой тележки башенного крана .....	140
<i>Короткий В.О.</i> Разработка гидравлических ножниц для вспомогательных работ при реконструкции зданий и сооружений.....	144
<i>Кулишов В.В.</i> Расширение функциональных возможностей одноковшового экскаватора с помощью применения специального грузоподъемного устройства.....	150
<i>Маркевич В.Н.</i> Исследование режимов и механизмов изнашивания деталей машин.....	153
<i>Нетукова В.С.</i> Повышение эффективности работы молотковой дробилки МПС-600.....	157
<i>Облеухов А.А.</i> Модернизация лифта с целью уменьшения высоты верхнего этажа.....	161
<i>Островский В.Д.</i> Замена больничного лифта с машинным помещением на лифт с безредукторным приводом без машинного помещения.....	166
<i>Петров И.Д.</i> Унификация механизмов экскаватора ЕТ-18 .....	171
<i>Поливников М.Е.</i> Модернизация механизма подъема груза башенного крана .....	176
<i>Попов Л.Н.</i> Обзор системы предиктивного технического обслуживания лифтового оборудования на примере “KONE 24/7 CONNECT” .....	180
<i>Прохоров В.С.</i> Рассмотрение целесообразности применения гусеничной сцепной конструкции для строительного крана и строительный кран .....	184

<i>Рой А.И.</i> Преимущества выбора безредукторного привода лифта при замене.....	189
<i>Савичев А.О.</i> Совершенствование технологии производства асфальтобетонной смеси с использованием вспененного битума .....	193
<i>Суслина П.А., Хавич А.Е.</i> Анализ конструкции ловителей двухстороннего действия .....	198
<i>Трохачев Н.В.</i> Варианты расположения кабины башенного крана .....	204
<i>Хавич А.Е., Суслина П.А.</i> Модернизация больничного лифта в современных условиях борьбы с COVID-19 на территории Российской Федерации.....	207
<i>Щеголятов Е.А.</i> Оборудование для переработки шин и резинотехнических изделий.....	212

### **СЕКЦИЯ «ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА И ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ»**

<i>Скотникова А.А.</i> Принципы выбора и оптимизации систем холодоснабжения общественных зданий .....	217
<i>Чудаков М.М.</i> Выбор наиболее эффективной системы механической вентиляции МЖД на примере опыта ГК ПИК.....	222
<i>Здоронков А.В., Озерчук Д.С.</i> Нагрузки на отопление для зданий различного функционального назначения: сравнение полученных данных и методик .....	228
<i>Петров Г.А.</i> Сравнение нормативных требований к уровню теплозащиты наружных ограждений общественных зданий в странах ЕС и России .....	237
<i>Денищikov Н.А.</i> Энергосбережение в зданиях с наружными стенами из керамзитопенобетонных блоков.....	242
<i>Никишова А.А.</i> Способы отопления зданий и сооружений различного назначения .....	245
<i>Бородулина А.И., Галлямова А.Р.</i> Методы определения сопротивления теплопередаче.....	254
<i>Хромов Е.В., Павленко Е.Д.</i> Сравнительная оценка климатических характеристик регионов России для первоочередного внедрения зданий с нулевым потреблением энергии .....	264

### **СЕКЦИЯ «ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ»**

<i>Савенко Г.А.</i> Выбор оптимальных параметров гидравлического расчета внутридомового газопровода.....	272
<i>Семёнов Д.А.</i> Выбор рациональной схемы обеспечения теплоснабжения индивидуального жилого дома в Ленинградской области .....	279

<i>Локтева А.А., Дубовенко В.А.</i> Сравнение энергетической эффективности проживания населения в многоквартирных домах и коттеджной застройке .....	283
<i>Цап А.Ю.</i> О моделировании влияния работы газопотребляющего оборудования с открытой камерой сгорания на приток воздуха.....	291
<i>Цап Н.Р.</i> Оценка аварийности существующих газораспределительных сетей.....	297
<i>Титов М.А., Лакутин А.Р.</i> Определение необходимого объема ёмкостного водонагревателя для индивидуального жилого дома .....	304
<i>Гаймалов Д.Р.</i> Исследование теплопередачи через стеклянные ограждающие конструкции .....	308
<i>Косоруков Д.П.</i> Использование конденсационных экономайзеров с развитыми поверхностями для повышения энергоэффективности традиционных газовых теплогенераторов в котлах .....	312
<i>Анишкова М.С.</i> Расчет параметров воздуха после перекрестно-точного воздухогревателя-утилизатора.....	319

## **СЕКЦИЯ «ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ»**

<i>Кулагина А.С.</i> К вопросу об организации противопожарного водоснабжения памятников русского деревянного зодчества.....	326
<i>Димитренко М.А.</i> Формирование и экологическая оценка сточных вод текстильных предприятий.....	330
<i>Таранина С.Ю.</i> Особенности формирования поверхностного стока современного города .....	334
<i>Прокофьева П.С.</i> Канализационный дюкер с воздушной подушкой...	337
<i>Прокофьева П.С.</i> Новые решения при проектировании канализационных коллекторов глубокого заложения г. Санкт-Петербурга.....	341
<i>Соколова Е.А.</i> Применение мембранных методов для очистки хозяйственно бытовых сточных вод .....	345
<i>Спасибо Е.В.</i> Процесс анамнокс в очистке сточных вод.....	347
<i>Инишкова М.А.</i> Разработка алгоритма автоматизированной программы определения затрат на электроэнергию при транспортировке воды по напорным трубам.....	350
<i>Сторожев А.П.</i> Разработка модели водно-воздушного режима работы самотечной водоотводящей сети .....	353
<i>Герасимов В.А.</i> Диагностика и реконструкция канализационных дюкеров .....	357
<i>Бацун А.М.</i> Анализ современного состояния систем водоснабжения в мире .....	361
<i>Симагаева А.А., Байков В.О.</i> Сравнение материалов труб, используемых в системах водоснабжения .....	365
<i>Маркина В.С., Аристова К.А.</i> Неучтенные расходы и потери воды в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения .....	369

<i>Цаболов К. Ч.</i> Биогаз как источник энергии .....	374
<i>Инешина Л.В.</i> Обработка органического осадка сточных вод для очистных сооружений расходом до 100 тыс м <sup>3</sup> .....	377
<i>Стрельников А.Д.</i> Применение BIM-технологий при проектировании внутренних систем водоснабжения и водоотведения.....	381
<i>Толдиев А.А.</i> Совершенствование технологии биологической очистки путем выделения аммония из иловой воды после обезвоживания осадка из метантенков .....	384
<i>Абалихина Н.А.</i> Совершенствование эксплуатации систем и сооружений горячего водоснабжения и теплосетей .....	391
<i>Пушкарев А.О.</i> Особенности прокладки сетей водоснабжения и водоотведения в особых условиях .....	396
<i>Алексеева Е.А.</i> Защита трубопроводов систем водоснабжения от блуждающих токов .....	402

### **СЕКЦИЯ «БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»**

<i>Антониади Д.Д., Антониади В.Д.</i> Классификация нормативно-методических документов в области капитального ремонта .....	406
<i>Бакрунова С.Ю.</i> Систематизация и анализ дефектов конструктивных элементов многоквартирного дома в период гарантийного срока после проведения капитального ремонта .....	411
<i>Вихорева А.И.</i> Особенности проведения экспертизы проектной документации .....	419
<i>Григорян Н.Г.</i> Строительный мониторинг для безопасной эксплуатации здания .....	422
<i>Иванов А.Ю.</i> Применение сейсмоакустической дефектоскопии при обследовании строительных конструкций.....	425
<i>Кузина И.С.</i> Методы технического обследования объектов культурного наследия в рамках работ по их реконструкции.....	428
<i>Лебедь Н.М.</i> Повышение эффективности управления жилищным фондом для обеспечения его безопасной эксплуатации.....	432
<i>Магомедов О.Г.</i> Как объединить положительные стороны “мокрого” и вентилируемого фасадов .....	437
<i>Марченко М.Г.</i> Расчет численности работников диспетчерской службы, ответственных за прием и обработку поступающей информации .....	443
<i>Новокищёнов А.А.</i> Реконструкция здания с надстройкой верхних этажей.....	446
<i>Плотников А.Д.</i> К вопросу о проблеме повышения энергоэффективности многоквартирных домов при их капитальном ремонте .....	452
<i>Рючина А.А.</i> Сравнительный анализ методик неразрушающего контроля при обследовании зданий и сооружений .....	457



<i>Трунтов П.С.</i> Усиление конструкций административного здания с учетом его технического состояния.....	460
<i>Холодкова О.В.</i> Современные кровельные конструкции как способ повышения энергоэффективности зданий при проведении капитального ремонта .....	465
<i>Гайфутдинова А.Л., Хромая О.А.</i> Сравнительный анализ капитального ремонта наплавляемых кровель.....	469
<i>Щербакова В.С.</i> Оценка очереди из экстренных вызовов по техническому обслуживанию жилых зданий .....	472
<i>Юдинцева А.В.</i> Задача по усилению балки перекрытия углепластиковой арматурой.....	476
<i>Якименко А.С.</i> Взаимосвязь температуры грунтового массива и параметров микроклимата помещений подземного сооружения .....	480

### **СЕКЦИЯ «РЕНОВАЦИЯ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И СООРУЖЕНИЙ»**

<i>Блинова О.С.</i> Выбор засыпных гидроизоляционных материалов для подземных конструкций при их эксплуатации.....	485
<i>Букина Д.К., Власенкова В.Р.</i> Применение современных «зеленых» технологий при благоустройстве городской территории .....	490
<i>Горланова С.А.</i> Сравнительный анализ способов реконструкции фундаментов жилого здания.....	495
<i>Дулепова И.А.</i> Освещение методов исследования и экологического восстановления загрязненных производственных территорий при работе со СМИ .....	499
<i>Злобин И.А.</i> Социальные факторы благоустройства на урбанизированных территориях .....	503
<i>Капушев И.А.</i> Современные направления повышения качества городской среды при реновации застроенных территорий.....	509
<i>Макаров О.В.</i> Классификация видов гидроизоляции подземных частей объектов с рекомендациями по выбору материалов для гидроизоляционной защиты .....	514
<i>Насимова М.Ф.</i> Восстановление пространственной жесткости здания .....	518
<i>Новикова Д.В.</i> Благоустройство территории и оценка транспортной инфраструктуры при реновации застроенных территорий .....	523
<i>Панкова Е.В.</i> Утилизация строительного мусора при сносе жилых домов в процессе реновации.....	529
<i>Родионов Р.Г.</i> Особенности развития и реновации крупных городов на примере г. Екатеринбург .....	533
<i>Румянцева К.Ю.</i> Анализ проблемы расселения граждан и благоустройство территории на примере г. Чебоксары.....	539
<i>Томашов Н.В.</i> Особенности лазерного сканирования конструкций.....	542

<i>Фатеева А.А., Калинин М.Д.</i> Внедрение наилучших доступных технологий в градостроительной деятельности .....	546
<i>Фатеева А.А.</i> Народный контроль в сфере ЖКХ .....	551
<i>Фиров Е.А., Андреев Н.Я.</i> Перепрофилирование и реорганизация промышленных зон города Москвы .....	554
<i>Шуваев Д.А.</i> Проблемы изменения функционального назначения производственных территорий крупных российских городов.....	558

**СЕКЦИЯ «ИННОВАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ  
ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ»**

<i>Акопян Г.Л.</i> Организационно-технологическое моделирование возведения комплекса объектов.....	564
<i>Власов В.А.</i> Оценка мероприятий по повышению качества строительного контроля.....	568
<i>Гайфутдинова А.Л., Хромая О.А.</i> Нанотехнологии в строительстве и реконструкции объектов ЖКХ.....	572
<i>Калюкшева А.П.</i> Стратегия инновационного развития жилищного строительства .....	577
<i>Лисова Ю.А.</i> Современные технологии водосбережения при эксплуатации объектов жилищно–коммунального хозяйства.....	580
<i>Митин А.И.</i> Инновационные методы реновации жилого фонда .....	585
<i>Печкина Е.К.</i> Зеленые стандарты при реновации гражданских зданий .....	588
<i>Творогов А.В., Мусабарова К.Р.</i> Инновационные методы повышения долговечности конструкций из железобетона физически устаревших зданий.....	594
<i>Чипова З.Х.</i> Особенности технологии устройства ограждающих металлических конструкций при строительстве подземных сооружений.....	600
<i>Шафеева С.И.</i> Применение самовосстанавливающегося бетона для повышения надежности при реконструкции .....	606
<i>Якончук Д.А.</i> Особенности применения золы уноса как заполнителя для бетонов .....	610

СЕКЦИЯ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ  
И АВТОМАТИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ДЕТСКОГО САДА

*Понафидина К.А., Пиликин Е.Д., Багдасарян М.В., студенты 4-го курса  
30 группы ИИЭСМ*

*Научный руководитель – Поленов Д.Ю., ст. преп., к.т.н.*

Для поддержания оптимальных параметров микроклимата в помещениях детского сада необходимо знать количественные и качественные значения параметров [1] и регулировать их. Это непосредственно влияет на здоровье и самочувствие ребенка [2]. Известно, что повышенная влажность может привести к возникновению аллергических реакций у ребенка, а пониженная – к снижению местного иммунитета из-за пересыхания слизистых носа и глаз, к сухости кожи и к обострению хронических заболеваний. Во время пандемии COVID-19 особенно важно поддерживать уровень влажности в соответствии с СанПиН (40-60%) [3]. Известно, что повышенная влажность создает благоприятную среду, и вирус останется активным на поверхностях внутри помещений, особенно при плохой вентиляции.

Родителям важно знать и держать под контролем параметры микроклимата в помещениях детского сада, и они должны быть спокойны за своего ребенка.

Решить данную проблему можно с помощью системы контроля параметров микроклимата детского сада.

На сегодняшний день в детских садах отсутствуют данные устройства, поэтому родители и воспитатели не могут своевременно получать информацию при отклонении параметров влажности или температуры в помещениях детского сада.

Использование данной системы позволит:

1. Осуществлять дистанционный контроль параметрами микроклимата в помещениях детского сада.
2. Повысить эффективность работы системы автоматизации микроклимата за счет снижения эксплуатационных издержек на воду, тепловую и электрическую энергии [4].
3. Поддерживать необходимые параметры микроклимата для защиты здоровья ребенка [5].
4. Оповещать по запросу о возможных неполадках в системе практически из любой точки мира [6].

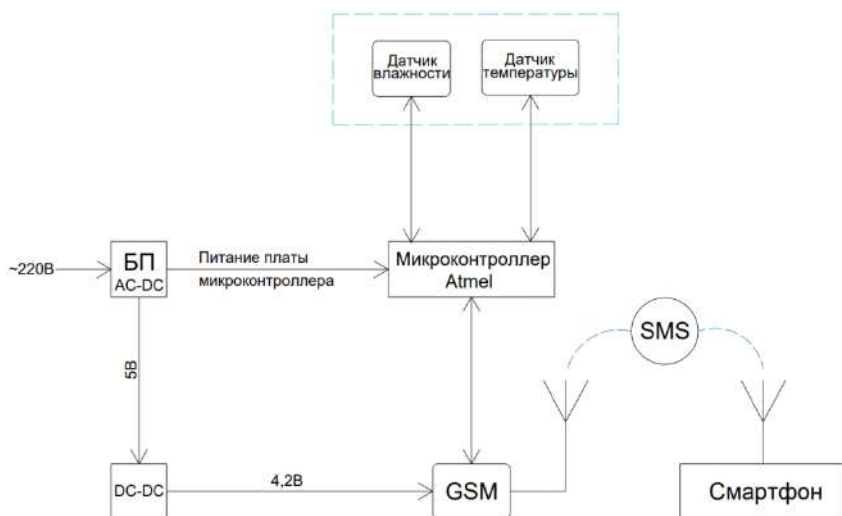
На рынке уже существуют подобные решения:

1. Компания «Zont» предоставляет возможность мониторинга и управления параметрами микроклимата здания при помощи мобильного устройства, но себестоимость их оборудования достаточно высокая (от 5 000 рублей).
2. Компания «Датчик» предоставляет похожий вид услуги, но на базе собственных контроллеров и модулей расширения, что достаточно сильно влияет на себестоимость продукта. Цена такой системы начинается от 40 000 рублей. Недостатками таких систем является их дешевые компоненты, которые могут привести к недолговечной работе всей системы.

Указанные недостатки можно устранить с помощью разрабатываемой системы, ядром которой является микроконтроллер Atmel. Себестоимость данной системы около 2 000 рублей. К преимуществам можно отнести простой и понятный интерфейс – данным приложением сможет воспользоваться любой человек.

Для создания системы используется микроконтроллер и передача сигнала на него при помощи сотовой связи через GSM-модуль. Работа системы заключается в запросе пользователем параметров микроклимата помещений детского сада при помощи СМС-сообщения, которое отправляется на GSM-модуль системы. Затем, GSM-модуль передает сигнал на микроконтроллер и микроконтроллер, запрашивая информацию у датчиков, передает ее обратно на GSM-модуль. Далее, GSM-модуль отправляет информацию на мобильное устройство пользователя.

На рис. 1 представлена схема устройства:



**Рис. 1.** Схема системы мониторинга микроклимата помещений

### **Система работает следующим образом:**

Пользователь с помощью сообщения с телефонного устройства запрашивает данные о параметрах микроклимата и посылает сигнал на GSM-модуль. GSM-модуль передает сигнал о запросе на микроконтроллер. Микроконтроллер запрашивает данные с датчиков и передает их обратно на GSM-модуль. Приняв данные от микроконтроллера, GSM-модуль передает их пользователю на телефонное устройство. Для корректной работы схемы использует блок питания (БП) с понижающим трансформатором, которые позволяет преобразовать поступающее переменное напряжение 220 В в постоянное 5В. Также БП осуществляет питание платы микроконтроллера.

Устройство DC-DC используется для преобразования 5 В в 4,2 В для работы GSM-модуля [7].

**Заключение.** В процессе проделанной работы получены следующие результаты:

1. Разработана система контроля микроклимата помещений детского сада, которая позволила бы родителям отслеживать состояние микроклимата, а воспитателю поддерживать необходимые параметры в помещениях для комфортной среды и здоровья ребенка.

2. Представлены актуальные задачи, которые данная система позволит решить. Также, были описаны существующие решения на рынке, их недостатки, а также достоинства предложенного решения.

3. Представлен алгоритм работы устройства, разработана и описана его принципиальная схема.

Таким образом, достоинства предложенного решения дадут возможность реализовать простую и в тоже время эффективную систему мониторинга микроклимата помещений детского сада для защиты здоровья ребенка, а также снижения издержек, связанных с тратами на воду, электро- и тепловую энергию.

#### Библиографический список

1. Сотников А.Г., «Мониторинг микроклимата - основа создания эффективных систем и здания с минимальным энергопотреблением», Инженерно-строительный журнал. 2010 г. № 7 (17). с. 47-52.

2. Мануева Р.С., «Гигиеническая оценка микроклимата». Учеб. пособие / Иркутск. Изд-во: ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра общей гигиены, 2020 г. – 68 с.

3. Глазков О.В., Пензева С.О., «Оценка влияния параметров микроклимата в помещении на здоровье человека», Сборник трудов XVI Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов «Информационные технологии, энергетика и экономика», Изд-во: Универсум, 2019 г. – 222-226 с.

4. Самарин О.Д., «Основы обеспечения микроклимата зданий». Учебник; Изд-во: Ассоциации строительных вузов - М., 2012 г. – 208 с.

5. Курбатов В.А., Рысин Ю.С., Яблочников С.Л., «Безопасность жизнедеятельности. Микроклимат», учеб. пособие для бак./Саратов, изд-во: МТУСИ, 2021 г. – 93 с.

6. Селянина А.М., Бродецкая А.С., Пышный В.М., «Анализ системы управления микроклиматом помещения», сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции «Стимулирование инновационного развития общества в стратегическом периоде»/Уфа, изд-во: МИРЭА, 2018 г. – 116-119 с.

7. Баянов И.М., Хамидуллин И.Р., «О возможности управления микроклиматом», жур. «Управление большими системами: сборник трудов», изд-во: Бирская гос. соц.-пед. академия, №19, 2007 г. – 218-237 с.

# ПЛАНИРОВАНИЕ ЗЕЛЁНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ РАДИАЛЬНО-КОЛЬЦЕВОЙ СХЕМЕ ГОРОДА

*Бирюков А.Н., студент магистратуры 2-го года обучения 7 группы ИИЭСМ*

*Научный руководитель – Мокрова Н.В., проф., д.т.н.*

**Постановка задачи.** Целью статьи является анализ подходов к преобразованию и обновлению архитектурно-пространственной среды города, направленных на удовлетворение новых социальных потребностей жителей. В рамках стати предложены новые требования к параметрам комфорта городской среды.

**Введение.** Радиально-кольцевая схема города является довольно популярной среди городов Европы, основанных до 19 века, выросших и доживших до наших дней. Однако, современные тенденции диктуют новые правила. Промышленный и научный прогресс заставляет лучшие умы объединяться в целые корпорации, растут города, растет количество их жителей, а также транспорта. Большая концентрация отходов производства и транспорта накладывает негативный отпечаток на изначальную среду города. Возникающие экологические проблемы вызывают дискомфорт у жителей и негативно сказываются на городской среде. Проекты по озеленению городов существуют и практикуются уже более ста лет. Озеленение города оправдано не только экологическими аспектами, но и эстетическим восприятием человека.

## Особенности радиально-кольцевой планировки города

Самая популярная схема города в мире – произвольная (рис.1, е). Она хаотична, быстро ориентируются в таких городах только местные жители, туристы и приезжие в них редки, характерна для городов, образованных спонтанно на местах крупных деревень. Среди проектируемых городов наиболее часто встречаются радиально-кольцевая (рис. 1, б)) и прямоугольная (рис. 1, г)). Рассмотрим сравнение схем б) и г) по общим признакам:

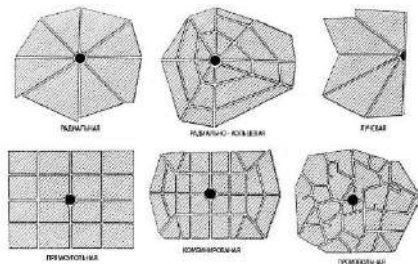


Рис. 1. Основные схемы городов

## Сравнение радиально-кольцевой и прямоугольной схем городов

	Радиально-кольцевая схема	Прямоугольная схема
Фактор формирования:	Пешее передвижение	Передвижение на автомобиле
Характерна для:	Европейских стран	США и Канады
Наиболее эффективный транспорт:	Метро, Железная дорога	Автомобиль, наземный транспорт
Тип застройки:	Уплотненная	Рассредоточенная

Радиально-кольцевая планировка. Формируется на пересечении сухопутных трасс и водной артерии (например, Москва, рис. 2) и обладает такими достоинствами, как хорошая доступность от центра города и значительная возможность пространственного расширения. Однако, неограниченное расширение этой структуры приводит к нарастанию экологических проблем, поскольку центр города оказывается максимально удаленным от естественного природного окружения.

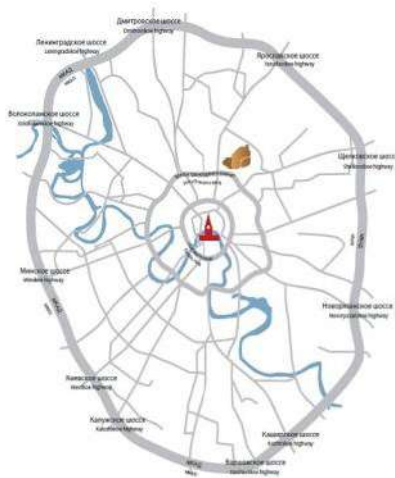
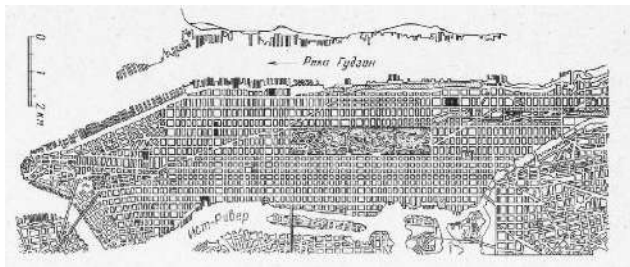


Рис. 2. Радиально-кольцевая схема города (г. Москва)

Прямоугольная схема уличной сети (рис. 3) использована во многих крупнейших городах США. Предельный рационализм такого решения оказывает отрицательное влияние на архитектурно-художественную композицию города и развитие внутригородских пространств. Прямоугольная схема может найти позитивное применение в генеральных планах средних и малых городов, характеризующихся невысокой застройкой и хорошим озеленением.





**Рис. 3.** Прямоугольная схема города (г. Нью-Йорк)

Поскольку речь идёт о России и, соответственно, о городах исторически преимущественно радиально-кольцевой застройки, следует обратить внимание на специфику уже существующей структуры и её пользователей. Длинные широкие улицы являются характерной особенностью такой схемы, и потоки воздушных масс достигают значительной скорости к концу шоссе, проспекта или улицы, и мало кто из жителей готов отказаться от комфорта в личном транспорте в пользу городского транспорта ради экологии.

Далее в рамках статьи будем помнить, что ключевыми качествами радиально-кольцевой застройки являются высотность зданий, плотность застройки, строительство комплексов зданий и обеспечение шаговой доступности до прочих объектов городской структуры, таких как остановки транспорта, парки, магазины и точки питания.

**Особенности озеленения.** Планирование зеленых территорий в рамках данной статьи предполагает не что иное, как озеленение существующих пространств, зданий и сооружений, а также соблюдение требований к озеленению при проектировании и строительстве будущих объектов. По мере роста города экологические проблемы увеличиваются и ухудшаются качественно, поэтому своевременное озеленение является не только желательным, но чуть ли не обходимым.

Озеленение города решает огромное количество проблем. Например:

1. Воздушные потоки замедляются и выравниваются;
2. Переносимые частицы пыли днём оседают на листьях, а с росой и дождем смываются;
3. В знойный день деревья снижают температуру воздуха и создают комфортную тень для почвы, нижних этажей и человека;
4. В городах, с южным климатом и сильной жарой при грамотном взаимном расположении утром деревья создают тень для здания, а вечером здание защищает деревья от переизбытка палящего солнца;
5. В жаркие летние дни деревья спасают город не только от зноя, но и от пересушенного пыльного воздуха, задерживая частицы, остужая и увлажняя его. В городах, где такая проблема особенно актуальна, также рекомендуется создавать искусственные водоёмы, увлажняющие окружа-

ющую среду, а воздушные потоки, направляя увлажненный воздух, делают комфортным для пребывания человека ещё больший участок улицы;

6. Для крупных городов не рекомендуется использовать растения, теряющие большое количество листвы, растения с легкими, разносимыми ветром плодами и выделяющие при цветении пыльцу.

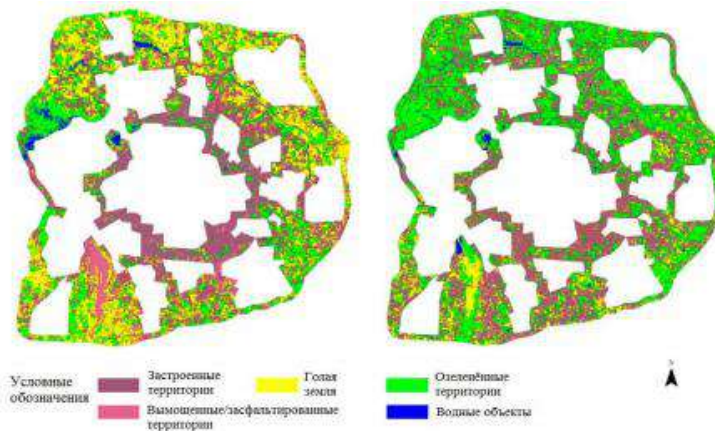
#### **Планирование зеленых территорий при радиально-кольцевой схеме:**

При проектировании новых зеленых территорий необходимо учитывать:

- Имеющиеся территории с зелеными насаждениями: аллеи, бульвары, скверы, парки, лесопарки и т.д.;
- Имеющиеся на территории, где будет происходить озеленение, постройки, инженерные сети, потенциальные водные и ландшафтные преграды;
- Направление розы ветров местности и карту господствующих ветров, с учетом имеющихся зданий и сооружений;
- Ландшафтные особенности, которые можно использовать во благо: имеющиеся холмы, овраги, родники, мелкие реки и водоемы и т.д.;
- Имеющиеся особенности существующей застройки: высотные здания и их концентрация на небольшой территории.

Планирование может включать в себя несколько уровней, каждый из которых обеспечивается разным уровнем ответственности.

Глобальный уровень находится под ответственностью администрации города и включает в себя комплекс мероприятий по озеленению в части городских парков, железных и автомобильных дорог, а также прилегающих к ним территорий с последующим уходом и поддержанием. Интересен опыт озеленения Пекина (рис. 4).



**Рис. 4.** Озеленение города (г. Пекин). 2003 и 2014 годы. [10]

Локальный уровень находится под юрисдикцией участников реализуемого проекта и распространяется на проекты жилых районов и проекты по реконструкции (рис. 5). Ответственность также возлагается с целью заключения долгосрочных контрактов на уход за территорией, её обеспечение и поддержание. Контроль проекта осуществляют технический заказчик и независимая экспертиза, также привлекаемая к общей ответственности перед администрацией города.



Рис. 5. Зеленые крыши [11]

Частный уровень. Несмотря на то, что гражданская ответственность подразумевается в глобальном и локальном уровне как ответственность потребителя, который должен быть образованным и заинтересованным пользователем, сохраняющим позитивную экологическую обстановку, она полностью ложится на плечи жителя на частном уровне. Так же каждый гражданин должен заботиться о микроклимате внутри своей квартиры, имея хотя бы несколько комнатных растений. Если здание имеет открытые для улицы балконы, добрым жестом будет добровольное содержание нескольких растений на балконе (рис. 6), так как вырабатываемый ими кислород будет так же пойдти в общий банк кислорода, вырабатываемого территорией здания.

Минимальный требуемый показатель озеленения территории здания рассчитывают из отношения территории застройки к сумме территорий, занимаемых растениями у дома, на крыше, на балконах и на стенах (если такие проекты реализованы) и быть не меньше единицы. Хороший показатель характеризуется отношением в среднем 2:1 и зависит от высотности здания, его ориентации по сторонам света, используемых материалов, качества по результатам зеленой сертификации, климата и прочих параметров.

На данный момент, требования к высадке растений указаны в СП 82.13330.2016, СНиП III-К.2-67, ГОСТ 28329-8 и других документах. На данный момент, нормы озеленения городских территорий таковы:

- насаждения должны составлять не менее 40% общей площади города;
- на душу населения должно приходиться не меньше 6-7 м<sup>2</sup> зеленых зон;

- насаждения должны находиться на расстоянии не более 20 минут пешей ходьбы от жилой застройки. [13]

В рамках проектов по озеленению все приведенные характеристики должны завышаться и стремиться к уровню 70% от общей площади за счет использования крыш, стен и балконов, 10 м<sup>2</sup> зеленых зон на душу населения и 10-ти минутам пешей ходьбы соответственно.



**Рис. 6.** Озеленение стен и балконов. [11]

В ГОСТ Р ИСО 14644-1-2017 в Части 1 «Классификация чистоты воздуха по концентрации частиц» п. 4.3 есть табл. 1 – классификация чистых помещений. Для городской среды лучше всего ориентироваться на Класс 9 ИСО. Он соответствует обычным офисным помещениям, производственным и другим помещениям, не являющимся «чистыми». Данный класс может быть задан только для эксплуатируемого состояния и содержит следующие характеристики (табл. 2, где нк – счетная концентрация частиц данного размера для данного класса не контролируется в виду их очень высоких значений.):

*Таблица 2*

**Выборка из классификации чистых помещений по ИСО**

Класс N ИСО	Предельно допустимые концентрации частиц, частиц/м <sup>3</sup> , с размерами, равными или большими следующих значений					
	0,1 мкм	0,2 мкм	0,3 мкм	0,5 мкм	1,0 мкм	5,0 мкм
9 ИСО	нк	нк	нк	35200000	8320000	293000

Требования к инсоляции и тени должны соответствовать утвержденным действующим стандартам, рассчитываться и выдвигаться с ориентацией на локальное расположение города и требуемые параметры используемых для озеленения деревьев. Дополнительное озеленение для создания тени вдоль городских аллей применимо только к городам с повышенным количеством солнечных и жарких дней в году. [15]

Автомобильные трассы могут засаживаться деревьями для снижения шумовой нагрузки. Количество рядов деревьев будет напрямую зависеть от требуемых параметров, для жилой, рабочей и промышленной зон. Так же летом деревья могут создавать комфортную теневую зону для автомобилистов, с целью снижения использования автомобильных кондиционеров в пользу поездок с открытыми окнами и свежим воздухом.

Комфортная влажность и температура создаваемая зелеными насаждениями должны стремиться к соответствию приведенным на рис. 7 параметрам, и проектироваться в соответствии с СП 131.13330.2018 "СНиП 23-01-99\* Строительная климатология" для каждого города индивидуально, с подбором растений, максимально приближенным к произрастающим в данном городе.

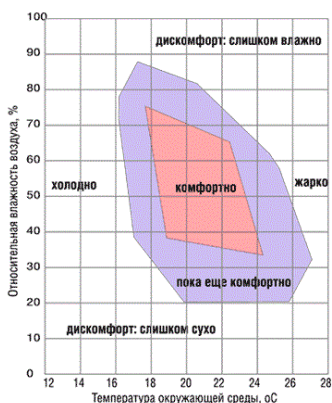


Рис. 7. Диаграмма оптимальной температуры и влажности

**Заключение.** Возможно, в ближайшем будущем инженер-эколог станет очень востребованной профессией, а служба защиты растений и садоводы станут требоваться не только на промышленных сельскохозяйственных предприятиях, но и в каждом многоэтажном здании с целью ухода за растениями и обеспечения качества общегородской среды. Так же актуальным станет использование для этих нужд средств автоматизации и диспетчеризации, в части датчиков, которые будут контролировать и анализировать параметры окружающей среды, а также при необходимости реагировать на её изменения с целью поддержания заданного уровня комфорта людей и растений.

Планирование зеленых территорий включает комплекс мероприятий по проектированию и реализации озеленения отведенного участка территории. При этом необходимо соблюдать общую пешеходную и транспортную доступность, а также эстетическую лаконичность и соединенность находящихся поблизости районов и территорий. В городах важно обеспечивать пыле-, ветро- и шумозащиту, поддерживать экологическую устойчивость

существующих локальных экосистем и создавать благоприятный климат для нахождения людей, возможность самостоятельного поддержания жизни и роста новых зеленых насаждений и фильтрации созданных водоёмов.

Значимость перечисленных требований для архитектуры и экологии градостроительных территорий и частных владений состоит в представлении комплекса параметров и вариантов оценки качества озеленения городской среды, которые в дальнейшем могут быть направлены как на сохранение существующей экологической обстановки города, района или застройки, так и на внесение в техническое задание или в специальные технические условия к проектам строительства и реконструкции.

### Библиографический список

1. Волков, А.А. Концепция “Умный город” / А.А. Волков, А.В. Седов, П.Д. Чельшков // М.: МГСУ, 2015. – 104 с.

2. Мохов А.И., Мастуров И.Я., Диденко Л.В. Особенности формирования методологической схемы исследования в квалификационной работе студента (аспиранта) // Межвузовский тематический сборник научных трудов «Инновационные технологии», под. ред. докт. техн. наук, профессора Феоктистова Н.А., канд. техн. наук Крупского А.Ю. Выпуск 1. «Экономика и технические системы»,. – М.: НОУ ВПО ИГУПИТ, НОУ ВПО «РосНОУ», 2007. – С.194-200.

3. ГОСТ Р 54964-2012 Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости.

4. ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ (пос. ред. 26.07.2019);

5. Паспорт национального проекта «Экология» утв. 24.12.2018 N 16.

6. Планировка городов. Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5b5f25a179b27700a957a24f/planirovka-gorodov-5b60366a24286300a954d210>.

7. В.А. Горохов, Принципы формирования системы озелененных территорий города. Режим доступа: <http://landscape.totalarch.com/node/9>.

8. Ситдикова А.Р. Развитие концепции «Большого города» // Наука и современность Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-kontseptsii-bolshogo-goroda>.

9. Среда (водная, воздушная, климатическая, акустическая) Режим доступа: <https://studyport.ru/referaty/estestvennye-nauki/3437-sredy-vodnaja-vozdushnaja-klimaticheskaja-akusticheskaja>.

10. Авраменко А.А., Метлицкая Н.И. Сравнительный анализ подходов к озеленению городов за рубежом (на примере Пекина, Сеула и Оттавы) // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №4 (2017) Режим доступа: <https://naukovedenie.ru/PDF/14EVN417.pdf>.

11. Булдакова Е.А. Современные приемы организации зеленых зон в уплотненной застройке города. Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2012/05/12660>.

12. Зеленое градостроительство и комфортная городская среда в России и за рубежом» Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5e6ff6ea3a53684f619cc2c4/zelenoe-gradostroitelstvo-i-komfortnaia-gorodskaja-sreda-v-rossii-i-za-rubejom-5e72717ff6d9d7377d6e2c7e>.

13. Озеленение города: особенности и требования» - Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5f2269679c71bf02d5bbe70f/ozelenenie-goroda-osobennosti-i-trebovaniia-5f4788b1d405f2144a9f3264>.

14. Постановление Правительства Российской Федерации от 08.10.2020 N 1631.

15. СП 131.13330.2018 "СНиП 23-01-99\* Строительная климатология".

## МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ КОММУТАЦИОННОГО ПОЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ IP-ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УМНОГО ДОМА

*Гончаров Д.А., Лёвкин А.В., студенты 4-го курса 30 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Семёнов А.Б., проф., д.т.н.*

Современные системы видеонаблюдения занимают одно из ключевых мест в структуре комплекса технических средств обеспечения безопасности в офисных помещениях. Применение систем видеонаблюдения позволяет оперативно выявлять нештатные ситуации и минимизировать их вредные последствия.

Современная система видеонаблюдения в основной массе случаев образует сложную разветвленную структуру с большим количеством коммутационного оборудования, что означает возникновение проблемы формирования коммутационного поля.

Использование “эшелонной” схемы расположения оборудования системы видеонаблюдения позволяет решить данную проблему с положительным экономическим эффектом для проекта.

Экономическая выгода от применения эшелонной схемы обеспечивается сокращением длин коммутационных шнуров.

Использование эшелонной схемы экономически обусловлено массовым характером применения систем видеонаблюдения в офисных помещениях.

В процессе создания системы видеонаблюдения необходимо решить проблему формирования коммутационного поля

В современных системах видеонаблюдения требуется большое количество видеокамер. По подсчетам аналитиков из JLL в типовом офисе площадью 3000 м<sup>2</sup> потребуется от 80 до 96 видеокамер. Указанная цифра может варьироваться в зависимости от площади, количества контролируемых зон, а также других параметров.

Современные системы видеонаблюдения реализуются на базе ip-телекамер и обычно выделяются в отдельную независимую от других систему в составе комплекса информационных систем здания. Центральный узел такой системы образуется коммутаторами, и видеорегистратором с подключением видеокамер через коммутационные панели. При формировании коммутационного поля этого узла дополнительно в состав оборудования вводится кабельный органайзер.

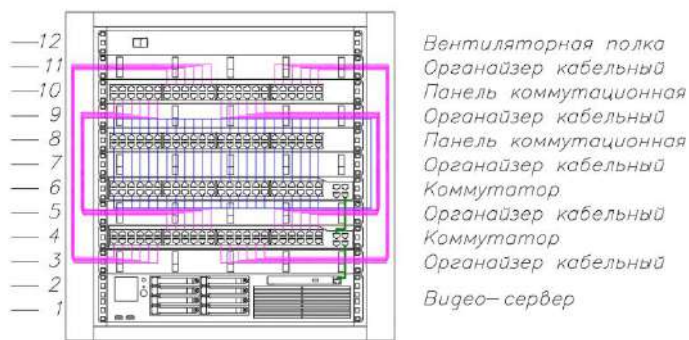
При формировании коммутационного поля типовой системы видеонаблюдения руководствуют рядом правил, применяемых в СКС:

- с выделением функциональных секций оборудования,
- с применением принципов конструктивной неоднородности и непрерывности,
- выбора плотности конструкции отдельных панелей.



Для создания системы видеонаблюдения необходимо формирование полноценного коммутационного поля. Главным недостатком типовой схемы расположения коммутационного оборудования является избыточная длина шнуров.

Пример реализации такой схемы применительно к системе видеонаблюдения показан на рис. 1, там же показаны соединения отдельных портов коммутационными шнурами, по которой можно точно определить количество, а также длину необходимых нам шнуров. Для очистки хозяйственно-бытовых стоков цехов запроектирована установка заводского изготовления с проектной производительностью 20 м<sup>3</sup>/сут, схема которой представлена на рис. 1.



**Рис. 1.** Типовое расположение оборудования системы видеонаблюдения и схема его соединения

Соединение оборудования происходит следующим образом: сверху патч-панель номер 10, ниже – номер 8, аналогично с коммутаторами – 6 и 4. Стоит сразу принять во внимание, что минимальная длина шнура у производителей – 0,2 метра, поэтому в данной статье в качестве минимальной длины принимается данное значение. Более того, отметим, что 1 юнит 44,45 мм = 0,04 м. После выполнения этих действий приступим к расчету:

В первую очередь соединим близлежащие панель и коммутатор: нижний ряд патч-панели №8 соединяется с верхним рядом коммутатора №6 с помощью 24 шнуров длиной 0,2 метра, так как расстояние между данными устройствами всего 1 юнит. Верхний ряд патч-панели №8 и нижний ряд коммутатора №6 соединяются шнурами длиной 0,5 метров, так как 3 юнита = = 133,35 мм, а половина ширины шкафа 225 мм. Таким образом найдём длину этих шнуров:

$$L_1 = 225 + 133,35 = 358,35 = 0,36 \text{ м} \quad (1)$$

Далее необходимо соединить патч-панель №10 с коммутатором №4: нижний ряд патч-панели №10 соединяется с верхним рядом коммутатора

№4 24 шнурами. Расстояние между данными устройствами - 5 юнитов = 222,25 мм. Длину шнуров найдём как:

$$L_2 = 225 + 222,25 = 447,25 \text{ мм} = 0,45 \text{ м.} \quad (2)$$

В данном случае нам потребуются шнуры длиной 0,5 м.

Верхний ряд патч-панели №10 и нижний ряд коммутатора №4. Расстояние между данными устройствами - 7 юнитов = 311,15 мм. В данном случае необходимая длина шнура находится следующим образом:

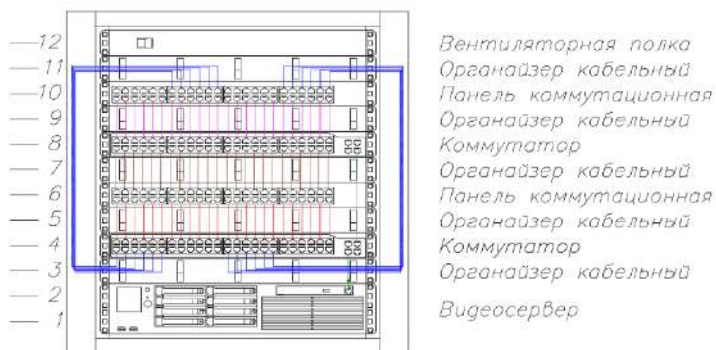
$$L_3 = 225 + 311,15 = 536,15 \text{ мм} = 0,54 \text{ м.} \quad (3)$$

В данном случае нам потребуются шнуры длиной 1 м.

С учетом близкого расположения коммутатора и видеосервера, для их соединения потребуются 2 шнура длиной по 0,2 метра.

Считая подобную схему линейной, предлагается перейти на эшелонную схему расположения оборудования, в основу которой положен отказ от выделения отдельных функциональных секций.

В основу такого принципа формирования положена статичность системы видеонаблюдения в части её конфигурации. Вид коммутационного поля с эшелонной схемой расположения оборудования и кабельными соединениями показан на рис. 2.



**Рис. 2.** Расположение оборудования системы видеонаблюдения и схема его соединения при эшелонной схеме

Данная схема отличается изменённым положением первого коммутатора и второй коммутационной панели.

Рассчитаем длину коммутационных шнуров. Для этого опять же пронумеруем патч-панели (10 и 6) и коммутаторы (8 и 4), как это было сделано ранее. Шнурами длиной 0,2 м соединяются: нижний ряд патч-панели №10 с верхним рядом коммутатора №6; нижний ряд коммутатора №10 с верхним

рядом патч-панели №4; нижний ряд патч-панели №6 с коммутатором №4. Так как расстояние между данным оборудованием 1 юнит. Остается только соединить верхний ряд патч-панели №10 и нижний ряд коммутатора №4. Расстояние между данными устройствами – 7 юнитов = 311,15 мм, тогда длина данных кабелей находится как:

$$L_1' = 225 + 311,15 = 536,15 \text{ мм} = 0,54 \text{ м.} \quad (4)$$

В данном случае нам потребуются шнуры длиной 1 м. Для соединения видеосервера с коммутаторами также потребуется 2 шнура по 0,2 м каждый.

Оценим в количественной форме выигрыш в длине коммутационных шнуров, для этого рассчитаем их общую длину в каждом случае.

Рассчитаем общую длину всех шнуров в коммутационном поле типовой схемы:

$$L_{1\text{общ}} = \sum L_i = 53,2 \text{ м.} \quad (5)$$

Определим общую длину шнуров в эшелонной схеме как:

$$L_{2\text{общ}} = \sum L_i' = 38,8 \text{ м.} \quad (6)$$

Рассчитаем разницу длин коммутационных шнуров при типовом и эшелонном расположении оборудования по формуле:

$$L_{\text{разн.}} = L_{2\text{общ}} / L_{1\text{общ}} * 100\% = 27\% \quad (7)$$

### **Выводы.**

1. Эшелонная схема уменьшает длину кабеля коммутационного шнура на 27%. Полученная экономия длины коммутационных шнуров достигается за счет возможности прямого соединения портов панелей и коммутаторов непосредственно через организатор - без вывода кабеля на уровень монтажных рельс.

2. Использование эшелонной схемы сокращает номенклатуру коммутационных шнуров до двух длин – 20 см и 1 м.

### **Библиографический список**

1. Семенов А.Б., Стрижаков С.К., Сунчелей И.Р. Структурированные кабельные системы // Саратов. – Профобразование. – 2017. – 640 с.
2. Семенов А.Б., Артюшенко В.М., Аббасова Т.С. Введение в структурированные кабельные системы // М. - Научный консультант. - 2018.- 206 с.
3. Семенов А.Б. Системные изменения в перспективных СКС // Первая мила. - 2020. - № 3 (88). - С. 16-21.

4. Семенов А.Б. Гибридные кабели для нижних уровней информационных систем // Первая миля. - 2018. - № 2 (71).- С. 18-22
5. Артюшенко В.М., Семенов А.Б., Аббасова Т.С. Проектирование и расчет мультисервисных кабельных систем // М.: Инфра-М, 2020. – 174 с.
6. Семенов А.Б. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов //М. – ДМК-Пресс. - 2010 – 416 с.
7. Семенов А.Б. Эволюция дистанционного питания // Журнал сетевых решений LAN. - 2015. - № 10. - С. 51-55
8. Семенов А.Б., Былина М.С., Кандзюба Е.В. Структура симметричного кабеля “длинного” Ethernet // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. - 2019. - Т. 13. - № 2. - С. 25-30
9. Семенов А.Б., Петраш В.Н. Симметричный двухпарный кабель связи для систем IP-видеонаблюдения // Патент на полезную модель RU 193174 U1, 16.10.2019. Заявка № 2019113803 от 07.05.2019.

## МЕТОДЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ИНЖЕНЕРНЫМИ СЕТЯМИ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

*Грибкова И.С., студентка магистратуры 2-го года обучения 7 группы ИИЭСМ*

*Научный руководитель – Мокрова Н.В., доц., д.т.н.*

В настоящее время в современном мире остро стоит вопрос ресурсосбережения. С каждым годом расходуется всё больше и больше ресурсов земли, что приводит к огромному истощению недр и значительному ухудшению экологической обстановки на планете.

На жилой фонд приходится около 20% всех топливно-энергетических ресурсов, что составляет значительную часть общего потребления в стране. Для снижения этого показателя необходимо повышать уровень энергетической эффективности многоквартирных жилых домов (МКД). Кроме того, ежегодное увеличение стоимости коммунальных услуг непосредственно оказывает влияние на собственников помещений без существенного улучшения их качества, что также поднимает вопрос об эффективности использования энергии.

В том числе, повышение энергоэффективности существующих и строящихся жилых зданий является одним из факторов, который способствует устойчивому развитию экономики, а также данное мероприятие способствует повышению комфортности проживания граждан.

Создание умного города должно способствовать улучшению качества жизни людей, одним из способов её достижения могут служить технологии городской информатизации, способствующие повышению эффективности обслуживания и удовлетворения потребностей жителей города. Кроме того, они могут способствовать тому, чтобы органы исполнительной власти города напрямую имели возможность взаимодействовать с жителями и предприятиями городской инфраструктуры, а также иметь возможность мониторинга и анализа того, что происходит в городе, как он развивается и с помощью каких мероприятий можно улучшить качество жизни в нём. В результате работы информационно-технологических систем, способных функционировать в режиме реального времени, информация от жителей и устройств может собираться, обрабатываться и анализироваться для дальнейшего принятия каких-либо решений различных проблем. Внедрение «умного» жилья подразумевает под собой энергоэффективные дома с «умными» системами и приборами учета коммунальных ресурсов, системами «умного» отопления и освещения, что способствует развитию экологии и энергоэффективности в «умном» городе.

Например, в перспективах Международного энергетического агентства с помощью развития новых технологий предполагается сократить потребление энергии зданиями на 23% и выбросы углекислого газа на 28% к 2050 году по сравнению со сценарием обычного развития, то есть продолжать текущие тенденции, но без особых усилий со стороны правительства, промышленности или общественности [1].

Согласно ФЗ от 23.11.2009 г. № 261 энергоэффективность – это характеристика, которая показывает отношение полезного эффекта от использования энергоресурсов к их затратам [2]. Порядок присвоения и подтверждения класса энергоэффективности МКД определён Приказом Минстроя России от 06.08.2016 года № 399/пр [3]. Класс энергоэффективности здания – это показатель, который оценивает как эффективно здание расходует энергию за время эксплуатации. В настоящее время существует семь основных классов энергоэффективности жилых зданий, которые указаны в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение класса	Наименование класса	Величина отклонения значения фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, %
A++	Близкий к нулевому	Ниже -75
A+	Высочайший	От -60 до -75 включительно
A	Очень высокий	От -45 до -60 включительно
B	Высокий	От -30 до -45 включительно
C	Повышенный	От -15 до -30 включительно
D	Нормальный	От 0 до -15 включительно
E	Пониженный	От +25 до 0 включительно
F	Низкий	От +50 до +25 включительно
G	Очень низкий	Более +50

В штате Калифорния США была принята программа, согласно которой все новые жилые здания имели бы нулевое энергопотребление к 2020 году, а коммерческие к 2030 году, что способствовало бы не только достижению главной цели – повышению энергоэффективности, но и ускорению темпов технологического развития в строительстве, поддержке эффективных демонстрационных проектов и широкомасштабных разработок образовательных программ [4].

Определённый перечень возможных мероприятий, которые могут способствовать повышению энергетической эффективности жилых зданий изложены в Приказе Министерства строительства и ЖКХ РФ от 15.02.2017 № 98/пр [5].

Данные мероприятия можно разделить на две основные группы:

- архитектурно-строительные;
- инженерно-технические.

По данным различных исследований и опыту применения данных мер было выявлено, что архитектурно-строительные являются более трудоемкими, затратными и обладают довольно большим сроком окупаемости, который может составлять более 10 лет. Модернизация инженерных сетей нуждается в меньших трудозатратах и имеет более короткие сроки окупаемости, поэтому достаточно целесообразно применение новых энергоэф-

фактивных технологий жизнеобеспечения, заключающихся в технических решениях по совершенствованию инженерных систем зданий, в том числе использование вторичных энергоресурсов и нетрадиционных источников энергии.

На данный момент для увеличения показателя энергоэффективности МКД разрабатывается и внедряется множество новых технологий и методик, способствующих повышению.

Инженерные системы зданий – важнейшая составляющая любого здания. Так как именно их работа определяет то, насколько точно будут выполняться функции, заложенные при проектировании.

К основным инженерным составляющим можно отнести следующие:

- электрические сети и освещение;
- отопление;
- вентиляция;
- водоснабжение;
- канализация;
- газоснабжение;
- слаботочные сети;
- охрана и системы раннего оповещения.

Создание интеллектуальной сети и повышение энергоэффективности – это две критически важные области, которым следует уделять особое внимание. Технические усовершенствования в рамках данных областей способствуют переходу к интеллектуальным системам учета и дистанционного управления инженерными сетями МКД, которые позволяют осуществлять анализ и управление за счет своевременного получения актуальных данных о состоянии сетей. Применение различных методов цифровизации в управлении инженерными сетями может способствовать экономии от 10 до 30% энергоресурсов, сокращению числа аварий в электросетях на 45%, в сетях водоснабжения и системе сточных вод – на 20%, повышению скорости их ликвидации до 35%, в том числе уменьшению расходов на 30% на сбор измерений и на эксплуатацию – на 15%. Для потребителей при правильной эксплуатации данных систем возможна экономия по оплате тепла, горячей воды и электроэнергии в размере от 25 до 40% по сравнению с обычными многоквартирными домами (в которых такие мероприятия не проведены).

Цифровизация в управлении инженерными сетями МКД для повышения энергоэффективности зданий ставит определённый ряд задач:

- экономичное и целесообразное потребление энергоресурсов;
- автоматизация сбора данных и удаленной их передачи с приборов учёта для исключения ошибок в связи с человеческим фактором;
- осуществление контроля над потреблением энергии при помощи личных кабинетов и приложений, предоставление возможности удалённо управлять приборами учета, оборудованием и сетями;
- моделирование всевозможных ситуаций для недопущения аварий и возможности их своевременного фиксирования и устранения;

– облачные хранилища и вычисления для мониторинга, аналитики и управления инженерными сетями;

– разработка комплексных мер по повышению заинтересованности жителей МКД в использовании данных технологий и как правильно ими пользоваться, чтобы достичь необходимых результатов.

Системы управления инженерными сетями должна обеспечивать:

– Непрерывность процесса работы с данными о функционировании сетей для предупреждения и своевременном устранении аварий;

– Мгновенное оповещение о сбоях в состоянии инженерных сетей;

– Запуск предусмотренных алгоритмов для предупреждения или ликвидации чрезвычайной ситуации;

– Целостная и взаимосвязанная работа инженерных сетей здания;

– Контроль и учет расхода энергоресурсов в процессе эксплуатации;

– Оценка и контроль потерь энергоресурсов при их транспортировке;

– Повышение качества работы, снижение расходов на сотрудников, обслуживающих инженерные системы дома;

– Автоматизированное формирование различных отчетов и счетов с высоким уровнем точности, в виде – схем, графиков, таблиц;

– Возможность вести оперативно финансовое планирование;

– Быстрое обнаружение ошибок в расчётах энергопотребления, возможность отслеживать решения и действия оперативного персонала;

– Хранение собранных данных по энергопотреблению за большой промежуток времени, возможность быстрого доступа к ним и просмотра;

– Мониторинг состояния инженерных сетей и оборудования в режиме реального времени;

– Автоматическое регулирование работы оборудования;

– Контроль и управление работой инженерных сетей и оборудования через личный кабинет или приложение пользователя.

Данная система должна состоять из подсистем диспетчеризации, учета энергоресурсов, автоматизации и сигнализации. Её можно разделить на 3 основных уровня:

1. Локальный уровень, который состоит из первичных измерительных приборов и исполнительных механизмов.

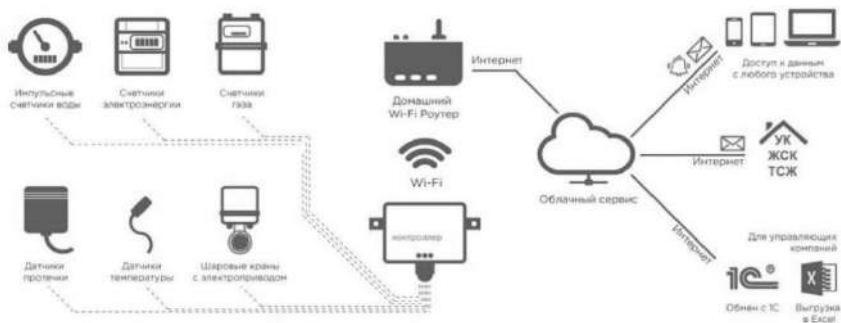
2. Устройства, осуществляющие сбор, подготовку и отправку данных по средствам беспроводных или проводных технологий.

3. Обработка и анализ полученных данных с помощью персонального компьютера или сервера с установленным специальным программным обеспечением (ПО).

Система должна обладать такими составляющими как: измерительные приборы и исполнительные механизмы; многофункциональная кабельная система; сети передачи данных; средства автоматизации и диспетчеризация; сертифицированное ПО; административные ресурсы; устройства для осуществления анализа, контроля и управления.

На рис. 1 представлена одна из возможных реализаций таких систем для управления инженерными сетями МКД.





**Рис. 1.** Система для управления инженерными сетями МКД

Основные компоненты системы, следующие:

1. Контроллер, который производит учёт энергоресурсов, контролирует состояние датчиков и подключённого оборудования, передаёт полученные данные в облачный сервис и реагирует на аварийные ситуации.

2. Облачный сервис, который способен хранить данные, анализировать расход энергоресурсов, отправлять оповещения и передавать показания приборов учёта необходимым способом.

3. Web – интерфейс и мобильные приложения, позволяющие осуществлять контроль за работой инженерных систем эксплуатирующим организациям, а также жителям МКД, которые таким способом могут знать, за что платят, соответствует ли качество предоставляемых им услуг условиям, заявленным поставщиками, каким образом можно сэкономить или оптимизировать потребление, чтобы сократить расходы, отслеживать работу управляющей компании (УК), быть информированными об авариях и их устранении, а также иметь возможность участвовать самим в управлении системами и устройствами их квартир.

Данная система является достаточно гибкой, может расширяться и совершенствоваться в зависимости от потребностей жителей и УК.

## Заключение

Таким образом, реализация комплекса энергоэффективных мероприятий в управлении инженерными сетями МКД позволяет обеспечить:

- экономию энергии;
- снижение эмиссии углерода и углекислого газа;
- предотвращение аварийных ситуаций;
- анализ и оптимизация затрат потребляемых ресурсов;
- согласованную работу инженерных систем здания;
- мониторинг, управление и контроль за работой инженерных сетей и обслуживающих организаций из одной точки;
- снижение риска аварий и преждевременного износа оборудования;

- своевременное обнаружение несанкционированного подключения;
- быстрый доступ к необходимым данным и обратную связь;
- оперативное реагирование;
- сокращение затрат жителей МКД на оплату коммунальных услуг, текущий и капитальный ремонт;
- повышение уровня комфорта проживания в МКД.

Стоит отметить, что цифровизация инженерных сетей МКД – это не только совокупность технических и программных средств, но и рассмотрение организационных мероприятий, которые способствуют рациональному и эффективному функционированию систем ЖКХ и делают жизнь человека более комфортной, а также реализации междисциплинарной образовательной программы для того, чтобы инженеры имели целостное представление об объекте, так как отсутствие надлежащего обновления их знаний считается одной из основных причин медленного внедрения новых доступных решений, то есть необходимы знания не только в системах электроснабжения и автоматизации, но и базовые знания в областях, связанных с архитектурой или гражданским строительством, так как это позволит оценить влияние интеллектуальных решений на достижение более высокой энергоэффективности.

#### Библиографический список

1. Papadopoulos, T., Christoforidis G., Papagiannis G. USE Efficiency: an innovative educational programme for energy efficiency in buildings// Journal «Energy, Sustainability and the Environment». URL: <http://dx.doi.org/10.1080/14786451.2015.1119833>.

2. Федеральный закон "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" с изменениями на 27.12.2018, редакция, действующая с 26.07.2019, N 261-ФЗ.

3. Приказ Министерства строительства и ЖКХ РФ от 06 августа 2016 года No 399/пр "Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».

4. Rajkovich N., Miller W., LaRue A. Zeroing in on Zero Net Energy // Book «International Journal of Sustainable Energy» 2011, №17 (497-517). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123851369100178>.

5. Приказ Министерства строительства и ЖКХ РФ от 15 февраля 2017 года No 98/пр.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ РЕСТОРАНА**

*Резников М.Д., студент 4-го курса 31 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Коломиец В.И., к.т.н.*

Система вентиляции, является неотъемлемой частью любого здания, это та система, благодаря которой здание «дышит». Для данной статьи было взято здание ресторана. Благодаря циркуляции воздуха в необходимом объеме, система позволяет обеспечить комфортное пребывание (для посетителей) и комфортные рабочие условия (для работников ресторана). За счет точного соблюдения санитарных норм за счет поддержки оптимальных параметров воздушной среды, напрямую обеспечивается прибыльность заведения общественного питания. Связано это с тем, что благодаря комфортным условиям, человек не будет отвлекаться на факторы, которые можно назвать «раздражающими» и сможет удовлетворительно провести свой досуг, а также данные условия повысят производительность труда.

Система вентиляции данного здания, должна соответствовать санитарным нормам воздухообмена, т.е. за время её активной работы в час, в помещении должна происходить полная циркуляция воздуха, под этим подразумевается отбор «затхлого» воздуха через вытяжную системы и поставка ему на смену свежего воздуха с улицы в должном количестве. В связи с этим возникает вопрос касательно параметров свежего воздуха, в первую очередь, его температуры. Для основных помещений ресторана, а именно тех, в которых находятся посетители и осуществляется рабочий процесс сотрудников, температура воздуха должна соответствовать параметрам, которые представлены в ГОСТ 30494-2011. «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»:

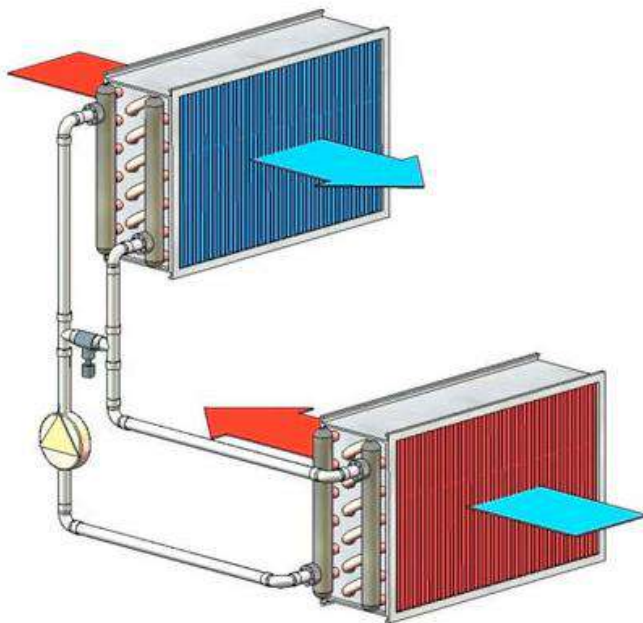
- 20-21 градус для холодного периода года;
- 23-25 градусов для теплого периода года.

Для того, чтобы добиться оптимальных параметров, озвученных ранее, воздушной среде необходимо передать энергию (для холодного периода года) или забрать её (для теплого периода года). Для данных манипуляций, в системе предусмотрены калорифер и охладитель, которые на данном объекте подключаются к инженерным системам (водоснабжение и отопление).

Чтобы обеспечить исправную работу системы вентиляции без постоянного участия человека, а также повысить её эффективность, следует использовать средства автоматизации.

Разработать систему автоматизации, которая справляется с контролем необходимых параметров не такая сложная задача, как создание системы, которая еще и будет энергоэффективной, без лишнего потребления энергетических ресурсов. Для системы характерно «выбрасывать» воздух, на который ранее была потрачена энергия, чтобы довести его параметры до оптимальных, чтобы затраченная энергия не пропадала зря, следует использовать что-то, что позволит повторно задействовать ранее затраченные ре-

сурсы. Более простым вариантом является использование камеры смешения приточного и вытяжного воздуха, однако, по моему мнению в 20-ом году этот способ получил удар по своей репутации, связанный с пандемией нового вируса COVID-19. Поскольку в удаляемом из помещения воздухе, содержится и тот, которые проходил через дыхательные пути людей, находящихся в помещении, в случае если одним из этих людей является зараженный человек, в нём может содержаться данный вирус, из-за чего подмес удаляемого воздуха, может стать еще одним способом распространения опасного заболевания. Для решения данного вопроса, было принято решение использовать рекуператор, который будет забирать энергию из удаляемого воздуха и передавать его посредством теплоносителя приточному.



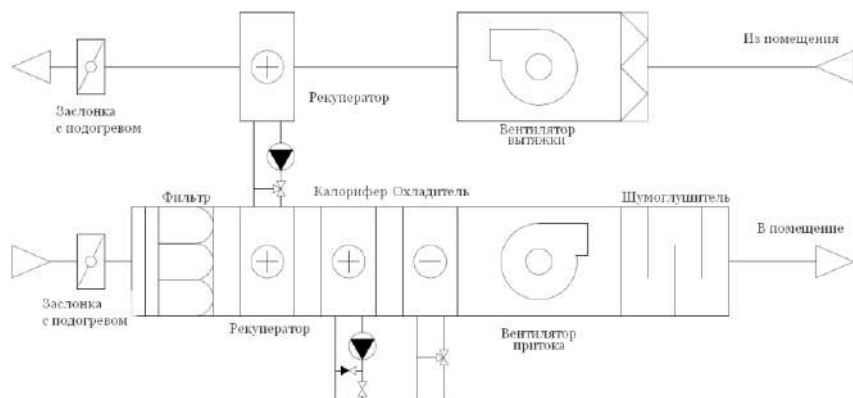
**Рис. 1.** Схема гликолевого рекуператора

Тогда система вентиляции для данного общественного здания, будет иметь следующий вид, согласно его принципиальной схеме представленной ниже.

На основе данной схемы, осуществляется создание системы автоматизации для системы приточно-вытяжной вентиляции ресторана. Данная система должна обеспечивать заданные параметры микроклимата помещений и обеспечивать оптимальный воздухообмен, согласно санитарным нормам.

В качестве основного оборудования автоматизации для данного проекта используется программно-технический комплекс отечественного произ-

водителя, от завода МЗТА, в качестве контроллера был выбран MC12 гE3035088-08, настроенный как master и релейный модуль расширения MR8.1121, служащий для увеличения числа дискретных входов и выходов.



**Рис. 2.** Принципиальная схема системы вентиляции

Система автоматизации приточно-вытяжной вентиляции должна обеспечивать:

Контроль и поддержание оптимальной температуры приточного воздуха.

Эффективное использование энергетических ресурсов, которые расходуются калорифером, охладителем, насосами и вентилятором.

Соблюдение режима день/ночь, согласно рабочему расписанию ресторана.

Отключение в случае возникновения аварийной ситуации.

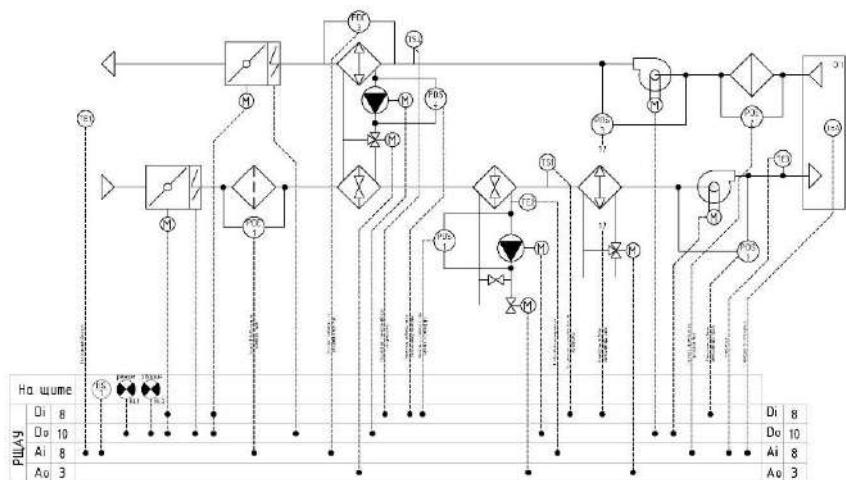
Контроль работы вентиляторов.

Управление и защита от замерзания заслонки приточной и вытяжной части.

Включение/выключение работы системы, а также изменение температуры уставки с пульта местного управления.

Для того, чтобы система смогла справиться с поставленной задачей. Необходимо запрограммировать контроллер, для этого используется бесплатное программное обеспечение доступное на сайте МЗТА «конграф». В данной программе используется программирование посредством добавления и соединения между собой функциональных блоков, в графической среде.

При правильном программировании, спроектированная система без труда справится с поставленными задачами. Функциональная схема автоматизации, а также принципиальная схема подключений представлены далее.



### Библиографический список

1. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка. [Электронный ресурс]. Учебно-практическое пособие. Вологда. Инфра-Инженерия, 2016, - 928 с.
2. Пыжов В.К. Системы кондиционирования, вентиляции и отопления [Электронный ресурс]: учебник/ Пыжов В.К., Смирнов Н.Н. – Электрон. текстовые данные. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина», 2019. – 528 с. – ЭБС «IPRbooks».
3. Протасевич А.М. Энергосбережение в системах теплогасоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Издательство: "Новое знание":2012 г.:1-е изд.: 286 с.
4. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
5. [www.mzta.ru](http://www.mzta.ru).

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗОН В ПОМЕЩЕНИЯХ БИБЛИОТЕКИ**

*Кондрашов Д.М., студент 4-го курса 2 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Поленов Д.Ю., ст. преп., к.т.н.*

Важнейшим параметром микроклимата в помещениях, от которого в большей степени зависят комфортные условия, является температура воздуха. Проблема низкой температуры воздуха в читальных залах и других помещениях для работы с литературой особенно проявляется в периоды перед началом и после окончания отопительного периода. К тому же, в большинстве случаев здания библиотек не имеют современных систем отопления, которые обладают функцией регулирования температуры теплоносителя в зависимости от температуры воздуха на улице. Эта проблема напрямую влияет как на здоровье людей, так и на эффективность функционирования здания в целом.

Предлагается решить данную проблему с помощью разработанной системы, осуществляющей зонное отопление помещений в автоматическом режиме с возможностью установления комфортной температуры. При этом будут соблюдаться требования и нормативы [1]. Преимущество такого подхода в том, чтобы отапливать до определённой температуры только те зоны помещений, где в данный момент находится человек, а не тратить тепловую энергию на всё помещение, достигая при этом общей температуры. В таком случае сотруднику нет необходимости вручную включать и выключать прибор и регулировать температуру нагрева, так как он работает только в момент присутствия человека в контролируемой зоне, а контроль температуры производится в автоматическом режиме.

Разработанная система позволит решить следующие задачи:

1. Снизить температуру в помещениях библиотек в периоды до начала, после окончания и в наиболее холодные время отопительного периода.
2. Задавать комфортную температуру на своём рабочем месте.
3. Освободить пользователя от необходимости ручного включения и регулирования отопительного прибора для поддержания нужной температуры.
4. Сэкономить тепловую и электрическую энергии по сравнению с использованием дорогостоящего мощного отопительного прибора, отапливающего всё помещение полностью.

Сравнительный анализ подобных систем показал, что системы с таким же полным набором реализуемых функций на данный момент нет. Среди ближайших выделяются:

- 1) Терморегуляторы на основе микропроцессора. Эти цифровые устройства представляют собой слаботочный электронный термостат.
- 2) Терморегулятор, включаемый в розетку. Он также может автоматически управлять отопительным прибором, имеет датчик температуры и

обладает функцией задания температуры в помещении (на корпусе устройства).

Их недостатки:

1) Терморегулятор, включаемый в розетку, не имеет встроенной функции включения по датчику расстояния. А для задания температуры нужно подходить в розетку, чтобы установить нужное значение.

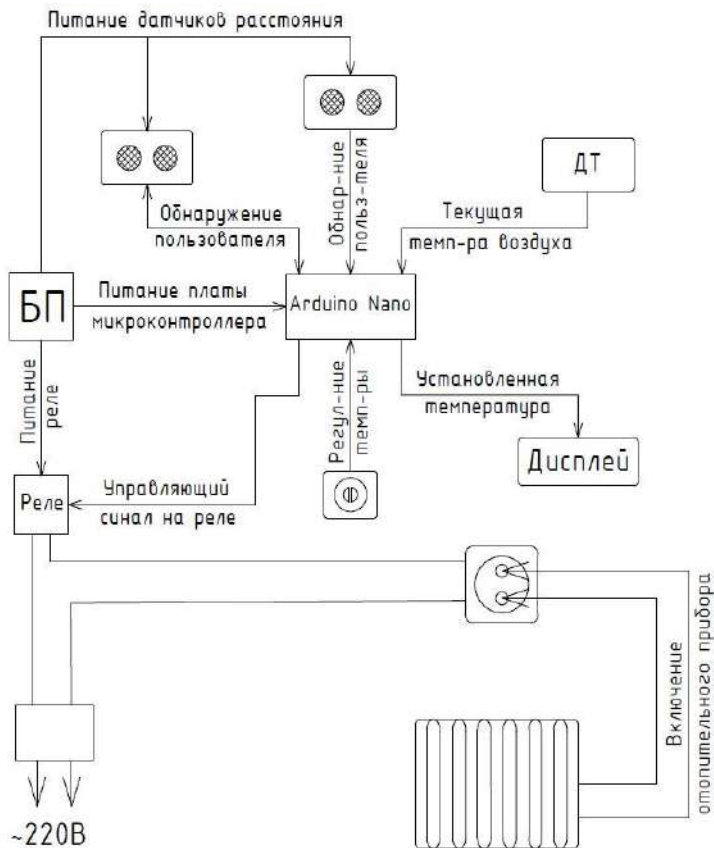
2) Цифровые программируемые терморегуляторы представляют собой незаконченные устройства с ограниченным набором функций: в их составе отсутствует датчик расстояния, по которому будет запускаться отопительный прибор, в комплекте нет выносного регулятора температуры для пользователя (приходится пользоваться кнопками на самой плате) и дополнительные элементы системы (блок питания, корпус) требуется покупать отдельно.

Данные недостатки могут быть устранены путём добавления к уже существующим устройствам дополнительных элементов: датчиков расстояния и регулировочной ручки для задания температуры. Это сделает работу системы более удобной для пользователя. Включение и выключение отопительного прибора в таком случае будет производиться автоматически в зависимости от нахождения человека в контролируемой зоне. Регулирование станет более удобным для пользователя, так как вместо кнопок на плате будет использоваться выносная ручка, которую можно расположить непосредственно на рабочем месте. Согласно рекомендациям [2], в этом случае в качестве отопительного прибора должны быть использованы маломощные и малогабаритные приборы, которые рассчитаны на отопление небольших площадей. Тогда его можно поместить в пространстве рядом с рабочим местом или под столом.

Предлагаемая же в статье система реализована на базе с микроконтроллером ATmega328. В её состав входят два датчика расстояния, датчик температуры, дисплей, потенциометр, реле, розетка, шнур с вилкой, блок питания и отопительный прибор. Структурная схема системы представлена на рис. 1.

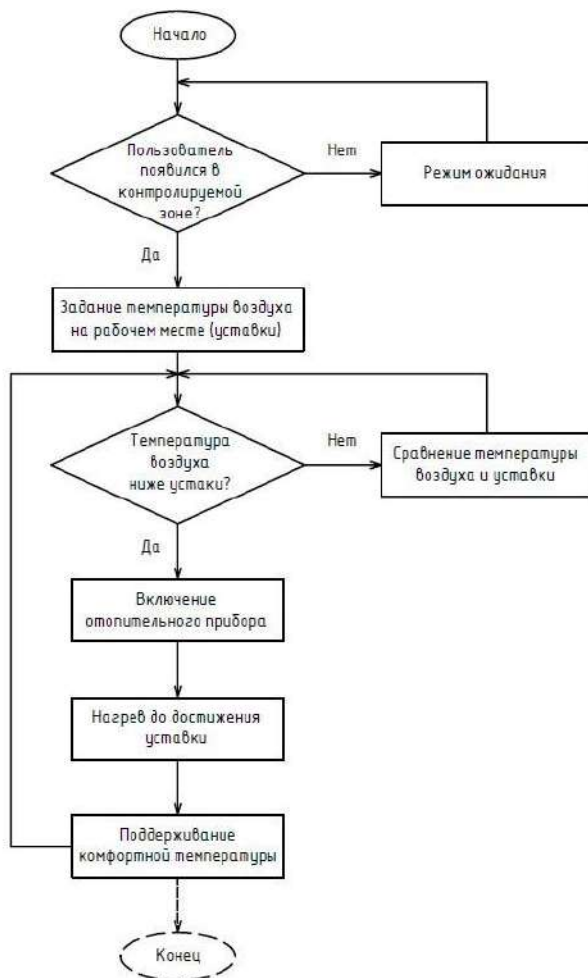
Принцип работы системы заключается в следующем: при появлении в контролируемой зоне человека, которое фиксируется одним из двух датчиков расстояния, подаётся сигнал на микроконтроллер, затем контроллер подаёт управляющий сигнал на катушку реле, которое замыкает цепь напряжения 220В включения отопительного прибора в розетку. В это же время загорается дисплей, на котором отображается установленная пользователем температура окружающего воздуха в контролируемой зоне помещения (уставка). Текущее значение температуры воздуха система получает по сигналу от выносного датчика температуры. Сравнение значения текущей температуры воздуха в контролируемой зоне и уставки происходит в каждый момент времени, когда пользователь находится в контролируемой зоне. Пользователь может изменять уставку, вращая ручку потенциометра, который также присоединяется к микроконтроллеру.





**Рис. 1.** Структурная схема системы автоматического управления и контроля

Принцип работы системы заключается в следующем: при появлении в контролируемой зоне человека, которое фиксируется одним из двух датчиков расстояния, подаётся сигнал на микроконтроллер, затем контроллер подаёт управляющий сигнал на катушку реле, которое замыкает цепь напряжения 220 В включения отопительного прибора в розетку. В это же время загорается дисплей, на котором отображается установленная пользователем температура окружающего воздуха в контролируемой зоне помещения (уставка). Текущее значение температуры воздуха система получает по сигналу от выносного датчика температуры. Сравнение значения текущей температуры воздуха в контролируемой зоне и уставки происходит в каждый момент времени, когда пользователь находится в контролируемой зоне. Пользователь может изменять уставку, вращая ручку потенциометра, который также присоединяется к микроконтроллеру. Блок-схема алгоритма работы системы представлена на рис. 2.



**Рис. 2.** Блок-схема алгоритма работы системы

Если температура воздуха в отапливаемой зоне ниже уставки, то включается отопительный прибор и происходит нагрев до того момента, пока температура воздуха не достигнет уставки. После контроллер подаёт сигнал на реле, цепь питания размыкается и отопительный прибор выключается. Если со временем температура в контролируемой зоне станет ниже уставки, то прибор вновь включается и таким образом происходит поддержание температуры. Если температура воздуха в контролируемой зоне выше уставки, прибор не включается. Значения отклонения температуры воздуха от уставки, при котором происходит включение отопительного прибора и необходимые временные задержки устанавливаются при программировании системы.

Когда датчики расстояния не фиксируют пользователя в контролируемой зоне, дисплей и отопительный прибор выключаются, система переходит в режим ожидания. Сборка и выполняется с соблюдением требований [3] и [4].

В помещениях библиотек площадь контролируемой зоны не должна превышать  $5 \text{ м}^2$  при мощности отопительного прибора примерно 500 Вт.

Рассмотрим пример расчёта экономии электроэнергии и денежных средств при использовании зонного отопления с помощью разработанной системы по сравнению с отоплением полностью всего помещения. Расчёт выполнен согласно рекомендациям [5].

Предположим, что в библиотеке в г. Москва есть читальный зал площадью  $40 \text{ м}^2$ . И для его отопления используется электрический конвектор мощностью 3 кВт (мощность соответствует площади обогрева из паспорта прибора). Тогда, при рекомендуемой площади контролируемой зоны для разработанной системы, равной  $5 \text{ м}^2$  потребуется 8 отопительных приборов мощностью 0,5 кВт. Допустим, в первом случае мощный конвектор работает 8 часов в сутки 20 дней в месяц 4 месяца в год. С учётом автоматического режима работы системы и неполной посещаемости читального зала, примем, что во втором случае приборы работают вдвое меньше по времени, то есть 4 часа в сутки и также 20 дней в месяц 4 месяца в год. Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии в г. Москва в 2021 году в среднем составляет 5,66 руб./кВт·ч. Рассчитать количество потребляемой электроэнергии в месяц можно по формуле (1):

$$E = n \cdot P \cdot t \cdot k, \quad (1)$$

где  $E$  – потребляемая электроэнергия в месяц, кВт·ч;  $n$  – число используемых отопительных приборов, шт.;  $t$  – количество часов работы приборов в месяц, шт.;  $k$  – количество дней работы приборов в месяц, шт.

Стоимость потребляемой электроэнергии в месяц вычисляется по формуле (2):

$$C = E \cdot C_{1\text{кВт}\cdot\text{ч}}, \quad (2)$$

где  $C$  – стоимость электроэнергии в месяц, руб.;  $C_{1\text{кВт}\cdot\text{ч}}$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб./кВт·ч.

Экономия денежных средств в месяц рассчитывается по формуле (3):

$$\mathcal{E}_m = C_1 - C_2, \quad (3)$$

где  $\mathcal{E}_m$  – экономия денежных средств в месяц, руб.;  $C_1$  – стоимость электроэнергии в месяц при использовании одного отопительного прибора, руб.;  $C_2$  – стоимость электроэнергии в месяц при использовании зонного отопления, руб.;

Экономия в процентном соотношении можно найти по формуле (4):

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \cdot 100\% / C_1, \quad (4)$$

Срок окупаемости используемых устройств системы автоматического зонного отопления вычисляется по формуле (5):

$$T_{ок}=(n \cdot C_{уст}) / (\mathcal{E}_м \cdot q), \quad (5)$$

где  $T_{ок}$  – срок окупаемости используемых устройств системы автоматического зонного отопления, год.;  $C_{уст}$  – стоимость одного устройства (включая отопительный прибор), руб.;  $q$  – количество месяцев работы в год, шт.;

Выполним программный расчёт показателей энергоэффективности согласно формулам (1)-(5) с использованием электронных таблиц Excel. Результаты расчёта приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Программный расчёт основных показателей энергоэффективности**

№	Название параметра	Ед. изм.	Отопление всего помеще- ния	Автоматиче- ское зонное отопление
1	Площадь отапливаемо- го помещения	м <sup>2</sup>	40	
2	Стоимость одного устройства	руб.	-	3000
3	Число используемых отопительных прибо- ров	шт.	1	8
4	Мощность одного ото- пительного прибора	кВт	3	0,5
5	Количество часов ра- боты в сутки	ч	8	4
6	Количество дней рабо- ты приборов в месяц	шт.	20	
7	Количество месяцев работы в год	шт.	5	
8	Потребляемая электро- энергия в месяц	кВт·ч	480	320
9	Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии	руб./ кВт·ч	5,66	
10	Стоимость потребляе- мой электроэнергии в месяц	руб.	2716,8	1811,2
11	Экономия денежных средств в месяц	руб.	-	905,6
12	Экономия в процент- ном соотношении	%	-	33
13	Срок окупаемости	год	-	5,3

Разработанная система автоматического управления и контроля отдельных зон помещений библиотеки:

1) решает проблему низких температур в помещениях библиотек в периоды до начала, после окончания и в наиболее холодные время отопительного периода.

2) имеет надёжный удобный для пользователя способ регулирования температуры на рабочем месте.

3) позволяет экономить 33% электроэнергии по сравнению с использованием традиционного метода отопления помещений;

4) имеет низкий для средств автоматизации срок окупаемости, равный 5 лет;

5) позволит увеличить посещаемость библиотек и общую эффективность функционирования здания.

6) может быть использована в помещениях других зданий, где необходимо поддерживать заданный температурный режим.

Таким образом, в результате проведенной работы, получены следующие результаты:

1) выявлена проблема низких температур в помещениях библиотек в периоды до начала, после окончания и в наиболее холодные время отопительного периода;

2) для решения данной проблемы предложена система автоматического управления и контроля;

3) проведён анализ устройств-аналогов, выявлены их недостатки;

4) разработаны структурная схема, схема электрическая принципиальная и блок-схема алгоритма работы системы;

5) разработано программное обеспечение, реализующее алгоритм работы системы;

#### Библиографический список

1. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 (с Изменением N 1).

2. Протасевич А. М. Энергосбережение в системах теплогасоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Учебное пособие / А. М. Протасевич. - Минск ; Москва : Новое знание ; Инфра-М, 2017. - 285 с.

3. СП 77.13330.2016 Системы автоматизации. Актуализированная редакция СНиП 3.05.07-85.

4. СП 256.1325800.2016 Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа (с Изменениями N 1, 2, 3).

5. О.Д. Самарин. Основы обеспечения микроклимата зданий. Учебник. – М.: Изд-во АСВ. 2014. 208 с.

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА

*Лёвкин А.В., студент 4-го курса 30 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Гвоздев Е.В., доц.*

Силикатным кирпичом называется искусственный стеновой материал, который производится безобжиговым способом. За основу силикатного кирпича берутся следующие составляющие:

- Гашеная известь, процентное содержание которой от 6 до 11 процентов;
- Песок, процентное содержание которого равно от 80 до 85 процентов;
- Вода;
- Различные добавки;

Данные компоненты смешиваются, дополнительно увлажняются. Далее эта смесь прессуется, а затем обрабатывается паром высокого давления при определённой температуре, после чего получается итоговая продукция с высокой твёрдостью и прочностью.

Сегодня силикатные изделия – отличный экологически безупречный строительный материал, прочный, надёжный, долговечный и функциональный.

Одним из важнейших экономических показателей выпуска продукции является себестоимость продукции. Данный факт обуславливает актуальность данной работы.

Для достижения данной цели предлагается использовать доломитовую муку.

Выбор данного материала обусловлено следующими факторами:

- Низкая стоимость доломитовой муки вызвана тем, что она является побочным отходом от производства иного сырья;
- Выгодное географическое положение заводов, которые производят доломитовую муку;
- Необходимость утилизации как побочного компонента;

Опираясь на цены региональных торговых площадок, средняя цена доломитовой муки составляет 132 рублей 90 копеек за тонну.

Далее указана стоимость компонентов силикатной смеси (за тонну):

- Негашенная известь (строительная) – 15020 (руб);
- Кварцевый песок – 1390 (руб);
- Вода – 0 (руб);

Учитывая вышеуказанные преимущества доломитовой муки, можно сделать вывод, что её добавление в состав силикатной смеси удешевит её, без изменения технологии производства.

Также стоит выделить, что добавление доломитовой муки в силикатную смесь, происходит небольшое (до 10 процентов) увеличение прочности продукции.

Рассчитаем экономическую эффективность от добавления доломитовой муки в силикатную смесь.

В первую очередь рассчитаем стоимость силикатной смеси без использования доломитовой муки:

$$P_1 = 0.07 \cdot 15020 + 0.85 \cdot 1390 = 2232.9 \text{ (руб.)} \quad (1)$$

Найдём стоимость силикатной смеси с использованием доломитовой муки:

$$P_2 = 0.07 \cdot 15020 + 0.81 \cdot 1390 + 0.05 \cdot 132.9 = 2183.9 \text{ (руб.)} \quad (2)$$

Тогда экономический эффект от использования доломитовой муки при производстве силикатного кирпича:

$$P = (P_1 - P_2) / P_2 = (2232.9 - 2183.9) / 2232.9 = 0,0219 \approx 2,19 \text{ (\%)} \quad (3)$$

Но достижение данного экономического эффекта невозможно без высококачественного дозирования компонентов смеси.

В большинстве проектов со схожими задачами используется дозаторы непрерывного действия.

Наиболее перспективны дозаторы непрерывного действия с регулированием по расходу.

Данные дозаторы имеют крайне высокую производительность за счёт высокой точности подачи компонентов в смеситель.

В таких дозаторах применяется следующий вид управления: через изменение скорости ленты весового транспортера.

Данный вид управления обеспечивает возможность равномерной подачи материала, а также широкий диапазон регулирования.

Именно поэтому для решения поставленных задач по высококачественному дозированию я предлагаю использовать дозатор – интегратор непрерывного действия, который является разработкой канд. техн. наук, профессора НИУ МГСУ Тихонова Анатолия Фёдоровича и преподавателя НИУ МГСУ Харькова Дмитрия Алексеевича.

Структурная схема данного дозатора представлена на рис. 1.

Данный дозатор работает по следующему принципу:

Сигнал  $V_1$  с выхода индуктивного преобразователя и  $V_2$  от тахогенератора (датчика контроля скорости) подаются на элемент умножения ЭУ, а с него напряжение  $U_0(t)$  подается на элемент сравнения ЭС.

В ЭС происходит вычитание сигнала от задатчика, определяемого заданную производительность  $Q_0$  и суммарный сигнал от ЭУ. В результате этого вырабатывается сигнал рассогласования:  $\Delta V(t) = V_3 - V_0(t)$ , который подается на МКР, что приводит к изменению скорости вращения вала асинхронного привода Млт (уменьшается или увеличивается в зависимости от значения  $V_3$ ) с помощью частотного преобразователя Пф.

В результате этого происходит регулирование линейной скорости ленточного транспортера  $V(t)$  в зависимости от массы материала РМ.

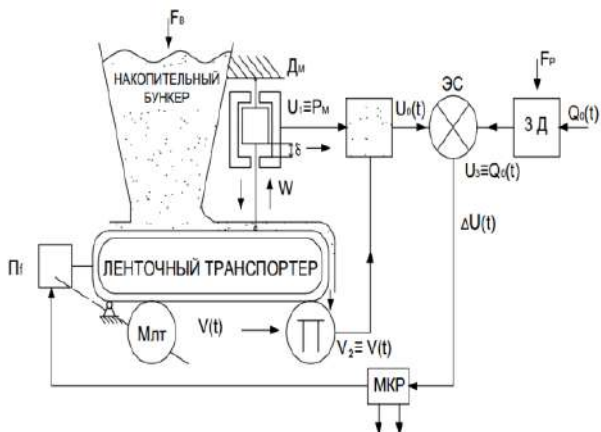


Рис. 1. Структурная схема дозатора - интегратора

**Выводы.** За счёт добавления доломитовой муки в силикатную смесь и использования вышеуказанного дозатора позволяет повысить точность дозирования компонентов, что даёт возможность снизить себестоимость и повысить прочность продукции.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 12.2.100-97 Машины и оборудование для производства глиняного и силикатного кирпича, керамических и асбестоцементных изделий. Общие требования безопасности.
2. ГОСТ 379-2015. Кирпич, камни, блоки и плиты перегородочные силикатные. Общие технические условия.
3. ГОСТ 9179-2018. Известь строительная. Технические условия.
4. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности: учеб.- справ. пособие. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. 368 с.



## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ЖИЛОГО ПОМЕЩЕНИЯ

*Марусяк Д.Е., студент 4-го курса 31 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Шилкина С.В., доц., к.т.н.*

**Введение.** Жилые помещения являются основными местами отдыха и повседневной жизнедеятельности человека. Ещё с давних времен человек стремился найти новые, лучшие способы создания благоприятных условий жизни и пребывания в доме. В настоящее время наступает период перехода от допустимых условий параметров микроклимата в помещениях к оптимальным (комфортным), наилучшим условиям.

Данная статья затрагивает проблемы нехватки свежего воздуха в жилых помещениях, контроля параметров микроклимата, а также их решение. Иными словами, в данной статье речь пойдёт об адаптивном управлении приточной вентиляции в жилых помещениях.

В помещениях, где находятся люди, очень часто можно ощутить духоту, от которой появляется сонливость, вялость, возникает плохое самочувствие. Зачастую это связано с низким воздухообменом, так как в жилых домах приточная вентиляция является естественной, свежий воздух попадает к нам лишь через различные зазоры, открытые двери и окна. Из-за отсутствия необходимого притока свежего воздуха и возникают различные недомогания. Поэтому жилые помещения нуждаются в свежем притоке воздуха. Взять этот приток можно с улицы, например, открыв окно, тогда мы получим необходимый приток воздуха. Однако не для кого не секрет, что с развитием технологий экологическая ситуация в мире только ухудшается, и атмосферный воздух уже нельзя назвать свежим и чистым. Значит необходимо фильтровать этот подаваемый воздух.

Установка вентиляционных принудительных систем будет чрезвычайно дорогой и строительные компании вряд ли будут альтруистами в этом вопросе, следовательно, необходим более дешёвый способ обеспечения нужных параметров микроклимата.

**Материалы и методы.** Отличным решением данной проблемы будет являться установка в жилых помещениях приточных вентиляционных клапанов. Есть несколько разновидностей этих клапанов. Весьма приемлемой реализацией данной идеи является клапан, встраиваемый в отверстие несущей стены, имеющей выход на улицу или балкон. Особенно актуально это зимой, когда наступают морозы, а дома отапливаются так, что «любая баня позавидует». При этом простое открытие окон сопровождается резким охлаждением помещения, из окна начинает «дуть», ни о каких комфортных условиях и речи не идёт, именно поэтому вентиляционный клапан является хорошим решением данной проблемы. В клапане находится фильтр, оказывающий сопротивление воздуху, поэтому скорость воздуха снижается, не образуются сквозняки, распределение воздуха происходит равномерно.

Согласно Приложению 2 источника [1] скорость воздуха в жилых помещениях не должна превышать 0,2 м/с.

Стоит также подчеркнуть самый главный минус обычного проветривания с помощью окон – это шум улицы. В соответствии с [2] есть нормативы уровня шума, которые нельзя нарушать, это может вызвать раздражение, головные боли, создать условия дискомфорта. Несмотря на нормативные требования каждый человек индивидуален по-своему, поэтому некоторые из нас плохо переносят даже самый тихий шум.

Приточные клапаны обладают шумоизоляцией, что однозначно является их огромным преимуществом.

Как уже ранее было сказано, уличный воздух давно не является идеально чистым, особенно если рядом с домом находятся различные предприятия, автомобильная эстакада с множеством машин, выпускающих выхлопные газы.

Отмечу, что ещё одной важной проблемой города являются насекомые, особенно в тёплый период года, например, комары проникают в квартиру даже через москитную сетку.

Для решения перечисленных выше проблем и существует фильтр, который непосредственно устанавливается в самом приточном клапане, но стоит отметить, что помимо загрязнённого уличного воздуха, воздух внутри помещения зачастую ничуть не лучше. Эта ситуация возникает не только из-за выделения углекислого газа человеком и различными бытовыми приборами. Вся наша техника и мебель буквально пропитаны растворами, лаками, что также способствует ухудшению качества воздуха.

21 век стал веком стеклопакета. Сейчас он присутствует, практически, в каждой пятой российской семье. Нельзя не согласиться, что стеклопакет выглядит красиво, его гораздо проще очистить, нежели дерево. Он более долговечен, не надо переживать, что со временем потрескается краска и придётся снова проводить покраску, ко всему прочему, пластиковые окна смотрятся куда лучше объёмных деревянных окон, к тому же стеклопакет отлично сохраняет тепло в квартире, поэтому в помещениях со стеклопакетом всегда жарче, нежели в помещениях с деревянными окнами.

Отметив плюсы стеклопакета, стоит перейти перечислению минусов, один из основных - это та самая ненатуральность материала, выделение вредных веществ из-за их химического покрытия. Однако стоит заметить, что прежде стоит изучить материал окон, изучить рынок. Отмечу, что на рынке довольно много фирм-производителей, выпускающих товар разного качества. Несмотря на указанные минусы стеклопакета, пожалуй, самый главный минус – это парниковый эффект [3]. Многие люди сталкивались с проблемой, когда летом при закрытых пластиковых окнах помещение становится «настоящей баней», появляется духота, становится невозможно нормально дышать, отсутствует требуемый воздухообмен. Люди начинают открывать форточки и сталкиваются с проблемами проникновения насекомых, а также шумов с наружной стороны помещения.

Не только летом, но и зимой может получиться парниковый эффект из-за высоких температур по причине подачи завышенного количества тепла в отопительные приборы. Поэтому люди вынуждены принимать меры: открывать окна, а далее возможно возникновение проблем, перечисленных выше. Именно поэтому строительство должно выходить на новый этап, а проектировщики и разработчики должны больше заботиться о здоровье населения.

**Варианты решения проблем.** Встраиваемые приточные клапаны были бы экономичным решением, достаточно лишь пробурить отверстие в стене и смонтировать туда клапан. Этот вариант сильно облегчил бы жизнь многим людям, не было бы необходимости в установках сплит-систем, способствующих возникновению простуды или же напольных вентиляторов, которые могут вызывать неприятные ощущения озноба, из-за создаваемого эффекта ветра. При желании можно присоединить небольшой вентилятор к клапану, тогда распределение потока воздуха в помещении будет куда более равномерным, в отличие от обычного напольного вентилятора. Помимо внутрстенного клапана существует аналогичный клапан, устанавливаемый на окна, это также является неплохим решением проблем, но коэффициент полезного действия данного клапана будет уже значительно ниже, это скорее альтернативный вариант.

Возникла потребность в необходимости приточного вентиляционного клапана, но означает ли это, что теперь люди будут также подходить к окну, настраивать клапан, как им нужно? Ведь действия человека аналогичны открытию окна. Человечество давно вышло на путь новых технологий, когда автоматизация является неотъемлемой частью технического прогресса.

Моя идея связана с тем, что к клапану приточного воздуха можно смонтировать сервопривод, который будет отвечать за его открытие и закрытие. Также можно настроить сервопривод для открытия вполоборота.

Сервопривод достаточно подключить к контроллеру, а с контроллером связать bluetooth-модуль или wi-fi-модуль, или же найти контроллер с этими встроенными компонентами. Благодаря связи wi-fi можно управлять задвижкой клапана удалённо, даже не находясь дома, достаточно, чтобы в жилище был включён wi-fi, а на телефоне имелся интернет, тогда с помощью приложения можно подавать команды, даже находясь очень далеко от дома.

Удалённое управление сейчас лишь зарождается, но совсем скоро его отсутствие для нас станет таким же непривычным явлением, как отсутствие дома стиральной машины. Благодаря удаленному управлению человек может заранее отправить команду на открытие заслонки (включение вентилятора), чтобы проветрить помещение перед приездом или же наоборот закрыть заслонку, чтобы помещение прогрелось. Помимо данной функции можно отслеживать состояние температуры, влажности и концентрации углекислого газа удалённо, что является важным аспектом безопасности квартиры.

Для того, чтобы знать насколько нагрето помещение необходимо к контроллеру подключить датчик температуры и влажности для контроля за состоянием микроклимата в помещении. Показания о состоянии параметров можно также наблюдать в приложении на телефоне, это очень удобно и не требует постоянных затрат.

Немало важным компонентом системы вентиляции является датчик углекислого газа, который работает по принципу изменения сопротивления на контактах. В датчик вносятся показатели сопротивления свежего воздуха и производится соотношение с измеряемым сопротивлением воздуха. Это соотношение и показывает концентрацию вредных веществ в воздухе, измеряемой в ppm (parts per million).

Именно углекислый газ оказывает существенное воздействие на состояние людей, при больших концентрациях человек начинает хуже соображать, появляется сильная сонливость и слабость. Поэтому стоит уделить внимание наличию данного датчика, не говоря уже о том, что он может обнаружить утечку бытового газа в квартире, что обезопасит жилище. Нормы ppm углекислого газа содержатся в [4], однако специалисты не согласны с этими нормами и считают, что показания завышены, а реальные нормы должны быть ниже на 100-200 ppm в связи с разной физиологией людей.

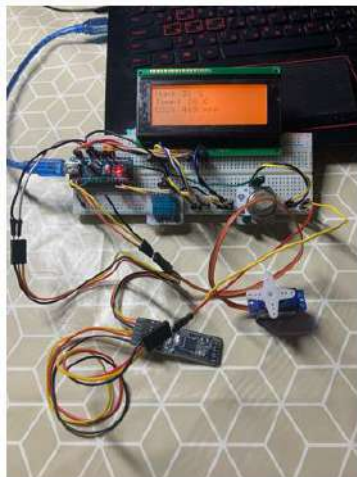
Датчик углекислого газа можно связать с сервоприводом воздушного клапана. Так при превышении допустимого значения ppm датчик подаст сигнал контроллеру, а тот в свою очередь подаст команду на открытие клапана. Таким образом, сработает уже самая настоящая автоматика, а с помощью подачи команд с телефона можно управлять заслонкой клапана вручную. Автоматика обеспечит подстраховку жилого помещения от возможных газовых утечек.

В связи с тем, что статья не ставит коммерческих целей, то фирмы и компоненты для реализации данных идей не приведены.

**Разработка макета.** Практическая часть системы создана на конструкторской платформе Arduino. Данный проект не является предложенным вариантом решения, а служит лишь в качестве примера, поскольку такие решения не являются профессиональными и, как правило, разработчики не несут за них ответственности, хоть решения и могут быть выполнены на этой платформе.

В предлагаемом мною макете были задействованы (рис. 1):

- Плата Arduino Nano;
- Макетная плата;
- Перемычки;
- Usb-провод для Arduino Nano;
- Датчик температуры и влажности DHT11;
- Датчик углекислого газа MQ-135;
- ЖК-дисплей МЭЛТ;
- Микро-сервопривод FS90;
- Bluetooth-модуль.



**Рис. 1.** Схема подключения элементов макета и макет системы контроля и управления вентиляцией

В ходе эксперимента были выявлены показатели микроклимата в жилом помещении. Влажность и показатель концентрации углекислого газа лежат в пределах норм, согласно [4], температура превышает своё значение на 6 градусов, что говорит о сильном превышении оптимальных значений в зимний период года. В ходе эксперимента была выявлена необходимость в установке приточного вентиляционного клапана для понижения температуры воздуха в помещении. В качестве имитации открытия и закрытия клапана выступает сервопривод. При этом bluetooth-модуль демонстрирует возможность управления клапаном удалённо (рис. 2). Схемы подключений устройств представлены в материалах [5...8].

**Алгоритм работы.** Датчик температуры и влажности, а также датчик углекислого газа работают постоянно при подключении устройства (данного макета) к сети питания. Питание происходит через USB-кабель от напряжения 5В постоянного тока. Датчики отправляют свои показания на дисплей устройства, а также на телефон по bluetooth. Открытие и закрытие клапана вентиляции (поворот сервопривода) происходит по команде человека через телефон, который также отправляет сигнал на bluetooth-модуль, а тот принимает полученный сигнал, обрабатывает его и передаёт далее на контроллер, контроллер отправляет сигнал на сервопривод для закрытия/открытия клапана. Проект предусматривает автоматическое открытие вентиляционного клапана при концентрации углекислого газа в воздухе 800 ppm и более, происходит адаптивное управление вентиляцией.

**Заключение. Выводы.** В статье проанализирована проблема создания комфортных условий в жилых помещениях и предложены пути её решения. Для этого мною был разработан макет контроля параметров микроклимата

помещения, произведены измерения влажности, концентрации углекислого газа, температуры. Разработанный мною макет позволил выявить отклонения значений параметров от оптимальных значений. В статье был представлен и описан алгоритм работы устройства (макета). В результате проведённого эксперимента определена необходимость в установке приточного вентиляционного клапана в целях снижения температуры воздуха в помещении, имитация открытия и закрытия клапана осуществлялась с помощью сервопривода, при этом bluetooth-модуль позволяет управлять клапаном удалённо. Таким образом, разработанная система контроля параметров микроклимата способствует обеспечению безопасности жилья.

#### Библиографический список

1. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.2.2645-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях".

2. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменением N 1).

3. Интернет-источник: <https://www.mosokna.ru/info/plastik-derevo-aljuminij-vzveshivaem-vse-za-i-protiv/> (дата обращения: 22.02.2021).

4. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

5. Интернет-источник: <http://wiki.amperka.ru/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%8B:mq135> (дата обращения: 21.02.2020).

6. Интернет-источник: <http://wiki.amperka.ru/products:display-lcd-text-20x4> (дата обращения: 21.02.2020).

7. Интернет-источник: <http://wiki.amperka.ru/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%8B:troyka-dht11> (дата обращения: 21.02.2020).

8. Интернет-источник: <https://www.youtube.com/watch?v=reswofJLRJ8&t=80s> (дата обращения: 21.02.2020).

# ПЕРЕДАЧА СИГНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИОМОДУЛЕЙ NRF24L01 В СИСТЕМАХ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Оголихин А.Д., студент 4-го курса 11 группы ИГЭС  
Научный руководитель – Поленов Д.Ю., ст. преп., к.т.н.*

Для освещения спортивной площадки площадью 162 м<sup>2</sup> была запроектирована автоматизированная система освещения. На начальных этапах разработки данную систему планировалось применять только для описанной площадки. Однако в процессе проектирования в систему были заложены такие показатели и характеристики, которые в сочетании с ее структурным оформлением позволяют использовать систему на открытых и закрытых территориях гражданских и промышленных зданий и сооружений. В состав системы входит два осветительных прибора и модуль управления, предназначенный для осуществления контроля за параметрами системы как автоматически, так и вручную. Модуль управления устанавливается в месте, наиболее удобном для контакта с ним человека. Для подачи команд на модуль управления предусмотрен пульт с инфракрасным сигналом, служащий для первоначального запуска системы в автоматическом режиме и для ручного контроля за освещением в процессе эксплуатации при необходимости. Осветительные приборы устанавливаются по периметру площадки на значительном расстоянии от модуля управления. Осуществлять проводную связь между составными частями системы оказалось нецелесообразным из экономических соображений. Поэтому одной из главных задач при проектировании системы явилась необходимость применить наиболее эффективный и надежный способ связи между модулем управления и непосредственно приборами освещения. Используемый в системе модуль связи должен обеспечивать:

- 1) стабильно мощный сигнал связи при значительном удалении проекторов от модуля управления;
- 2) бесперебойность сигнала при влиянии волн и сигналов извне;
- 3) высокую скорость передачи сигнала;
- 4) быструю обработку сигнала для четкого срабатывания команд, поступающих от инфракрасного пульта.

Для осуществления связи нескольких устройств, как правило, применяются средства на основе Bluetooth, WI-FI и радио – технологий. Для решения поставленной задачи был проведен сравнительный анализ технических характеристик нескольких модулей с различными технологиями связи для выявления достоинств и недостатков каждого.

В процессе проектирования системы были исследованы следующие модули связи:

- 1) Bluetooth – модуль JDY – 23 BLE 5.0;
- 2) Bluetooth – модуль hc-05;
- 3) Радиомодуль NRF24L01.

## Краткое описание Bluetooth – модуля JDY – 23

Находит широкое применение на практике для связи устройств между собой, так как является приемопередатчиком сверхнизкого энергопотребления и обладает весьма малыми размерами.

Краткое описание, взятое из руководства по эксплуатации модуля:

- 1) Рабочая частота сигнала: 2,4 ГГц.
- 2) Мощность передатчика: 4 дБ.
- 3) Дальность передачи сигнала: до 60 м.
- 4) Ток при передаче/приеме данных через UART: 5 мА.
- 5) Питание: 1,8 – 3,6 В.
- 6) Размеры: 19,6 x 14,94 x 1,8 мм.
- 7) Рабочий диапазон температур: -40...+50.

Цена составляет около 70 р за штуку.

Информация по осуществлению настройки и эксплуатации модуля взята из руководства по использованию с принципиальными электрическими схемами. Данный модуль может осуществлять обмен данными между модулем (в режиме ведущего) и другим Bluetooth устройством (ведомым модулем) и обмен данными между модулем и телефоном. Обмен данными между устройствами может производиться через интерфейс UART после подключения модуля к устройству USB-TTL преобразователем. Для работы через интерфейс у модуля имеются выходы TXD и RXD для передачи и приема данных соответственно. С телефоном связь может осуществляться с помощью специальных приложений, находящихся в открытом доступе. Настройка и управление модулем производится с помощью AT – команд. У модуля имеется порт индикатора состояния сигнала.

## Краткое описание Bluetooth – модуля hc-05

Используется для осуществления двусторонней связи между устройством на Arduino или STM и ноутбуком/планшетом/телефоном. Данный модуль может работать как ведущий, так и ведомый.

Краткое описание, взятое из руководства по эксплуатации модуля:

- 1) Диапазон частоты сигнала: 2,4 – 2,48 ГГц.
- 2) Мощность передачи: 0,25 – 2,5 мВт.
- 3) Напряжение питания: 3,3 – 5 В.
- 4) Потребляемый ток: 50 мА.
- 5) Радиус действия: до 10 м.
- 6) Режимы: master, slave.
- 7) Рабочий диапазон температур: -25...+75.
- 8) Размеры: 27 x 13 x 2,2 мм.

Цена составляет около 200 р за штуку.

Информация по осуществлению настройки и эксплуатации модуля взята из руководства по использованию с принципиальными электрическими схемами. Данный модуль осуществляет связь с устройствами с по-



мощью интерфейса UART. Для работы через интерфейс у модуля имеются выходы TXD и RXD для передачи и приема данных соответственно. Имеется порт индикатора состояния сигнала и контакт для входа в режим программирования. Настройка модуля осуществляется в режиме программирования отправкой AT – команд.

### **Краткое описание радиомодуля NRF24L01**

Данный высокочувствительный модуль предназначен для сверхдальней передачи и приема данных. Осуществляет беспроводную связь между несколькими устройствами. Может находиться в режиме ведущего и ведомого устройства и быстро перестраиваться из одного режима в другой.

Краткое описание, взятое из руководства по эксплуатации модуля:

- 1) Диапазон частоты сигнала: 2,4 – 2,525 ГГц.
- 2) Дальность передачи сигнала: до 1,5 км.
- 3) Скорость передачи: 250 Кб/с – 2 Мб/с.
- 4) Напряжение питания: 1,9 – 3,6 В.
- 5) Потребляемый ток: 11,3 мА.
- 6) Размеры: 41 x 14 мм + антенна.
- 7) Рабочий диапазон температур: -20...+55.

Цена составляет около 150 р за штуку.

Информация по осуществлению настройки и эксплуатации модуля взята из руководства по его использованию. NRF24L01 осуществляет общение с устройствами посредством интерфейса SPI. Для этого на его плате предусмотрены ножки MOSI, MISO и SCK. Предусмотрена ножка для перевода модуля в различные режимы CE и ножка для чтения регистров CSN. Настройка модуля проводилась с помощью микроконтроллера STM32F103C8T6. В микроконтроллере задавался набор регистров, функции для их чтения и написания, последовательность их обработки, функции для отправки и чтения данных, обозначались адреса приемников и передатчика, указывался способ обработки данных.

После проведения сравнительного анализа технических характеристик модулей связи и после пробных испытаний их в действии были сделаны следующие выводы.

Все исследуемые модули связи способны питаться от источников тока напряжением 3,3 В, что позволяет использовать каждый из них в сочетании с микроконтроллером, благодаря чему расширяется спектр применения данных модулей связи.

Ни один модуль не подвержен нарушению стабильности сигнала при встрече с волнами иного рода в процессе приема или передачи данных. Однако, несмотря на то, что рабочая частота модулей находится примерно сходится примерно в одном значении, у радиомодуля предусмотрено аппаратное регулирование частоты с помощью регистров с определенным набором битов. Данная функция позволяет создавать на территориях, близко расположенных друг к другу, разные потоки сигналов для разных

устройств, не нарушающих целостность сигналов друг друга благодаря отличающимся частотам. В то же время, Bluetooth – модули неспособны разделять поток данных между аналогичными устройствами, поэтому установка и использование нескольких ведущих модулей на смежной территории будет приводить к некорректной работе устройств.

Рабочий диапазон температур у JDY – 23 несколько выше остальных модулей. Однако температурное воздействие не оказывает большого влияния на функционирование модулей, так как в комплекте осветительного прибора содержится кулер-радиатор, который будет распределять тепло от диодных матриц на составные части прибора для поддержания «комфортной» температуры.

Существенным недостатком Bluetooth – модулей является дальность действия сигнала, которая значительно мала по сравнению с дальностью сигнала у радиомодуля. Благодаря этой особенности NRF24 возможно использовать для связи устройств, находящихся друг от друга на достаточно большом расстоянии.

Потребляемый ток у JDY – 23 и NRF24L01 в несколько раз меньше, чем у hc-05. Низкое энергопотребление радиомодуля в сочетании с общей энергетической экономичностью автоматизированной системы существенно снижает затраты за эксплуатацию системы. Кроме того, у радиомодулей имеется функция аппаратного регулирования скорости потока данных с помощью регистров и определенного набора битов. Данной возможностью достигается более низкое энергопотребление. Все три исследуемых модуля имеют функцию автоматического ухода в «спящий» режим между получением или приемом данных. Однако с помощью аппаратного регулирования радиомодуля можно дополнительно осуществлять его переход в режим минимального энергопотребления между передачами или приемами пакетов данных.

Значительным достоинством радиомодулей является возможность одного передатчика мгновенно отправлять потоки данных нескольким приемникам и обрабатывать ответы от них за крайне маленькие сроки (задержки при обработке составляют порядка двух сотен микросекунд). Для применения данной возможности существует набор адресов приемников, которые последовательно связываются с передатчиком при обработке данных. Последовательная связь повышает надежность передачи данных, так как снижает вероятность потери пакетов. При параллельном использовании более трех приемников и одного передатчика наблюдается частичная потеря пакетов данных.

После сравнительного анализа технических характеристик модулей связи, оценки их достоинств и недостатков был собран макет системы освещения.

Для питания составных элементов модуля управления и осветительного прибора в их устройстве предусмотрен преобразователь уровня AC/DC с выходным напряжением 5 В. В устройстве модуля управления радиомодуль находится в режиме ведущего, в устройстве прибора – в режиме ведомого.

мого. Они предназначены для обмена информацией по конкретному радиоканалу с определенной частотой. За обработку команд от инфракрасного пульта и передачу этих команд на радиомодуль отвечает микроконтроллер STM32. В устройстве прибора данный микроконтроллер выполняет функцию обработки сигнала, обработки показаний датчика света и направления дальнейших команд по включению определенного режима освещенности модулю реле. Реле предназначено для последовательного включения трех режимов освещенности с работающей одной, двумя или тремя диодными матрицами соответственно.

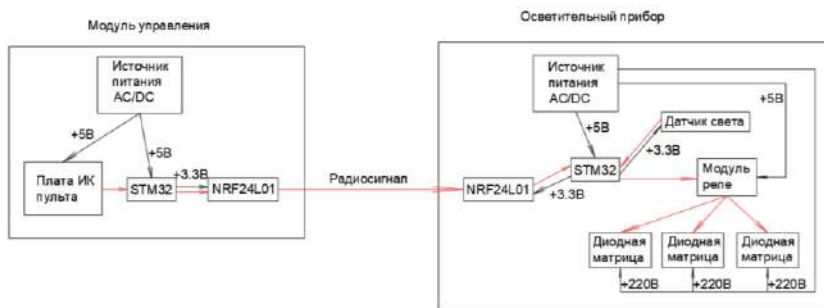


Рис. 1. Структурная схема системы освещения

В процессе проведения работы были получены следующие результаты:

1) Обозначена проблема, которая заключается в необходимости применения устройства, обеспечивающего надежную связь осветительных приборов с модулем управления.

2) Предложены следующие методы ее решения:

- а) применение Bluetooth – модуля hc-05;
- б) применение Bluetooth – модуля JDY-23;
- в) применение радиомодуля NRF24L01.

3) Проведен сравнительный анализ достоинств и недостатков указанных методов. Он показал, что наиболее выгодным решением поставленной проблемы является применение радиомодуля NRF24L01. Он сочетает в себе ряд уникальных и полезных в эксплуатационном смысле характеристик и свойств, а также обладает таким набором технических показателей, позволяющих максимально эффективно использовать функционал проектируемой системы освещения.

4) Собран макет системы освещения, разработана ее структурная принципиальная схема, разработано ПО при помощи ручного руководства для микроконтроллера STM32 и радиомодуля, проведены испытания. Проведенные в ходе исследования действия подтвердили правильность выбранных схемотехнических и аппаратных решений.

## Библиографический список

1. nRF24L01 Single Chip 2.4 GHz Transceiver. Product Specification. [Электронный ресурс] URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1243924/ETC1/NRF24L01.html> (дата обращения 15.10.2020 г.).
2. JDY-23-V2.1 BLE 5.0. Datasheet. [Электронный ресурс] URL: <https://fccid.io/2AXM8-JDY-23/User-Manual/15-JDY-23-UserMan-US-r1-4936741.pdf> (дата обращения 27.10.2020 г.).
3. HC Serial Bluetooth Products. User Instruction Manual. [Электронный ресурс] URL: [https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/hc\\_hc-05-user-instructions-bluetooth.pdf](https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/hc_hc-05-user-instructions-bluetooth.pdf) (дата обращения 20.11.2020 г.).
4. STM32F103C8T6 Reference Manual. 2009. STMicroelectronics. [Электронный ресурс] URL: <https://www.keil.com/dd/docs/datashts/st/stm32f10xxx.pdf> (дата обращения 3.12.2020 г.).

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ ПЕСКА ДЛЯ РАСЧЕТА И КОРРЕКТИРОВКИ РЕЦЕПТУРЫ ЗАМЕСА БЕТОНА

*Советова М.В., Швачко В.А., студенты 4-го курса 30 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Поленов Д.Ю., ст. преп., к.т.н.*

Бетонные смеси являются одним из составляющих основу строительной индустрии и применяются повсеместно. Рынок производства бетонных смесей является не только активно растущим, но и высококонкурентным, а требования к качеству только растут. Каждое предприятие строительной индустрии, которое выпускает какую-либо продукцию, стремится снизить затраты на выпуск продукции, что помогает снизить стоимость на эту продукцию, тем самым получать конкурентное преимущество. Рынок бетона не исключение.

Многие технологии замеса бетона разрабатывались ещё в советское время и уже не отвечают запросам по качеству бетонной смеси и уровню автоматизации. Для выпуска высококачественной бетонной смеси рецептура (соотношение количества исходных компонентов: песок, щебень, воды, цемент и химические добавки) замеса должна соблюдаться максимально точно.

Хранение песка чаще всего организуется под открытым небом. Это приводит к сильным колебаниям влажности песка на протяжении всей рабочей смены.

Как правило, влажность песка оценивает специалист в лаборатории посредством взятия пробы в начале смены, с последующим учетом полученных результатов технолог запускает замес вручную [1].

Данный способ имеет недостатки, среди которых: медленная скорость обработки результатов, наличие человеческого фактора, пренебрежение колебанием влажности песка на протяжении дня.

## *Существующие аналоги*

Из существующих разновидностей технологий автоматизации подготовки и приготовления бетонной смеси и повышения качества выпускаемой бетонной смеси существует такая, при которой в технологический процесс добавляется промежуточная просушка песка в барабанной сушилке для снижения влажности песка до <1%. Однако, данный метод имеет ряд недостатков. Этот способ является достаточно энергоёмким из-за высокой степени потребления электроэнергии сушильным агрегатом и повышает ежегодные затраты на энергопотребление. Примерное потребление сушильной камерой теплоносителя - 5 м<sup>3</sup>/тонн, а электроэнергии 16-20 кВт [2].

Эти недостатки предлагается решить с помощью автоматизированной системы контроля влажности песка с помощью емкостного датчика и мик-

роконтроллера для расчета и корректировки рецептуры замеса бетона, что позволит ускорить процессы замеса, а также существенно повысит качество бетонной смеси, т. е. будет вычисляться количество воды в песке и пересчитываться соотношение компонентов.

Можно сформулировать *основные задачи* автоматической корректировки рецептуры замеса бетонной смеси по влажности являются:

- Ускорение процесса оценки влажности песка.
- Сокращение технологического процесса по длительности (исключить просушку песка или взятие пробы лаборантом).
- Исключение человеческого фактора, влияющего на точность и скорость измерений.

## **Основная часть**

Предметом исследования в данной работе является зависимость изменения массы песка от изменения влажности, так как песок обладает высокой степенью влагопоглощения, что может сильно сказываться на качестве замеса. Для предотвращения перерасхода материала, а также снижения качества выпускаемой продукции, рассмотрим возможность измерения влажности песка в исходном бункере, с последующей обработкой на ЭВМ и автоматической корректировкой рецептуры в зависимости от изменения влажности песка.

Новизна идеи заключается в ином подходе к подготовке исходных компонентов для приготовления бетонной смеси. В данном подходе исключается звено “человек” (при лабораторном методе оценки влажности бетона) и агрегат с высоким электропотреблением (сушильный барабан при методе с просушкой песка перед замесом).

### *Описание устройства*

Система построена на базе микроконтроллера семейства Atmel. Для определения влажности исходного материала (песка) был выбран емкостной датчик влажности и подключен к микроконтроллеру.

Для дистанционного мониторинга, вывода результатов измерения и дальнейшего применения для корректировки рецептуры используем ПО Trace Mode (популярный программный комплекс класса SCADA HMI. Предназначен для разработки программного обеспечения АСУТП, систем телемеханики, автоматизации зданий, систем учёта электроэнергии, а также для диспетчеризации).

### *Описание структурной схемы*

Микроконтроллер Arduino UNO [3] питается от БП 5V, который питается от переменного тока 220В. Способ подключения всех компонентов к плате Arduino UNO представлена на электрической схеме. Передача дан-

ных с датчика влажности идет на Arduino UNO, после чего данные отображаются на дисплее LCD 1602 и передаются на ПК в программу TRACE MODE. LCD 1602 и датчик влажности питаются от 5V.



Рис. 1. Структурная схема системы

В диспетчерском окне Trace Mode находится визуализация процесса измерения, а именно - емкость с песком, датчик влажности, окно вывода результатов замера влажности песка, а также шкала для визуализации изменения [4].

В полях “До измерения”, записан рецепт для приготовления бетонной смеси марки М100, который используется при влажности исходных материалов < 1%. Запуск технологического процесса приготовления бетонной смеси начинается с измерения влажности исходных материалов. Если зафиксирована влажность < 1%, то используется рецепт 1, без изменений. Если влажность > 1%, тогда происходит автоматический расчет нового рецепта с учетом влажности песка и замес бетонной смеси происходит по рецепту 2.

#### *Результаты исследования (практическая часть с примером расчёта)*

Влажность песка измеряется датчиком, далее, посредством протокола ModBus передаем показания влажности в программу Trace Mode.

Влагосодержание в песка выражается формулой (1):

$$W = (Mв - Mc) / Mc, \quad (1)$$

где  $Mв$  - масса влажного песка, кг.;  $Mc$  - масса сухого песка, кг.;  $W$  - влажность песка, %.

Получая данные о влажности песка с датчика, можно выразить  $Mв$  из формулы (1):

$$Mв = Mc / (1 - W / 100), \quad (1)$$

Содержание воды вычисляется по формуле (2):

$$M_v - M_c = B1, \quad (2)$$

где  $B1$  - масса воды, содержащаяся во влажном песке, кг.;

В свою очередь, количество воды, которое теперь нужно добавить с учётом влажности песка вычисляется по формуле (3)

$$B2 - B1 = B_p, \quad (3)$$

где  $B2$  - количество воды по рецепту при влажности песка  $<1\%$ , кг.;  $B1$  - количество воды, содержащееся во влажном песке, кг.;  $B_p$  - количество воды, которое будет добавляться после учёта воды во влажном песке.

Практические испытания были проведены с тремя образцами песка: сухой, средней влажности и очень влажный [5]. Результаты сведены в табл. (1).

Таблица 1

### Результаты проведения практических испытаний системы

№ пробы	1 (сухой)		2 (средней влажности)		3 (очень влажный)	
Завиксированная влажность, W	1%		10%		21,50%	
<b>Рецепт для приготовления бетонной смеси до замера влажности</b>						
	Песок, кг	Вода, кг	Щебень, кг	Цемент, кг		
	760	208	1132	242		
<b>Рецепт для приготовления бетонной смеси после замера влажности пробы 1</b>						
	Песок, кг	Вода, кг	Щебень, кг	Цемент, кг		
	767,7	200,3	1132	242		
<b>Рецепт для приготовления бетонной смеси после замера влажности пробы 2</b>						
	Песок, кг	Вода, кг	Щебень, кг	Цемент, кг		
	844,4	123,6	1132	242		
<b>Рецепт для приготовления бетонной смеси после замера влажности пробы 3</b>						
	Песок, кг	Вода, кг	Щебень, кг	Цемент, кг		
	968,2	0	1132	242		

Из проведенных испытаний можно сделать вывод, например, что при влажности песка более 21,5 необходимо производить просушку материала, однако в рабочих условиях влажность песка обычно не превышает 20%, поэтому разработанная система решает поставленные задачи.



## Выводы

В процессе выполнения работы были получены следующие результаты:

1) проанализированы различные технологии подготовки песка (метод со взятием пробы лаборантом и метод с просушиванием песка в сушильном барабане) для дальнейшего приготовления бетонной смеси, перечислены недостатки этих методов;

2) разработана структурная схема автоматизированной системы контроля влажности песка для расчета и пересчёта соотношения заполнителей для приготовления качественной бетонной смеси;

3) разработана электрическая принципиальная схема, собран макет системы и проведены испытания работы системы. Результаты измерений сведены в табл. 1;

4) разработано окно диспетчера для дистанционного мониторинга технологического процесса с выводом показаний влажности песка в отдельное окно и показания перерасчёта соотношения заполнителей.

Благодаря применению данной системы снижается общая продолжительность технологического процесса, так как исключается процесс взятия пробы песка человеком и дальнейшее исследование в лаборатории и, как следствие, устраняется влияние человеческого фактора, а также необходимость просушки песка.

## Библиографический список

1. Государственный стандарт ГОСТ 8735-88 (СТ СЭВ 5446-85, 6317-88) "Песок для строительных работ. Методы испытаний" (утв. постановлением Госстроя от 5 октября 1988 г. N 203).

2. И.Б. Гинзбург. Автоматическое регулирование в промышленности строительных материалов, М.,Стройиздат, 1974 г., 25–30.

3. Виктор П. Проекты с использованием контроллера Arduino. М.: Книга, 2014, с. 20-30.

4. Мезенцев А.А. М44 САПР TRACE MODE 6: учебно-методическое пособие / А.А. Мезенцев, В.М. Павлов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012 – 137 с.

5. ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия».

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ ДЕТСКОГО САДА В ЦЕЛЯХ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

*Куколева И.М., студентка 4-го курса 31 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Шилкина С.В., доц., к.т.н.*

**Введение.** Вопрос энергосбережения ежегодно становится все более важным. К этому приводят такие факторы, как высокая стоимость энергетических ресурсов, их ограниченность, а также негативное влияние на окружающую среду при их производстве. Выходит, что более разумным решением было бы сокращение потребления ресурсов, нежели постоянное увеличение их производства.

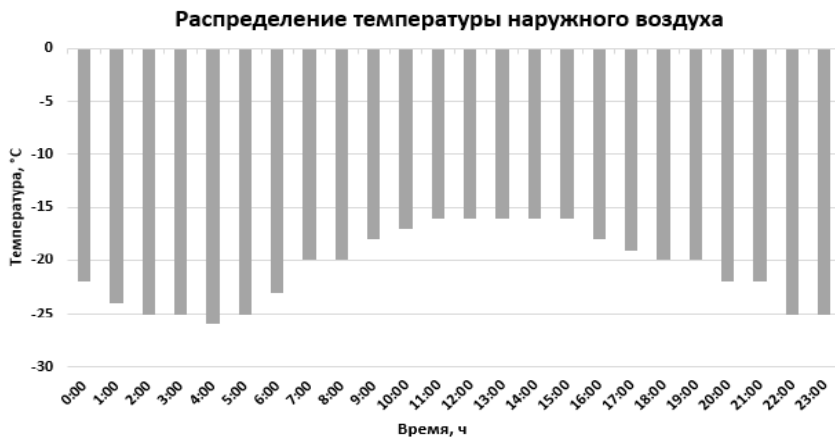
Объект исследования, рассмотренный автором статьи, это 3-х этажное здание детского дошкольного учреждения, местонахождение – город Москва. Температурные требования: в игровых комнатах температура не должна опускаться ниже 20 °С, рекомендуемая температура должна быть на уровне 22 °С. (ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. ), (СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 (с Изменением N 1)). Объект оснащён индивидуальным тепловым пунктом.

Цель статьи – показать, что применение системы интеллектуального управления тепловым режимом здания социального назначения целесообразно и необходимо для снижения объёмов теплотребления и уменьшения финансовых затрат по оплате счетов за использование тепловой энергии.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: провести исследование температурных режимов и построить графики; применить методы теории автоматического управления; использовать алгоритм компенсации температуры наружного воздуха при реализации адаптивного управления системой теплоснабжения здания детского учреждения; провести оценку параметров с помощью статической модели системы отопления; определить температуру теплоносителя на входе в систему отопления для двух вариантов: без применения адаптивного управления и с применением алгоритма; рассчитать показатели эффективности адаптивного управления с учётом прогнозной индексации тарифов на тепловую энергию за рассматриваемый период.

**Материалы и методы.** В качестве исходных данных для исследования рассмотрим 24 часа холодного времени года в городе Москве (рис. 1). Также известны температура воды на входе в систему отопления  $t_{co}$  и температура обратной воды  $t_{обр}$ , исходя из значений температуры наружного воздуха, которые меняются каждый час.

Наиболее эффективным решением по достижению энергоэффективности объектом исследования является построение адаптивной системы управления его тепловым режимом.

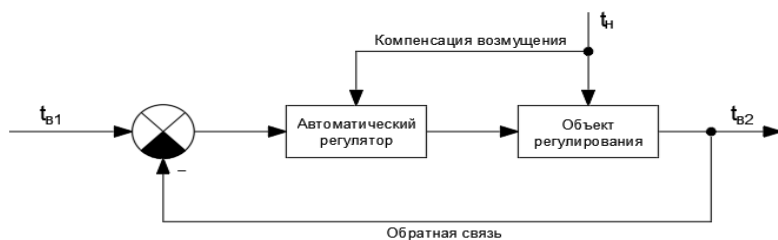


**Рис. 1.** Исходные данные распределения температуры

Понятие об адаптивном управлении подразумевает изменение параметров автоматического регулятора основываясь на изменении внешних возмущений. В данном исследовании под внешними возмущениями понимается изменение значений температуры наружного воздуха.

Так же, необходимо отметить, что данное исследование основывается на комбинированном принципе управления, то есть вводится канал компенсации основного возмущения и сигнал обратной связи, который, в свою очередь, передаёт информацию о текущей температуре воздуха внутри помещений (Зингер Н.М., Бестолченко В.Г., Жидков А.А. Повышение эффективности работы тепловых пунктов. – М.: Стройиздат, 1990.).

Структурная схема системы управления представлена на рис. 2.



**Рис. 2.** Структурная схема системы управления

Алгоритм компенсации основного возмущения температурного режима объекта исследования, т.е. температуры наружного воздуха имеет вид (Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учеб. для ВУЗов. Изд. 7-е. — М.: Изд-во МЭИ, 2001.):

$$t_{co} = t_e \cdot \left[ 1 + q_v \cdot V \left( \frac{0,5}{c \cdot G_{co}} + \frac{1}{(kF)_{co}} \right) - t_n \cdot q_v \cdot V \left( \frac{0,5}{c \cdot G_{co}} + \frac{1}{(kF)_{co}} \right) \right], \quad (1)$$

где  $(kF)_{co}$  – произведение коэффициента теплопередачи на поверхность нагрева эквивалентного отопительного прибора;  $q_e$  – удельная тепловая характеристика здания;  $G_{co}$  – массовый расход воды на входе системы отопления.

Исходя из (1), необходимо провести оценку параметра  $(kF)_{co}$ , используя статическую модель системы отопления:

$$(kF)_{co} = \frac{c \cdot G_{co} \cdot (t_{co} - t_{ообр})}{\frac{(t_{co} - t_{ообр})}{2} - t_e} \quad (2)$$

Тогда, задача идентификации параметра  $(kF)_{co}$  формулируется следующим образом: пусть известна оценка параметра  $kF_{coi}$  в  $i$  – й момент времени, пусть, кроме того, для момента  $(i+1)$  получена новая информация –  $G_{co\ i+1}$ ,  $t_{co\ i+1}$ ,  $t_{в\ i+1}$ ,  $t_{ообр\ i+1}$ . Требуется найти улучшенную оценку параметра  $kF_{co\ i+1}$ .

Решая поставленную задачу, улучшенная оценка искомого параметра находится по формуле:

$$(kF)_{co(i+1)} = \frac{c \cdot G_{co(i+1)} \cdot (t_{co(i+1)} - t_{ообр(i+1)})}{\frac{(t_{co(i+1)} - t_{ообр(i+1)})}{2} - t_{e(i+1)}} \quad (3)$$

Анализируя соотношение (3), можно сделать вывод, что значения параметра  $kF_{co}$  в  $i$  – й момент времени никак не влияют на улучшенное значение этого параметра в  $(i+1)$  момент времени. Изменение параметра  $kF_{co}$  каждый час в течение суток показано на рис. 3.

Теперь, зная оценку параметров  $kF_{co}$  в каждый момент времени, и используя уравнение (1), устанавливается, какое достаточное значение может принимать температура теплоносителя на входе в систему отопления, чтобы температура воздуха внутри помещений составляла 22 °С. График изменения температуры на входе в систему отопления представлен на рис. 4, где ряд 1 – температура на входе в систему отопления без применения адаптивного управления, а ряд 2 – после применения вышеуказанного алгоритма, т.е. такая температура, которой достаточно для выполнения условия температурного режима в помещениях  $t_{в} = 22^{\circ}\text{C}$ .



Рис. 3. Изменение параметра  $kF_{\text{co}}$

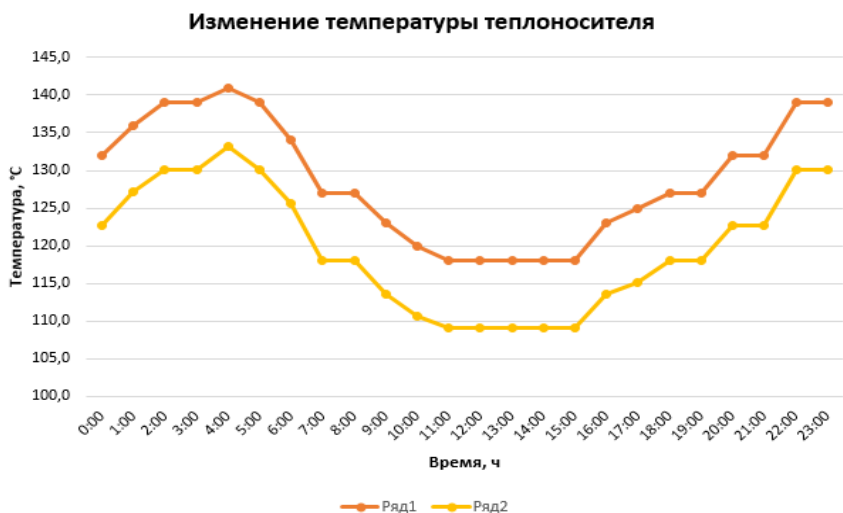
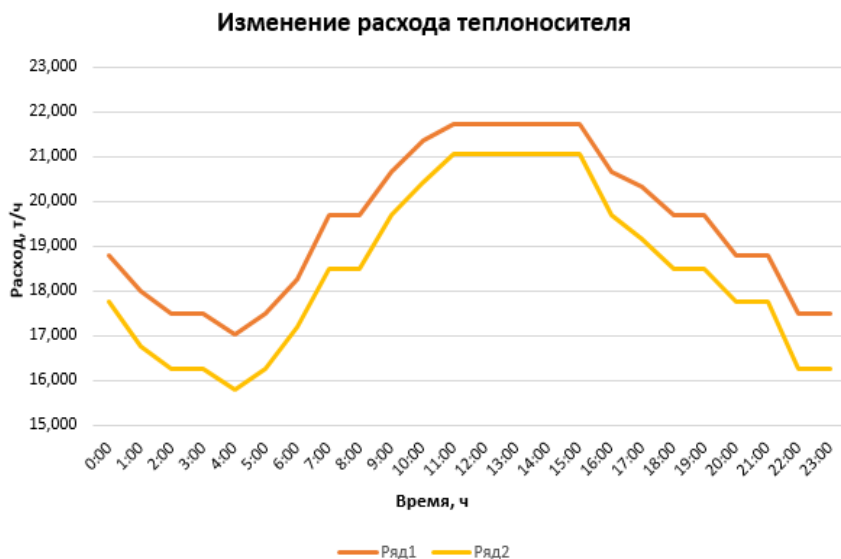


Рис. 4. Изменение температуры теплоносителя

Из рис. 4 видно, что достаточная температура на входе в систему отопления заметно ниже, чем та, что фактически подаётся.

Стоит также учесть расход теплоносителя вследствие применения адаптивного управления, поскольку средняя температура теплоносителя

падает, то и расход теплоносителя снижается. Зависимость расхода теплоносителя от времени отображена на рис. 5, где ряд 1 – фактический расход на систему отопления  $G_{co}$ , а ряд 2 – новый расход теплоносителя, которым достигается температура в помещениях  $t_b = 22^\circ\text{C}$ .



**Рис. 5.** Изменение расхода теплоносителя

Анализируя рис. 5, можно сделать вывод, что алгоритм компенсации основного возмущения для температурного режима зданий позволяет существенно снизить расход теплоносителя на отопление.

### Результаты исследования

Основной целью данного исследования, как указывалось выше, была разработка такой системы автоматического регулирования, которая бы способствовала повышению энергоэффективности здания детского дошкольного учреждения. Расчётные показатели эффективности интеллектуального управления наглядно подтверждают преимущества данного способа, они представлены в табл. 1 для базового и нового вариантов. Тариф на тепловую энергию взят из источника (Тарифы на тепловую энергию[Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.moek.ru/about/moek-shareinfo/tarify/>, свободный).

## Расчёт экономической эффективности системы отопления

Расход тепла при БВ, Гкал/год					159,60
Расход тепла при НВ, Гкал/год					143,19
Год	% индексации тарифов	Стоимость единицы, руб/Гкал	Затраты на отопление при БВ, руб/год	Затраты на отопление при НВ, руб/год	Экономия, руб/год
2020	5,30%	536,740			
2021	5,00%	563,577	85663,70	76855,80	8807,90
2022	5,00%	591,756	89946,89	80698,59	9248,30
2023	4,70%	619,568	94444,23	84733,52	9710,71
2024	4,50%	647,449	98883,11	88716,00	10167,12
Суммарная экономия тепла за период 2020-2024 гг., руб.:					37934,03

**Выводы.** Таким образом, в ходе исследования была разработана процедура настройки алгоритма компенсации основного возмущения для температурного режима зданий на реальные теплотехнические характеристики здания. В статье показана эффективность применения данного алгоритма в целях энергосбережения, по результатам расчётов видно, что величина экономии составила 37934,03 рубля с учётом прогнозной индексации тарифов на тепловую энергию за рассмотренный пятилетний период, все сформулированные выше задачи были выполнены.

## Библиографический список

1. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
2. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 (с Изменением N 1).
3. Зингер Н.М., Бестолченко В.Г., Жидков А.А. Повышение эффективности работы тепловых пунктов. — М.: Стройиздат, 1990.
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учеб. для ВУЗов. Изд. 7-е. — М.: Изд-во МЭИ, 2001.
5. Тарифы на тепловую энергию [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.moek.ru/about/moek-shareinfo/tarify/>, свободный.

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ГОСТИНИЦЫ

*Чубарова И.Д., студентка 4-го курса 31 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Шилкина С.В., доц., к.т.н.*

**Введение.** Автоматическая установка пожаротушения (АУП) является одним из самых эффективных средств для обеспечения пожарной безопасности. Данная система обеспечивает следующие функции:

- предупреждение распространения огня;
- оперативное извещение службы МЧС;
- круглосуточная защита объекта.

На настоящий момент существует большое разнообразие методов пожаротушения. Наиболее энергоэффективным является метод пожаротушения тонкораспыленной водой. Данный метод пожаротушения позволяет минимизировать ущерб, наносимый материальным ценностям, при тушении пожара, а также получить экономию водных ресурсов.

Целью статьи является рассмотрение особенностей интеллектуального управления системами пожаротушения гостиницы, анализ возможных вариантов установок пожаротушения и их комплектации, проведение технико-экономического анализа и выполнение расчётов по оценке энергоэффективности проектирования интеллектуальных систем пожаротушения в гостинице.

В качестве объекта управления автором статьи рассматривается трехэтажная гостиница, расположенная в городе Оренбург, в которой необходимо реализовать спроектированную автоматическую систему пожаротушения либо дренчерного, либо спринклерного типа в зависимости от требований заказчика по энергоэффективности данных систем, в пределах утверждённых соответствующими нормативными документами параметров.

Дренчерные установки (drench - с англ. мочить, орошать) служат для обнаружения и тушения пожаров по всей защищаемой площади, а также для создания водяных завес [1].

Спринклерные установки (sprinkle - с англ. брызгать, моросить) предназначены для обнаружения и локального тушения пожаров и загораний, охлаждения строительных конструкций и подачи сигнала о пожаре [1].

Рациональную работу спринклерных оросителей обеспечивает спринклерный узел управления. Спринклерные оросители позволяют тушить пожар непосредственно над местом возгорания, в отличие от дренчерных, которые срабатывают на всей площади здания, что приводит к наибольшим потерям воды и порче материальных ценностей. Сигнализаторы давления и уровня воды позволяют экономить воду и электрическую энергию, за счет подачи сигнала непосредственно на блок управления (БУ) насосной станции.

**Материалы и методы.** Теория интеллектуального управления исследует следующие задачи:



- 1) интерпретация (построение описаний по наблюдаемым показателям).
- 2) диагностика (соотнесения ОУ с некоторым классом ОУ).
- 3) мониторинг (интерпретация данных ОУ, сигнализация).
- 4) прогнозирование (построение планов поведения ОУ).
- 5) планирование (конструирование плана поведения ОУ).
- 6) управление (функция системы, которая реализует определенный режим управления поведения системы согласно заданным показателям).
- 7) поддержка принятия решений.

Приведем на рис. 1 иерархическое построение интеллектуальной системы управления [2], которую интерпретируем под объект управления – интеллектуальная система автоматического пожаротушения.



**Рис. 1.** Иерархическое построение интеллектуальной системы управления

Роль внешней среды играет процесс возникновения пожара. В качестве сложного динамического ОУ представим интеллектуальную систему автоматического пожаротушения. Измерительно-информационный комплекс – это источник, на который приходит информация о состоянии внешней среды либо от пожарных извещателей, либо от самого оросителя. Интеллектуальная система управления – узел управления пожаротушения, основным элементом которого является клапан. Он предназначен для пуска огнетушащего вещества и выдачи управляющего гидравлического импульса. Именно, при срабатывании оросителя, давление в трубопроводе снижается, вода под избыточным давлением открывает клапан, поступает по трубопроводу к оросителю и по трубопроводу, на котором имеется сужение,

предназначенное для создания сопротивления, которое необходимо для срабатывания сигнализаторов давления (СД). Далее от СД выдаются сигналы на управление насосом [3].

Далее рассмотрим методику по выбору наиболее энергосберегающего из двух вариантов систем пожаротушения [4]. Для этого скомбинируем основные мероприятия по повышению энергоэффективности интеллектуальной системы пожаротушения при условии замены АСПТ дренчерного типа на спринклерный тип тонкораспыленной водой:

1. Замена дренчерных оросителей на сплинкерные с тонкораспыленной водой.
2. Установка сигнализаторов давления.
3. Установка сигнализаторов уровня.
4. Замена дренчерного узла управления на спринклерный.

Приведем энергетические характеристики для здания гостиницы, расположенного в городе Оренбург (табл. 1).

Таблица 1

#### Энергетические характеристики здания гостиницы

№	Показатели	Единица измерения	Значение
1	Годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию гостиницы	ГДж	5720,7
2	Удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию	кВт·ч/м <sup>2</sup>	183,2
3	Годовой расход тепловой энергии на ГВС	ГДж	4494
4	Годовой расход электрической энергии, в том числе:	мВт*ч	525,5
5	- на общее освещение (коридоры, кабинеты, столовая и т.п.)	мВт*ч	212,6
6	- в гостинных номерах	мВт*ч	167,3
7	- на силовое оборудование, в том числе АСПТ	мВт*ч	145,6
8	Расчетный расход холодной воды на тушение пожара дренчерной АСПТ	м <sup>3</sup> /час	64,9

Выполним гидравлический расчет дренчерной АСПТ, согласно [5] и [6]. Допустим, что возгорание произошло в секции 4, расположенной на втором этаже в правой части гостинице, в помещении №208. Данный участок содержит 38 дренчерных оросителей. Основные показатели гидравлического расчета представлены в табл. 2. Расчёты осуществлялись в соответствии с формулами 1.1 и 1.2 [5, 6].

Расход воды на пожаротушение определяется по формуле 1.1

$$Q = k * \bar{H} \quad (1.1)$$

Потери участка определяются по формуле 1.2

$$H_l = Q^2 * L / K_T \quad (1.2)$$

Таблица 2

**Гидравлический расчет системы пожаротушения**

Длина ветви L, м	Диаметр условный, мм	Удельная характеристика труб. Кт, л <sup>6</sup> /с <sup>2</sup>	Коэффициент производительности оросителя к, л/с*м <sup>2</sup>	Напор Н, м.вод.ст.	Расход Q, л/с	Потери ветви, м.вод.ст
<i>Магистральная ветвь</i>						
22,4	100	5205	0,42	21,36	1,94	0,02
<i>Распределительные ветви по помещениям секции 4</i>						
6,7	25	3,65	0,42	12,15	1,46	3,93
6,7	25	3,65	0,42	12,15	1,46	3,93
6,7	25	3,65	0,42	12,15	1,46	3,93
6,7	25	3,65	0,42	12,15	1,46	3,93
7,0	25	3,65	0,42	12,15	1,46	4,11
18,2	25	3,65	0,42	12,15	1,46	10,69
8,7	25	3,65	0,42	12,15	1,46	5,11
8,7	25	3,65	0,42	12,15	1,46	5,11
8,7	25	3,65	0,42	12,15	1,46	5,11
8,7	25	3,65	0,42	12,15	1,46	5,11
8,7	25	3,65	0,42	12,15	1,46	5,11
Сумма					18,04	56,09
Расход в м <sup>3</sup> /час					64,94	

**Результаты расчётов.** На основании расчетов осуществлена оценка энергоэффективности проектирования дренчерной и спринклерной систем пожаротушения в гостинице. Для наглядности полученные показатели энергоэффективности сведены в табл. 3.

**Выводы.** По итогам проведенной работы, сформулированы следующие выводы:

1. Интеллектуальная система автоматического пожаротушения гарантирует безопасность для человека, быстрое действие системы обеспечивает высокий результат по устранению возгорания. При использовании именно водяных АСПТ нет строгой необходимости в эвакуации людей, что для организации безопасности в гостинице немаловажно.

2. Проведённые в статье исследования и расчёты с использованием методов технико-экономического анализа и оценка полученных показателей энергоэффективности подтверждают преимущества рассмотренного варианта: при внедрении спринклерной АПТС получена значительная эко-

номия расхода воды в случае пожара (25%), потребление электроэнергии снизилось на 20% за счет установки сигнализаторов давления и уровня воды.

Таблица 3

**Анализ энергосберегающих мероприятий**

Мероприятие	Анализируемые факторы			
	Стоимость, руб.	Затраты на реализацию, %	Экономия ресурсов, %	Срок окупаемости, лет
1. Замена дренчерных оросителей на спринклерные с тонкораспыленной водой	108300	1,7	23	2,7
2. Установка сигнализаторов давления	62500	6,34	7,2	0,8
3. Установка сигнализаторов уровня	71000	5,7	6,5	0,8
4. Замена дренчерного узла управления на спринклерный	34700	1,24	34	2,3
5. Установка автоматического водопитателя	275600	12	5,8	3

**Библиографический список**

1. О.Ю. Воронков. Расчет, монтаж и эксплуатация автоматических установок пожаротушения : учеб. пособие. - Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2016.
2. И.М. Макарова, В.М. Лохина. Интеллектуальные системы автоматического управления. – М.: Физматлит, 2001.
3. Руководство по эксплуатации. Узел управления водозаполненный спринклерный с клапаном КС “Класс” ДАЭ 100.248.000РЭ. ЗАО ПО "СПЕЦАВТОМАТИКА".
4. Подскрёбкин А.Д., Дягилев В.Ф. Выбор оптимальных мер по энергосбережению в социальной сфере [Электрон. ресурс], URL: <https://fundamental-research.ru/>.
5. Л.М. Мешман, С.Г. Цариченко, В.А. Былинкин, В.В. Алешин, Р.Ю. Губин / Под ред. Н.П. Копылова. Проектирование водяных и пенных автоматических установок пожаротушения: учебно-методическое пособие / Москва, 2002.
6. СП 5.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СОРТИРОВКИ СМЕШАННЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

*Аникин М.С., Хлопкова Д.С., Сивсivadze С.М., студенты 4 курса 31 группы ИИЭСМ*

*Научный руководитель – Чеботаева Е.М., доц., к.т.н.*

**Введение.** На данный момент сортировка отходов возложена на жителей домов, большинство из которых не имеет какой-либо мотивации для этого. В следствие этого, отходы сортируются мало, из-за чего огромное количество материалов захоранивается на полигонах, а не перерабатывается. В своей статье мы описываем другой подход к сортировке отходов, который позволит быстрее и эффективнее отделить отходы, подлежащие переработке, от тех, которые ей не подлежат. Описанный метод будет минимально использовать человеческий труд, что значительно обезопасит

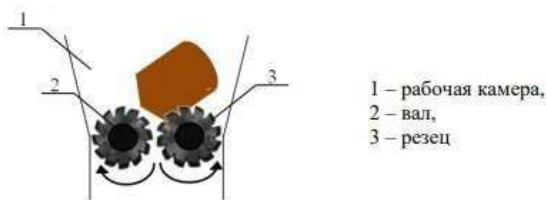
**Производство.** Целью данной работы является описание интеллектуальной системы для сортировки твердых коммунальных отходов (ТКО) с минимальным участием человека.

### **Задачи:**

- 1) Найти способ автоматического извлечения отходов из упаковочной тары (мусорных мешков);
- 2) Описать метод автоматического извлечения металлических отходов из общей массы;
- 3) Разделить цветной металл и черный;
- 4) Разработать метод автоматического выделения стекла и пластика из общей массы.

В перспективе данную систему можно будет использовать для разделения уже захороненных бытовых отходов.

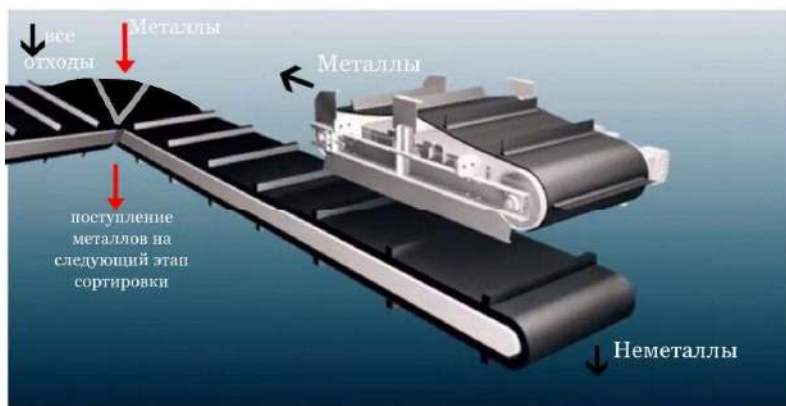
**Выгрузка отходов.** Доставка твердых коммунальных отходов (ТКО) осуществляется с помощью обычных грузовиков и мусоровозов. Далее ТКО выгружают в подземные резервуары (контейнеры), откуда с помощью конвейерной ленты отходы небольшими частями попадают на сортировку. Для избавления от мусорных мешков применяется следующая система: два барабана с лезвиями вращаются в противоположные стороны, мешок проходит через них, и лезвия разрывают пластик, в результате чего мусор попадает на ленту и может отправляться на сортировку.



**Рис. 1.** «Барабанный разрыватель»

**Сортировка отходов.** Задача на данном этапе отделить неметаллы и металлы, а также черный и цветной металл друг от друга для дальнейшей переработки. Этот процесс осуществляется в 3 шага.

1 шаг. Все отходы тонким слоем поступают на ленту первого этажа. На этом будет начинаться первый шаг сортировки. Суть его в том, чтобы от общей массы всех отходов отделить только металл. Сейчас для сортировки металлов и неметаллов применяются сепараторы или это делается людьми, стоящими у конвейерной ленты. Однако такие способы имеют ряд недостатков. Например, для того, чтобы сепаратор смог отделить металл от неметалла, мусор сначала необходимо раздробить на более маленькие фракции, а когда человек выполняет сортировку отходов, увеличивается риск поражения сотрудника (например, порез острым краем или укол об иголку шприца). Мы разработали и предлагаем внедрить следующую систему, состоящую из двух лент: верхней и нижней, которые движутся на встречу друг другу. Верхняя лента снабжена электрическим магнитом, притягивающим металл (цветной и черный) и переносит металлолом на следующий шаг сортировки. Такой магнит способен отделять большие объемы металла. Этот тип магнита является самоочищающимся и непрерывно отделяет ферромагнитные частицы от потоков материала. Эффективность удаления железа с помощью такого магнита измеряется в диапазоне от 70 до 90%. Нижняя лента – конвейерная, на ней будут оставаться отходы (бумага, стекло, пластик и пр.), которые не были намагничены верхней лентой. Этот мусор отправляется на 2 этаж для дальнейшей переработки.



**Рис. 2.** «Устройство сортировка металлов и неметаллов»

На 2 шаге сортировки следует разделение черного и цветного металла. Для такой сортировки используем лазерно-индуцированную пробойную спектроскопию (LIBS) – это метод измерения, с помощью которого идентифицируется сортируемый металл. Процесс заключается в том, что лазерный импульс направляется на исследуемый образец, это

испаряет мельчайшую часть материала на поверхности, и образуется плазма, в которой атомы, ионы и молекулы находятся в состоянии с более высокой энергией и, следовательно, излучают свет. Эти излучения собираются с помощью оптических компонентов и отправляются на спектрометр. В спектрометре создается зависимый от длины волны спектр, который содержит значимые атомные линии элементов в матрицы образца. Такой метод используется для качественного и количественного анализа элементов. Режим работы подробно: для характеристики химического состава в секторе рециклирования металлов используются надежные измерительные лазеры, которые работают с частотой повторения от 20 до 100кГц при постоянной мощности лазера. Благодаря получаемому короткому времени измерения даже небольшие объекты могут быть измерены на скорости конвейера до 3 м/с, проанализированы и отсортированы. Функция предварительной очистки (пути измерения) применяется с помощью лазера, который удаляет материал с поверхности металла, например, лакокрасочные покрытия или анодные пленки, что повышает аналитическую точность.



**Рис. 3.** «Лазерно-индуцированная пробойная спектроскопия (LIBS)»

Таким образом, металл разделяется не только на черный и цветной, но и на конкретный вид, например, медь или алюминий.

Следующий шаг – отделение нержавеющей сплавов. Это делается с помощью следующей системы: мусор, который остался на ленте после 1 этапа, скидывается с небольшой высоты на конвейерную ленту и пролетает через сильные металлодетекторы, расположенные в шахматном порядке. Когда нержавеющей сплав пролетает мимо какого-либо датчика, посылается сигнал на воздушную пушку, и она сильным потоком воздуха сдувает предмет в сторону.

Этап сортировки заканчивается тем, что металл прессуется и подготавливается к транспортировке на заводы для дальнейшей переплавки. Далее отходы попадают на второй этаж, где от общей массы отделяют стек-

лянные и пластиковые изделия, для этого применяется компьютерное зрение и искусственный интеллект (ИИ) с манипулятором. После чего стекло отправляется в зону подготовки к транспортировке, а пластик на дополнительную сортировку по его видам. Принцип действия данной установки основан на следующем явлении. Компьютер получает большое количество изображений стеклянной и пластиковой тары, а также просто осколков стекла, а также другого мусора. Его задача максимально быстро и правильно с помощью камер выбрать предметы, сделанные из стекла и пластика, чтобы передать эту информацию на манипулятор, а тот в свою очередь перенес указанный предмет на конвейерную ленту, предназначенную специально для данного материала. Перед установкой на заводе машина «тренируется», ей дают доступ к большому количеству фото и видео, разного качества, где изображен мусор. Машина должна верно выбирать заданные предметы из общей массы. На рис. 3 приведен пример, такой системы.



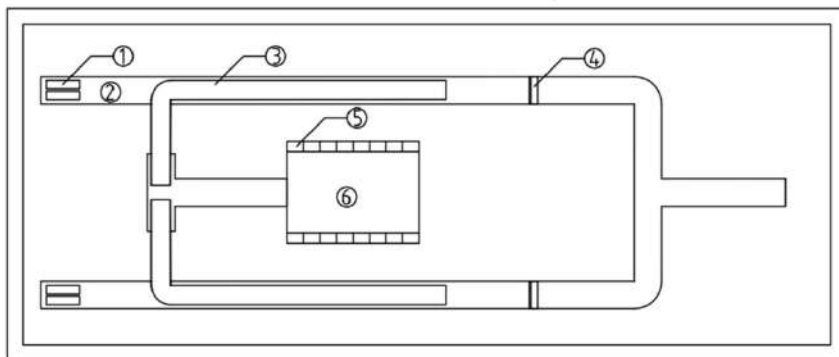
**Рис. 4.** «Использование компьютерного зрения для сортировки продукции»

Сейчас данная технология внедряется в производство, так как позволяет ускорить процесс сортировки, а также позволяет избежать использование ручного труда. Однако на данный момент все еще большое количество заводов сортируют неметаллические отходы с помощью людского труда или (достаточно редко) водяных сепараторов, точность которых относительно не высока.

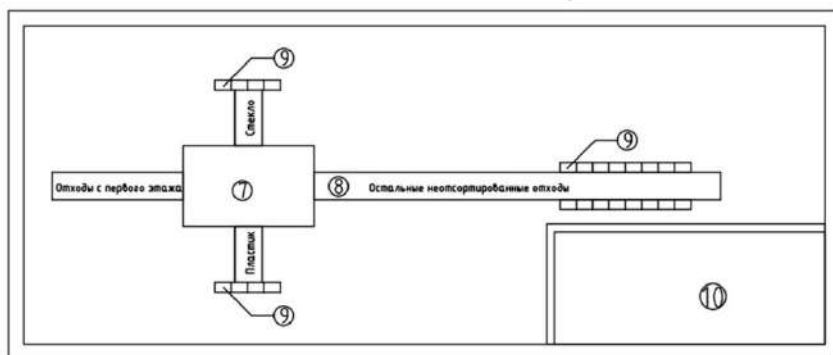
На последнем этапе находятся люди, задача которых – контроль качества работы автоматки. Они отсортировывают то, что автоматка пропустила на нижних этажах. А также на этом этапе оставшиеся отходы подготавливаются к транспортировке и захоронению на полигонах, так как на данный момент переработать их невозможно.



Подробнее с расположением оборудования в помещениях мусоросортировочной станции можно ознакомиться на чертежах, представленных ниже.



**Рис. 5.** «План первого этажа»



**Рис. 6.** «План второго этажа»

Легенда:

- 3. Разрыватель;
- 4. Конвейерная лента;
- 5. Магнитная лента;
- 6. Металлодетекторы;
- 7. Контейнеры для отсортированного металла;
- 8. Лазерный спектрометр;
- 9. Сортировщик стекла и металла;
- 10. Конвейерная лента;
- 11. Контейнеры;
- 12. Диспетчерский пункт.

## Биографический список

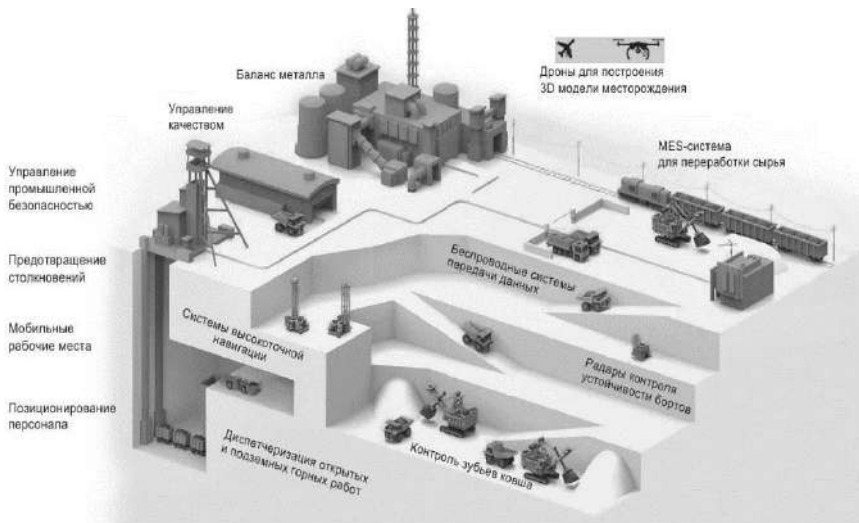
1. ГОСТ 2787-75 Металлы черные вторичные. Общие технические условия (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 26.12.1975 N 4035) (ред. от 01.12.1982).
2. Научно-производственное объединение: ЭРГА. [Электронный ресурс]. URL: [http://erga.ru/products/magnetic\\_separators/bsm/](http://erga.ru/products/magnetic_separators/bsm/).
3. [Электронный ресурс] URL: <http://biam-systems.ru> Дата обращения: 25.02.2021.
4. [Электронный ресурс] URL: <http://website.goudsmitmagnets.com> Дата обращения: 25.02.2021.
5. Алексей Масленников. Роботы – сортировщики мусора. [Электронный ресурс] URL: <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=443>. Дата обращения: 24.02.2021.
6. [Электронный ресурс] - URL: <https://kiosksoft.ru/news/2020/03/23/robotizirovannaya-urna-trashbot-avtomaticheskii-sortiruet-musor-dlya-pererabotki-55339>. Дата обращения: 26.02.2021.
7. [Электронный ресурс] URL: <https://recyclemag.ru/article/kak-v-rossii-pererabatyivayut-musor-5-zavodov> Дата обращения: 26.02.2021.

# АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Гасангусейнов М.Р., Костин А.И., Николаев Д.Д., студенты 2-го курса 30 группы ИИЭСМ*

*Научный руководитель – Фокина Е.Н., ст. преп.*

Промышленность развивается семимильными шагами, и чтобы соответствовать реалиям быстро меняющегося мира нужно автоматизировать и роботизировать производство. В частности, широко распространенная за рубежом и только сейчас набирающая популярность в России цифровизация предприятий, создание информационной модели объекта и применение BIM (Building information modeling) в отношении к объекту или процессу на всех этапах его жизненного цикла. Автоматизация производств ориентируется на усиление безопасности, улучшение труда, уменьшении расходов на ремонт и обслуживание аппаратуры и конечно на увеличение количества выпускаемой продукции. Первоочередную необходимость введения современных технологий в производство испытывают опасные производства и в их числе горнодобывающая промышленность. В Российской Федерации доля добываемой продукции в карьерах равна 91% железной руды, около 70% руды цветных металлов и более 65% угля.



**Рис. 1.** Автоматизированное горное предприятие

На данной модели (рис. 1) представлены программно-аппаратные компоненты и технологии, уже используемые на автоматизированном горном производстве, например: беспроводная система передачи данных, диспет-

черизация и контроль за производством открытых и подземных горных работ, радарные системы прогноза устойчивости уступов и откосов карьера, системы обеспечения безопасности производства и т.д.

Предприятие «ВИСТ Групп» создала автоматическую систему управления горнодобывающим комплексом открытого типа (АСУ ГТК) «КАРЬЕР», управление и диспетчеризация которым осуществляется посредством применения системы спутниковой связи GPS и ее Российского аналога ГЛОНАСС (хотя последний применяется много реже). (рис. 2). Уже сейчас эти технологии активно используются на объектах обработки руды открытым способом. Но и такой метод не лишен недочетов. С ростом углубления карьера связь становится хуже и возможны перебои в поступлении сигнала.



Рис. 2. Структура АСУ ГТК «КАРЬЕР»

Но, даже с учетом имеющихся недочетов использование представленных технологий перспективно как с точки зрения безопасности, так и снижения себестоимости продукции за счет создания комфортных условий труда и минимального участия человека в технологическом процессе.

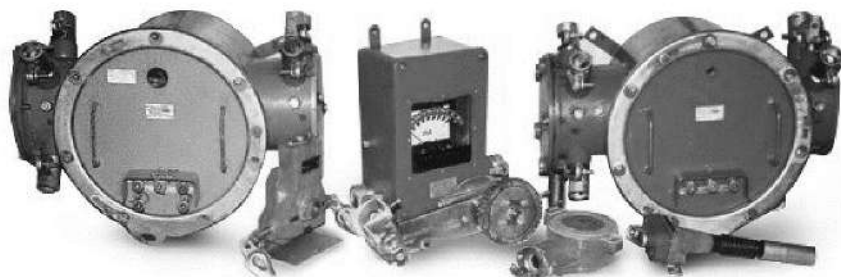
В 2019 г. на производственном конвейере «БЕЛАЗ» был спроектирован и добавлен в модельный ряд роботизированный карьерный самосвал БЕЛАЗ-7513R. В том же году компания «ВИСТ Групп», совместно с заводом БЕЛАЗ провели первые испытания беспилотной техники. Планировалось массовое внедрение беспилотной техники на разработку Российских карьеров, но ухудшение эпидемиологической обстановки 2020 года внесло свои коррективы и в развитие горнодобывающей промышленности.

Добыча и транспортировка сырья осуществляемая безлюдно в горнодобывающей промышленности позволяет производить разработку грунтов

в местах повышенной опасности, труднодоступных регионах, а также способствует снижению вероятности патологических профессиональных заболеваний работников.

Если в добыче руды открытым способом инженеры добились заметного прогресса, то работа в шахтах все еще ощущает острую необходимость в автоматизации технологических процессов добычи полезных ископаемых. По данным Росстат среди самых опасных видов трудовой деятельности профессия шахтер находится на 9-ом месте по коэффициенту смертности на 100 тыс. работников и на 2-ом месте по количеству погибших за 2018 г.

Работа в шахтах и сейчас в превалирующей мере применяет человеческий труд, при этом продолжая эксплуатацию устаревшего, оборудования, производство которого осуществлялось еще в 60-х годах XX века. Ярким примером служит широко применяющийся автоматический комплекс управления АУК.1М (рис. 3).



**Рис. 3.** Комплекс автоматического управления производственной линии

Таким образом, безлюдная добыча руды как в шахтах, так и в карьерах способствует снижению человеческих жертв на производстве. При постепенном внедрении автоматизации в горную промышленность и замене человеческого труда машинным возрастет востребованность в высококлассных специалистах, способных управлять современным оборудованием. Такая концепция, в свою очередь, будет способствовать росту требований к выпускающим специалистов-горняков ВУЗам и увеличению заработных плат специалистов связанных, с горнодобывающей промышленностью.

#### Библиографический список

1. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. – М.: Картогеоцентр, 2004. – 343 с.
2. Анистратов К.Ю. Разработка стратегии технического перевооружения карьеров // Горная промышленность. – 2012. – № 4. – С. 90–104.

3. Клебанов А.Ф. Цифровая трансформация горнодобывающих предприятий: модная фразеология или объективная необходимость? Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения недр. – М.: ИПКОН РАН, 2018. – С. 61–65.

4. Журнал "Горная Промышленность" №1 / 2020, стр.8 [<https://mining-media.ru/ru/article/ogr/15630-avtomatizatsiya-i-robotizatsiya-otkrytykh-gornyx-rabot-opyt-tsifrovoj-transformatsii>].

5. Журнал «Control Engineering Россия» июнь 2016 [<https://controleng.ru/otraslevye-resheniya/avtomatizatsiya-v-gornodobyvayushhej-promyshlennosti/>].

6. Голушко С.К., Чейдо Г.П., Шакиров С.Р. «На пути к безлюдной шахте» 18 апреля 2012 [<https://yandex.ru/turbo/scfh.ru/s/papers/na-puti-k-bezlyudnoy-shakhte/>].

**СЕКЦИЯ «МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА»**

## К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЛОПАСТЕЙ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЯ

*Андреева П.О., студентка 5-ого курса 42 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Клевцов А.А., ст. преп., к.т.н.*

Рост потребности в бетонах потребовал создания заводов по производству различного смесительного оборудования, в том числе гравитационных бетоносмесителей. Производство прогрессивных видов бетонных смесей вызывает необходимость в интенсификации процесса перемешивания смесей, расширения номенклатуры и разработки надежных конструкций бетоносмесителей. Производительность бетоносмесителей определяется продолжительностью перемешивания смесей. От величины этого показателя зависят удельные показатели работы бетоносмесителей. Надежная работа рабочих органов способствует производству качественных смесей с наименьшими затратами времени производства.

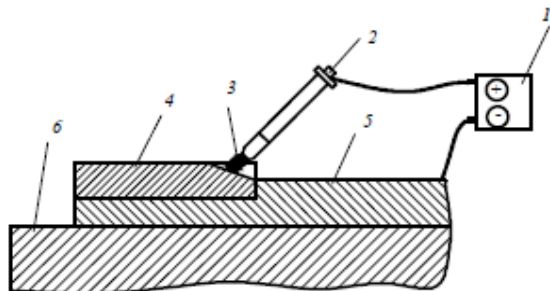
Конструкции гравитационных бетоносмесителей состоят из смесительного барабана, лопастного механизма траверсы, электродвигателя и механизма привода. Исследования гравитационных смесителей показали, что наибольшему износу подвержены рабочие органы смесителей.

Производственный опыт эксплуатации гравитационного смесителя показывает целесообразность проведения ремонтных работ по замене литых лопаток из стали 35Л твёрдостью 175 – 190 НВ из-за неудовлетворительного противостояния абразивному износу. Обследование поверхностей лопаток показало, что их периферийная зона шириной, примерно, 65÷70 мм подвержена наибольшему износу при перемешивании строительных смесей. Для улучшения износостойкости поверхностей стальной детали на них наносят слой металла, обладающего более высокой твёрдостью сопоставимой с твёрдостью некоторых составляющих компонентов строительной смеси порядка 54...56 по HRC (HB 534...564). Формирование твёрдого покрытия осуществляют наплавкой с использованием одного из способов электродугового нагрева [1] либо пайкой, либо напылением. Толщина слоёв может составлять от нескольких сотых миллиметра до нескольких миллиметров в зависимости от способа нанесения покрытия. С целью улучшения эксплуатационных показателей при ремонте и последующей модернизации гравитационного смесителя остановились на применении электрической дуги постоянного тока обратной полярности для нанесения покрытия устойчивого к абразивному износу. В соответствии со схемой процесса (рис. 1) материалом покрытия является материал расходного электрода.

На основании нормативных документов [2, 3] выбрали Ст2сп, в виде горячекатаного листа толщиной 5 мм, обладающего необходимыми прочностными ( $\sigma_B$ : 335 – 430 Мпа;  $\sigma_T$ : 195 – 225 Мпа;  $\delta$ : 29 – 32%;  $[\tau_{cp}]$ : 70 Мпа) [4] для изготовления лопастей, достаточными технологическими свойствами (свариваемость – без ограничений; флокеночувствитель-



ность – не чувствительна; склонность к отпускной хрупкости – не склонна) для нанесения наплавочного слоя и приемлемы для обработки резанием. Для этого выбрали электроды марки ЦС-1 типа Э300Х28Н4С4. Используют их при ручной электродуговой наплавке поверхностных слоёв в условиях интенсивного абразивного изнашивания с ударными нагрузками [3]. На основании теплофизических данных о химических элементах, входящих в состав электрода (табл. 1) рассчитали тепло, затрачиваемое на расплавление и перегрев сплава на 100 °С выше температуры его плавления.



**Рис. 1.** Схема нанесения стойкого к абразивному износу покрытия при дуговой наплавке:

1 – сварочный источник постоянного тока ВСУ-300; 2 – (Э-300Х28Н4С4-ЦС-1-НД)/(Е550/51-Ц40); 3 – электрическая дуга; 4 – наплавленный металлический износостойкий слой; 5 – лопасть; 6 – ступенька

Таблица 1

### Химический состав и расчётные данные сплава Э300Х28Н4С4

Расчетные данные	Химический состав, % масс							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	S	P
							Не более	
	2,5-3,4	2,8-4,2	До 1,0	25,0-31,0	3,0-5,0	60,52	0,035	0,040
$A$ , [5]	12	28,09	54,94	52,01	58,71	55,85	32,07	30,94
$n^*$	0,116	0,060	0,009	0,259	0,033	0,522	0,001	0,001
$\Delta H_m^*$ , кал/моль [6]	25,1	9,32	3,44	3,66	4,20	3,56	-	-
$\Delta Q$ , кал/г [5,6]	920,06	156,97	58,63	3197,24	134,98	3317,8		
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	2,23	2,4	7,21	7,23	8,94	7,84		
$T$ , К [6]	3820	1686	1516	2171	1726			

<sup>\*)</sup>  $n$ ,  $\Delta H_m$   $n$ , – соответственно мольная доля и скрытая теплота плавления.

$$\text{Мольные доли} \left( n_i = \frac{\frac{[\% \text{ масс} ] I}{A_i}}{\sum_j \frac{[\% \text{ масс} ] n_{i,\dots,k}}{A_{i,\dots,k}}} \right) \text{каждого химического эле-}$$

мента,  $n_{i,\dots,k}$  температуру плавления (2122,47 К), плотность ( $\rho = 6,73 \text{ г/см}^3$ ), тепло ( $Q = \sum_{i=0}^n [ \Delta Q_i \Delta T + \Delta H_m + \Delta Q_{i,\text{пл}} \Delta T_{\text{пл}} n_{i,\dots,k} ]$ ,

$Q = 7785,68 \text{ кал/г}$ ), затрачиваемое на расплавление и перегрев сплава на  $100^0$  выше температуры плавления рассчитаны методом аддитивного сложения с использованием данных (табл.1). Все расчёты проводили в соответствии с поставленной задачей: покрытие закроет площадь  $0,079 \text{ м}^2$  по периметру лопасти на ширине 65 мм. Не учитывая безвозвратные потери и потери металла со шлаком и полагая, что для наплавки применяются электроды

$\frac{\text{Э-300X28Н4С4-ЦС-1-НД}}{\text{Е550/51-Ц40}}$  диаметром 5 мм, длиной 150 мм определили расчётную массу слоя наплавки  $m - 2,13 \text{ кг}$ . Данные табл. 1 использо-

вали также для определения расхода электродов при наплавлении абразивного покрытия твёрдостью 49,0-55,5 HRC принимая за удельное время – время расплавления одного электрода. Расход электродов массой 46 г при формировании двухслойного покрытия составит 46 штук. Затраты электроэнергии на плавление электродов составит

$Q_{\Sigma} = Q_m = 7785,68 \cdot 2130 \cdot 4,1868 = 69352108 \text{ Вт} \cdot \text{с}$ . Задавая, например, током ( $I$ ) 300 А и напряжением ( $U$ ) 20 В расчётное время наплавки при использовании одного электрода составит

$\left( \tau = \frac{Q_{\Sigma}}{UIn} = \frac{69352108}{20 \cdot 300 \cdot 46} = 112,99 \text{ с} \right) = 1,88 \text{ мин}$ . На практике в качестве энергетической установки может быть использован, например, ВСУ-300.

В результате выбора материала для наплавки, существенно повысилась износостойкость лопастей смесителя и снизились затраты на их ремонт.

#### Библиографический список

1. <https://www.gost-svarka.ru>.
2. ГОСТ14637-89.
3. ГОСТ10051-75.
4. Ануриев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3 т. Т.1. – 8-е изд., перераб. И доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.

5. Д.Ф. Эллиот, М. Глейзер и В. Рамакришна Термохимия сталеплавильных процессов. Металлургия. 1969. 252 с.
6. Эмсли Д. Справочник. Элементы. М. Мир. 1991. 256 с.
7. Тихонов А.Ф. Автоматизация и роботизация технологических процессов и машин в строительстве. АВС. 2005. 464 с.
8. Густов Ю.И., Степанов М.А., Кайтуков Б.А. Анализ конструктивно-расчетных схем бетоносмесителей. Журнал Механизация строительства. 2013. №12. С 30-31.
9. Емельянова И.А., Доброхотова О.В., Анищенко А.И. Современные строительные смеси и оборудование для их приготовления. Харьков. Издательство Тимченко А.И. 2010. 152 с.
10. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
11. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.
12. Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Алфимова Н.И. Прогнозирование дисперсных характеристик высокодисперсных цементов //Строительные материалы. 2007. № 8. С. 24-25.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНО РАЗРАБОТАННОГО КОВША

*Барабашов Д.Д., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Шаранов Р.Р., проф., д.т.н.*

В строительных работах одними из наиболее трудоемких являются земляные работы. Наибольшее распространение среди существующих способов разработки грунтов получил механический.

Общим недостатком механических способов разработки грунтов при наличии предварительного рыхления является необходимость иметь две машины: одну для рыхления, другую – для экскавации породы.

Применение гидроударного рабочего оборудования на дорожно-строительных машинах, в первую очередь на гидравлических экскаваторах, повышает эффективность работы машин при разработке мерзлого грунта, разрушении скальных пород, дорожных одежд, уплотнении грунта и выполнении других видов работ.

Использование в качестве рабочих органов ДСМ ковшей активного действия позволит производить полную разработку (рыхление и экскавацию) грунта без привлечения дополнительных средств механизации, при этом производительность экскаватора существенно возрастает.

В настоящее время благодаря простой и надежной конструкции большую известность получили гидромолоты, пневмомолоты, электромолоты различных типов, используемые для работы с грунтами (уплотнение, разрушение), с асфальтобетонными, железобетонными покрытиями и выполнения других видов работ.

Основными параметрами гидромолотов, выполняющих указанные работы, являются: величина необходимой для разработки грунта энергии удара, частота ударов, ударная мощность.

Для разрушения небольших объемов прочных грунтов и асфальтобетонных дорожных покрытий, в том числе в стесненных местах и при реконструкции различных объектов, рекомендуется применять навесные гидравлические и гидропневматические молоты к экскаваторам II–V размерных групп. Монтаж и демонтаж гидромолота на экскаваторе практических трудностей не представляют и не требуют специальных приспособлений.

Гидромолот в общем виде состоит из корпуса, ударника (бойка), движущегося по направляющим корпуса, пневматического или гидравлического аккумулятора и сменного рабочего инструмента. Распределение жидкости у существующих гидромолотов совершается системой каналов в бойке и проточке в корпусе или золотниковым распределительным устройством.

Гидравлические ударные устройства условно можно разделить на три группы: гидромеханические – привод ударной части (бойка) осуществляется от гидродвигателя (гидроцилиндра или гидромотора) через промежуточную механическую передачу; гидравлические (гидромолоты двойного дей-

ствия) – движение ударной части происходит за счет рабочей жидкости, подаваемой насосом базовой машины; гидропневматические – взвод ударной части совершается рабочей жидкостью, а рабочий ход происходит за счет энергии сжатого газа пневмоаккумулятора.

Опыт создания отечественных гидромеханических ударных устройств весьма ограничен. Один из основных их недостатков – наличие сложной механической трансмиссии. Попытки повысить энергию удара влекут за собой резкое увеличение массы и габаритных размеров ударных устройств, что усложняет эксплуатацию оснащенных ими машин и ограничивает возможности их использования.

Недостатком гидравлических ударных устройств (вторая группа) является сложность конструкции, вызванная наличием большого количества гидроаппаратов (золотников, обратных клапанов и др.) в конструкции самого ударного устройства, что уменьшает их надежность в эксплуатации.

Достоинством гидромолотов двойного действия является наличие одного энергоносителя. К этим гидромолотам относятся гидромолоты СП-70, СП-62, СО1-136 и другие разработки НПО ВНИИстройдормаш.

К преимуществам гидропневматических ударных устройств следует отнести компактность, низкую металлоемкость на единицу энергии удара, простоту регулирования энергии удара изменением давления зарядки газа в пневмоаккумуляторе. Гидропневматические ударные устройства получили наибольшее распространение. К классу гидропневматических относятся гидромолоты ГПМ-120, ГПМ-120А, ГПМ-200, ГПМ-300, СП-71 КФ ВНИИСДМ.

Применение гидроударных устройств, в которых энергия подводимой рабочей жидкости базовой машины с гидроприводом генерируется в импульсные силы определенной частоты и интенсивности, позволяет создавать перспективные конструкции рабочего оборудования активного действия, в том числе и ковшей экскаваторов. [1]

Ковш активного действия экскаватора предназначен для разработки массивов повышенной прочности до VI категории по прочности включительно, к которым относятся мерзлые грунты и большинство горных пород.

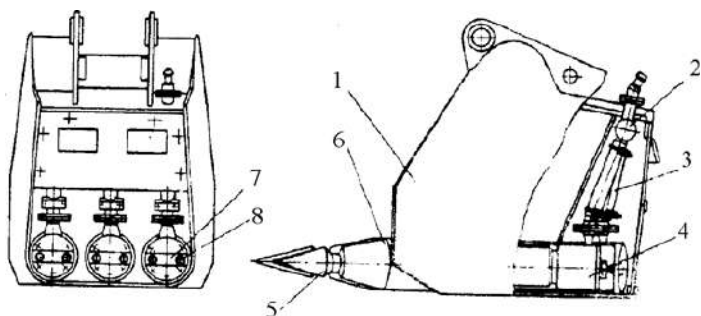
Ковш активного действия включает несколько гидроударных устройств, состоящих из энергетического блока, блока управления рабочим циклом, инструмента, делителя потока и источника питания базовой машины – экскаватора. [2]

Перспективным направлением в практическом применении активных рабочих органов дорожно-строительных машин с гидроприводом является использование совместной работы нескольких гидроударных устройств. Совместная работа нескольких гидроударных устройств в ковшах активного действия позволит увеличить производительность и, следовательно, объем выполненных работ, снизить трудоемкость работ, а также повысить эффективность использования существующих гидроударников.

Некоторые из возможных конструкций ковша активного действия на основе гидроударных устройств, разработанные в различные периоды времени, приведены на рис. 1.1, 1.2 и 1.3.

В ИГД СО АН СССР разработана конструкция ковша активного действия [3], который состоит из корпуса 1, пневмомолотов 2, устанавливаемых в трубчатых кожухах 2, выполненных в днище ковша, ударных зубьев 4 и системы воздухоподвода (рис. 1). Сжатый воздух, подведенный к ковшу, попадает в коллектор 5 и от него по гибким шлангам 6 поступает в автоматы пуска, включающие пневмомолоты в работу при достижении заданного усилия на ударном зубе.

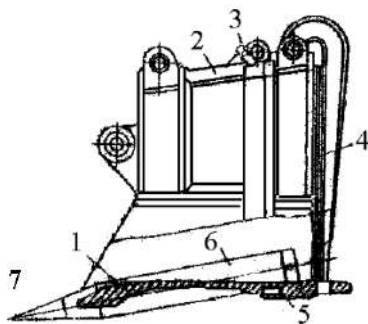
Под действием ударных нагрузок зубья ковша внедряются в грунт, разрушая его. При снижении сопротивления копания пневмомолот отключается. В процессе копания пневмомолоты включаются и выключаются неоднократно.



**Рис. 1.** Конструкция ковша активного действия:

- 1 – корпус; 2 – коллектор; 3 – шланг; 4 – пневмомолоты; 5 – ударные зубья;  
6 – трубчатые кожухи; 7 – прижимные планки; 8 – винт

На рис. 2 [4] приведена конструкция ковша активного действия экскаватора по а.с. №505772. Ковш состоит из передней стенки 1 с трубчатыми кожухами 2, задней стенки 3, днища и воздуховода 5 с входным патрубком 6.

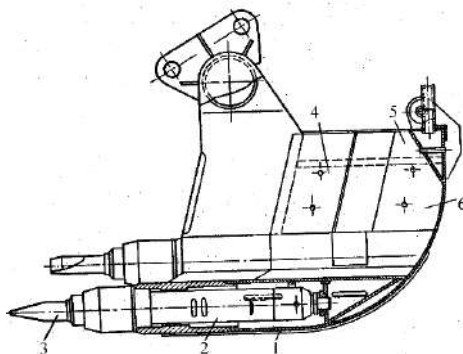


**Рис. 2.** Конструкция ковша активного действия экскаватора по а.с. № 505772:

- 1 – передняя стенка; 2 – трубчатые кожухи; 3 – задняя стенка; 4 – днище;  
5 – воздуховод; 6 – входной патрубок; 7 – пневмомолот

Каждый пневмомолот 7 установлен в отдельном трубчатом кожухе 2. Подвод сжатого воздуха к пневмомолоту осуществляется через входной патрубок 6.

На рис. 3 приведена схема ковша экскаватора по а.с. 349330. Особенностью данной конструкции является то, что для обеспечения достаточного качества отделки откосов канав и траншей с наклонными стенками днище ковша выполнено профильным, а крайние зубья с пневмомолотами смещены по высоте и смонтированы в параллельных плоскостях.



**Рис. 3.** Конструкция ковша экскаватора по а.с. 349330:

1 – днище; 2 – пневмомолот; 3 – зубья; 4, 6 – каналы; 5 – корпус ковша

Необходимо отметить, что рассмотренные конструкции ковшей активного действия экскаваторов разрабатывались без достаточного научного обоснования их параметров, отличались малой энергией единичного удара, низкой надежностью в работе и серийно не выпускались.

Экономическая эффективность от использования экскаватора с ковшом активного действия при разработке мерзлых грунтов обеспечивается за счет снижения себестоимости экскавации и удельных капитальных затрат, приходящихся на единицу объема мерзлого грунта. При этом следует иметь в виду существенное упрощение организации труда за счет совмещения операций рыхления и выемки, а также сокращения количества основных землеройных машин, занятых на объекте.

#### Библиографический список

1. Активные гидроударные рабочие органы строительно-дорожных машин: Учеб. пособие / И.А. Янцен, З.А. Мулдагалиев, О.Г. Савчак. – Караганда: КарПТИ, 1983. – 95 с.

2. Федоров Д.И. Экскаваторные ковши активного действия / Д.И. Федоров, И.А. Недорезов, В.Г. Тайц, А.И. Федулов. – М.: Транспорт, 1974. – 224 с.

3. Шишаев С.В., Федулов А.И., Матгис А.Р. Расчет и создание ковша активного действия. – Новосибирск: ИГД СО АН СССР, 1989.
4. А. с. № 505772 СССР, МКИ Е 02 F 3/40. Ковш экскаватора/ Б.Г. Бережной, В.П. Богатырев, Г.П. Волович, Н.И. Лаврухин, А.Р. Матгис, И.А. Недорезов, Г.М. Носиков, Г.Т. Фазалов, А.И. Федулов, Д.И. Федоров, Ю.М. Хамчуков (СССР). –№ 17988612/22-03; Заявлено 20.06.72; Оpubл. 05.03.76. Бюл. № 9. – 2 с.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.1. – М.: Машиностроение, 1978. 728 с.
6. Галдин Н.С., Бедрина Е.А. Ковши активного действия для экскаваторов: Учеб. пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2003. – 53 с.
7. Галдин Н.С. Гидроударные рабочие органы дорожно-строительных машин: Учеб. пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2001. – 65 с.
8. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Учебное пособие / Белгород, 2014.
9. Sevryugina N.S., Sharapov R.R. The method of maintaining resource of construction machines, tools and systems. World of Transport and Technological Machines . 2017. № 3 (58). С. 52-59.
10. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
11. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.



## МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ БАШЕННОГО КРАНА С ПОМОЩЬЮ УСТАНОВКИ СИСТЕМ СМАЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ

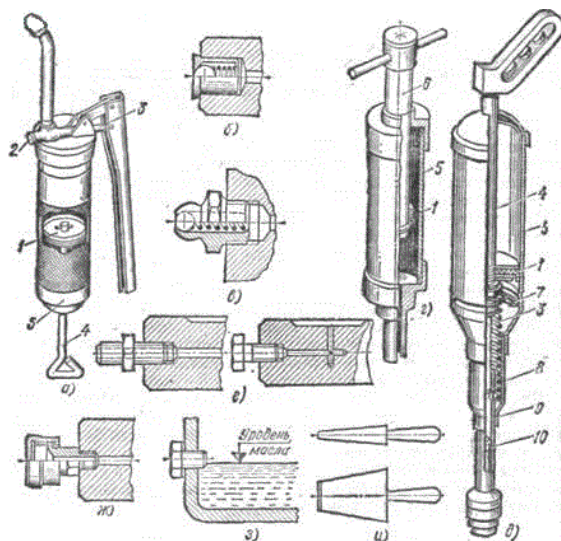
*Бобрусов К.В., студент 5-го курса 42 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Кудрявцев Е.М., проф., д.т.н.*

Модернизация крановых механизмов включает в себя установку системы смазки оборудования.

Башенные краны имеют большое количество разнесенных по металлоконструкциям мест, которые нуждаются в смазке. Но так как, краны — это крупные машины, которые к тому же многократно разбираются и собираются при перебазированиях с одной строительной площадки на другую, осуществить централизованное смазывание их сборочных единиц очень сложно. То необходимо снабдить трущиеся пары смазочными устройствами, расположив их в непосредственной близости к ним.

Все редукторы механизмов крана смазывают жидкими маслами, а подшипники на металлоконструкциях – пластичными смазочными материалами.

Для пластичных материалов применяют в основном приборы и устройства, показанные на рис. 1.



**Рис. 1.** Приборы и приспособлений для смазывания кранов:

а – рычажный шприц, б – ниппельная пресс-масленка, в – шариковая пресс-масленка, е – винтовой шприц, д – штоковый шприц, е – пробка и штуцер для винтового шприца, ж – колпачковая пресс-масленка, з – контрольная пробка, и – лопаточка; 1 – поршень, 2 – пробка, 3 – плунжер, 4 – шток, 5 – корпус, 6 – винт, 7 – диафрагма, 8, 9 – телескопические трубки, 10 – клапан

Рычажный шприц предназначен для смазывания как жидкими, так и пластичными материалами, подаваемыми под давлением к трущимся поверхностям и в полости, предусмотренные для запаса смазочного материала.

Винтовой шприц имеет такое же назначение, как и рычажный, но применяют его не для шариковых масленок, а для резьбовых смазочных отверстий, куда ввертывают штуцер.

Штоковый шприц предназначен также для смазывания под давлением.

Колпачковую пресс-масленку используют обычно в тех местах, где нужно частое смазывание небольшими порциями.

Шариковые пресс-масленки – ниппельная и обычная работают как клапаны, обеспечивают пропуск смазочного материала к трущимся поверхностям и удерживают его от вытекания во время работы узла.

Контрольная пробка представляет собой болте прокладкой, ввернутый в стенку редуктора на высоте, соответствующей нормальному уровню масла.

Лопаточки используют для нанесения густого смазочного материала на открытые поверхности. Их используют также для смазывания стальных канатов.

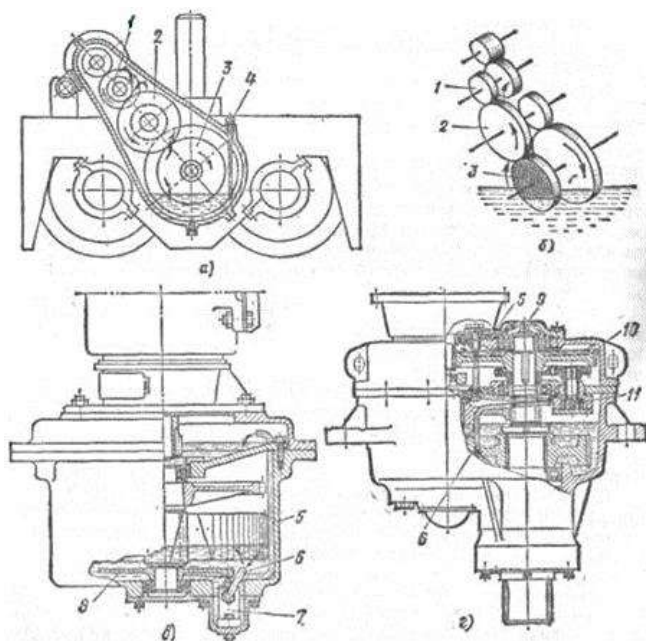
Для смазывания шестерен и подшипников, находящихся в редукторах выше уровня масла, применяют метод разбрызгивания. В этом случае шестерни, погруженные в масло, при вращении захватывают и разбрызгивают масло, создавая масляный туман, проникающий к шарикоподшипникам редуктора. В тех случаях, когда смазывание разбрызгиванием из-за сложной конфигурации или большой высоты редуктора оказывается недостаточным, масло принудительно подают вверх с помощью специальных устройств, например, специальной (паразитной) шестерни 3, плунжерного или шиберного насосов.

Очевидно, что одним из наиболее эффективных способов борьбы с изнашиванием деталей крановых механизмов является смазывание их трущихся поверхностей. Смазывание снижает потери мощности приводов механизмов и скорости изнашивания взаимодействующих деталей путем создания между ними устойчивых граничных пленок смазки или режима жидкостного трения (масляного клина). Очевидно, что смазывание применяют только для борьбы с вредными внутренними силами трения в крановых механизмах. На грузоподъемных кранах пары трения: тормозной шкив и колодка; ходовое колесо и рельс, работающие в условиях сухого трения, не смазывают. Помимо этого, смазывание устраняет возможные заедания деталей, защищает их поверхности от коррозии и отводит от них теплоту.

Работоспособность механизмов крана зависит от правильного выбора сортов смазочного материала и РЖГ, строгого соблюдения установленных режимов смазывания, своевременной замены указанных материалов и качественного выполнения всех операций.

Следует помнить, что для обеспечения нормальной работы грузоподъемного крана необходимо постоянное наличие смазочного материала меж-

ду трущимися поверхностями деталей, так как при отсутствии смазки силы трения возрастают в 8... 15 раз со всеми нежелательными последствиями.



**Рис. 2.** Устройства для смазывания механизмов и канатов:

а – ходовая тележка со специальной (паразитной) шестерней в редукторе для смазывания, б – схема работы зубчатой передачи с паразитной шестерней для смазывания, в – редуктор механизма поворота с плунжерным насосом, г – то же, с шибберным насосом

### *Итог модернизации*

Современные подъемные устройства стоят больших денег, и собрать необходимые суммы на их покупку компаниям с небольшим бюджетом весьма и весьма проблематично. Модернизация же механизма стоит в десятки раз дешевле. После ее проведения компания получает современный кран высокой производительности и безопасности.

### Библиографический список

1. Невзоров Л.А., Пазельский Г.Н., Романюха В.А. Башенные краны // Строительные машины, 1986 г.
2. Гохберга М.М. Справочник по Кранам. Том 1. Л. Машиностроение, 1988 г.

3. Добронравов С.С., Дронов В.Г. Строительные машины и основы автоматизации: Учебное пособие М. Высш. шк., 2001, - 575 с.
4. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
5. Шарапов Р.Р., Мамедов А., Степанов М.А., Харламов Е.В. Шагающее ходовое оборудование стрелового самоходного крана грузоподъемностью свыше 100 т повышенной проходимости и мобильности // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 5. С. 5-11.
6. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Агарков А.М. Сравнительные характеристики проходимости на слабых грунтах гусеничных и шагающих кранов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 198-200.
7. Залалдинов И. Ф., Габдуллин Т. Р. Разработка стационарного крана с регулируемым прогибом // Техника и технология транспорта. 2017. №1 (2). С. 5.
8. Габдуллин Т.Р., Залалдинов И.Ф. Разработка крана с нулевым прогибом // В сборнике: ИНТЕРСТРОЙМЕХ-2016 (International building technics-2016). Материалы Международной научно-технической конференции. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. 2016. С. 166-171.
9. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО КРАНА С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

*Владыкина Е.В., студент 5-го курса 42 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Степанов М.А., доц., к.т.н.*

В современном российском строительстве и производстве автомобильные краны имеют высокую необходимость, когда требуется достаточная мобильность и грузоподъемность.

В России и стран СНГ на сегодняшний день существуют несколько лидеров на рынке самоходных кранов: «Ивановец», «Клинцы», «Ярославовец». По объему выпуска грузоподъемных машин эти предприятия входят в число ведущих мировых производителей. Глобальная тенденция к распространению автомобильных крановых установок, обоснована рядом важных факторов, выделяющих их преимущества по отношению к стационарным кранам:

- хорошие грузовые характеристики во всем рабочем диапазоне, что позволяет работать на высоте с грузом;
- высокая мобильность и легкость транспортирования машины к месту эксплуатации (нет необходимости в разборе и съеме рабочего оборудования);
- маневренность машины и простота в управлении крановыми операциями и рабочими скоростями;
- эргономические факторы такие как: теплая и комфортная кабина, наличие необходимых средств обеспечения безопасности.

Несмотря на большое количество положительных факторов, автомобильные краны не так универсальны, как этого хотелось бы предприятиям, долгое время владеющим грузоподъемными машинами. Зачастую номинальной грузоподъемности недостаточно для всех задач на одном объекте. Некоторые операции приходится производить на других участках, т.к. грузоподъемности автокрана не хватает. Встает вопрос о покупке новой дорогостоящей машины с большей грузоподъемностью, при том, что ресурс имеющегося крана не исчерпан.

В ходе исследования данной проблемы была сформулирована цель: модернизировать автомобильный кран таким образом, чтобы не меняя его принципиальной формы увеличить его грузоподъемность.

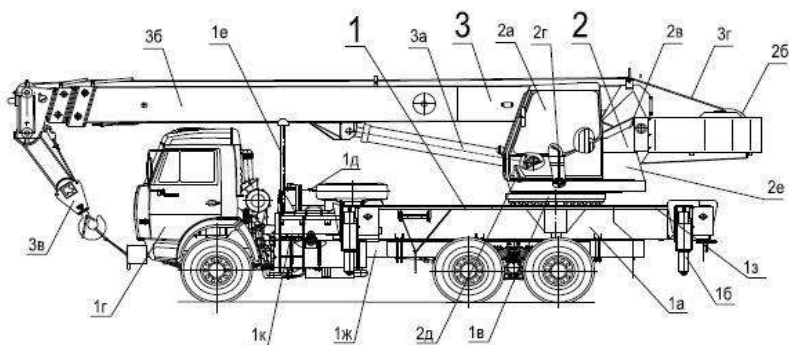
Главной задачей является разработка принципиального решения по увеличению грузоподъемности на базе уже существующего автокрана и программного комплекса отвечающего современным, научно-техническим требованиям, с учетом роста потребностей и возможностью дальнейшего развития крановых установок. В связи с появлением новых технических, строительных и программных решений, а именно проектирование новых и замена уже существующих узлов и агрегатов автомобильного крана. Немаловажным вопросом является выбор, оптимального, сбалансированного способа повышения способности автокрана поднимать и перемещать более

тяжелые грузы, который будет обеспечивать все необходимые задачи и требования по безопасности и надёжности, в которых нуждаются предприятия.

Способ решения: улучшение имеющейся крановой установки, путём модернизации её узлов и агрегатов.

На данный момент уже существуют некоторые решения данной проблемы. Для увеличения грузоподъемности автомобильных кранов предлагается заменить комплектующие части крановой установки, которые предоставляет завод изготовитель. Нововведения необходимо будет согласовать с главным контролирующим органом в данной области – Ростехнадзором.

Для примера обратимся к распространённой модели автомобильного крана КС-55713-1К-3 «Клины» грузоподъёмностью 25 тонн на базе шасси КамАЗ-65115 (Рис.1). Кран состоит из несущих сварных металлоконструкций, механических и гидравлических агрегатов, которые конструктивно объединены в три основные части: неповоротная часть крана 1; поворотная часть крана 2; рабочее оборудование 3.



**Рис. 1.** Кран КС-55713 стреловой автомобильный:

- 1 – неповоротная часть: 1а – рама опорная; 1б – выдвижная опора; 1в – опора поворотная; 1г – шасси КамАЗ-65115-62; 1д – гидробак; 1е – стойка поддержки стрелы; 1з – облицовка; 1ж – пневмооборудование; 1к – привод насоса.
- 2 – поворотная часть: 2а – кабина; 2б – грузовая лебедка; 2в – рама поворотная; 2г – привод управления краном; 2д – привод топливоподдачи; 2е – кожух.
- 3 – рабочее оборудование: 3а – механизм подъёма стрелы; 3б – стрела телескопическая; 3в – подвеска крюковая; 3г – грузовой канат

В неповоротную часть автокрана КС-55713 входят: шасси КамАЗ-65115-62, опорная рама с выдвижными опорами, поворотная опора, стойка поддержки стрелы, облицовка, привод насоса, пневмооборудование, управление выдвижными опорами, гидробак, кронштейн крепления запасного колеса 1.

Поворотная часть автомобильного крана крепится к поворотной опоре. Она состоит из: поворотной рамы, грузовой лебёдки, механизма поворота, кабины, отопителя, приводов управления краном, управления двигателем, кожуха.

Рабочее оборудование автокрана КС-55713-1К-3 «Клинцы» 25т на базе Камаз-65115 состоит из трехсекционной телескопической стрелы, механизмов подъёма и выдвижения секции стрелы, грузового каната и крюковой подвески основной для 8-ми и 6-ти кратной запасовки.

Так как был выбран путь достижения большей грузоподъемности через модернизацию узлов и агрегатов крановой установки, были проанализированы актуальные тенденции в отрасли автомобильных телескопических кранов.

В первую очередь хочется выделить решение, связанное с модернизацией телескопической стелы, а точнее с изменением ее формы. Так как телескопическая стрела является основным рабочим механизмом, выполняющим грузоподъемную работу крана, его подъемные характеристики зависят от ее конструкции.

На протяжении многих десятилетий с самого начала производства кранов с телескопической стрелой конструкция стрелы всегда развивалась. На данном этапе в мире существует достаточно большое количество профилей поперечного сечения телескопических стрел. В то же время любой изготовитель кранового оборудования подчёркивает свои превосходства в той либо иной форме стрелы [5].

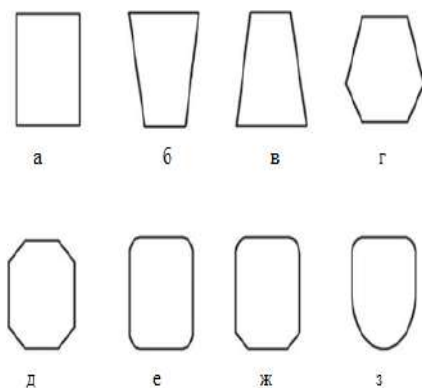
Выбор типа стрелы оборудования определяется на этапе проектирования с учётом технических и экономических возможностей любого завода, который производит автокраны.

Чтобы уменьшить усилия контакта между отдельными телескопическими секциями, секции должны быть сконструированы таким образом, чтобы в зонах контакта возникали минимальные дополнительные усилия. Между секциями стрелы, а также между секциями и опор скольжения должны быть маленькие проёмы для обеспечения боковой устойчивости и маленького угла скручивания. Для уменьшения веса возможно применять высокопрочные стали с мелкозернистой структурой. В то время как высокая несущая способность данной стали возможно реализована только в том случае, если нет риска убытка устойчивости (локальная потеря устойчивости). Относительно тонких стенок поперечного сечения телескопической стрелы проверяется локальная устойчивость на продольные усилия в стреле, так и усилия, действующие в направлении, поперечном к стреле [2].

В данный момент применяется огромное множество типов профилей поперечного сечения: прямоугольный, трапециевидный, шестиугольный, восьмиугольный, изогнутый профиль, U-образный. Самое современное на сегодня является U-образное сечение стрелы (рис. 3) [1].

Профиль имеет округлое поперечное сечение, близкое к окружности в нижней зоне, и П-образный изогнутый профиль с углами, закруглёнными по определённому радиусу в верхней зоне профиля. Секция стрелы сварена

при помощи сварного шва из 2 полукоробов. Сварка шва осуществляется вдоль линии нейтрального напряжения, разработанной конструкторами при высокой нагрузке. Стрела может иметь 5 секций различной длины и на вид профиль любой секции стрелы имеет различие между собой. Это также связано с расчётами характеристик изгиба и скручивании стрелы, ее нагрузки и работы в разных условиях (подъем, опускание, выдвижении стрелы). Исходя из этого U-образный профиль стрелы увеличивает прочностные характеристики в сравнении с такими же стрелами прямоугольного и многогранного изогнутого профиля. Стрелы U-образного профиля имеют самый высокий параметр устойчивости нижней зоны от продольного сжатия. К плюсам U-образной секции относятся огромный коэффициент локальной устойчивости, высокая прочность и снижение затрат на её производство. Из-за своей конструкции, U-образная стрела может выдерживать большие нагрузки, с удлинением стрелы. При этом на изготовлении стрелы используется металл меньшей толщины по сравнению с другим профилем [6].

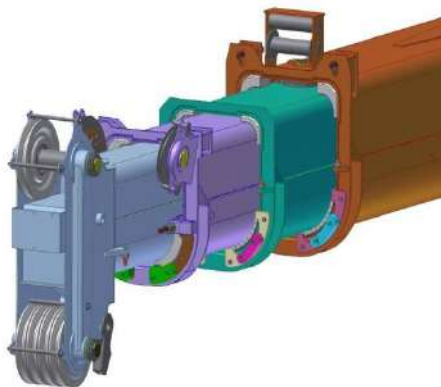


**Рис. 2.** Некоторые формы сечения телескопических стрел:

а – прямоугольное (уголковая); б, в – трапециевидное; г, ж – гексагональное; д – октагональное; е – сечение стрелы, изготовленной из двух гнутых полукоробов, с параллельными вертикальными и горизонтальными плоскостями и скруглёнными углами; з – U-образное (овоидное)

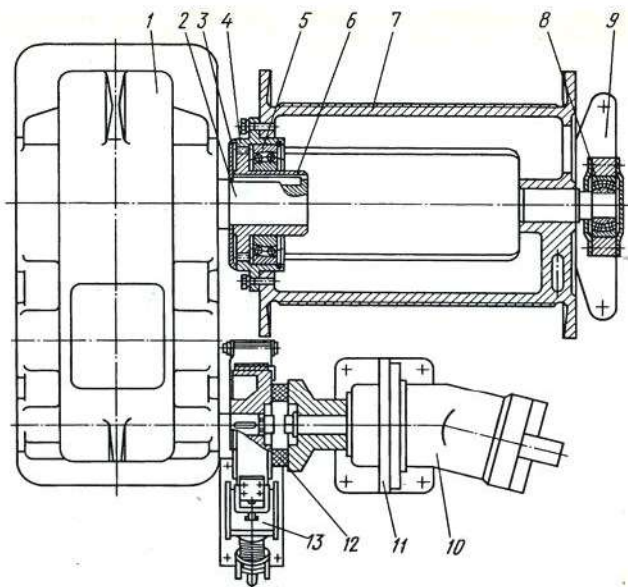
Исходя из этого, на рынке автомобильных кранов существует большой выбор разновидности поперечного сечения для телескопических стрел. Любой изготовитель отдаёт предпочтение, какой тип профиля ему наиболее подходит для конструирования, исходя из его технических возможностей и технологических разработок, производственных мощностей и потребностей рынка. Следует выделить, что овальное сечение применяется в автомобильных кранах большинства изготовителей из-за его прочностных характеристик. В сравнении с другими U-образный профиль имеет превосходство приблизительно в 20-30% [3].





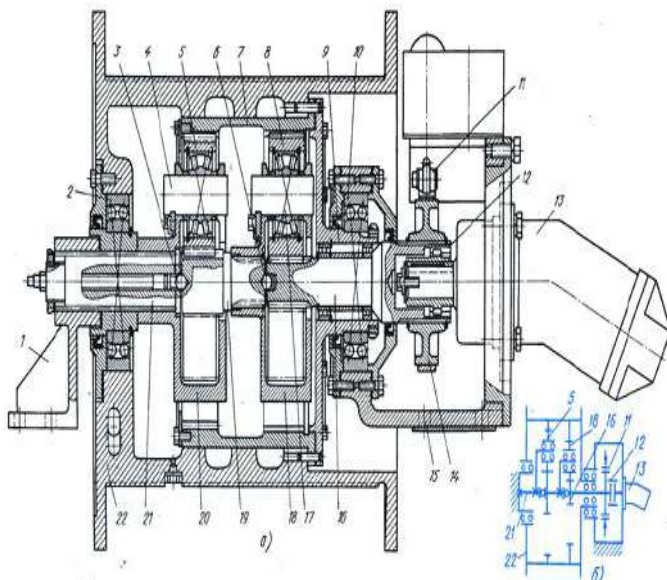
**Рис. 3.** Телескопическая стрела автомобильного крана с овоидным профилем

Для того, чтобы модернизация автомобильного крана имела максимальную эффективность помимо замены стрелы предлагается сменить привычную грузовую лебедку с двухступенчатым цилиндрическим редуктором (рис. 4) на более современную с двухступенчатым планетарным редуктором, встроенным в барабан (рис. 5).



**Рис. 4.** Грузовая лебедка автокрана:

1 – редуктор, 2 – вал, 3 – крышка, 4, 6 – зубчатые полушестерни, 5, 8 – подшипники, 7 – барабан, 9, 11 – стойки, 10 – гидромотор, 12 – муфта, 13 – тормоз



**Рис. 5.** Грузовая лебедка крана КС-4571 (а) и ее кинематическая схема (б):  
 1, 15 – опоры, 2, 10 – 9 сферические подшипники, 3, 6 – шарики, 4, 17 – оси, 5, 8 – сателлиты, 7 – центральное колесо (венец), 9 – крышка редуктора, 11 – тормоз, 12 – муфта, 13 – гидромотор, 14 – шкив, 16 – вал-шестерня, 18, 20 – корпуса, 19, 21 – валы, 22 – барабан

Проанализировав ранее произведённые подобные работы и ознакомившись с отчетами о модернизации автомобильных кранов некоторых предприятий, можно предположить, что способ улучшения грузоподъемности путем замены рабочего оборудования и некоторых узлов крановой установки в разы экономичнее, чем приобретение новой машины или долгосрочная аренда автомобильного крана с необходимой грузоподъемностью.

Предложенные изменения в конструкции и устройстве автомобильного крана предполагают увеличение его грузоподъемности на 5-7 тонн, а также благоприятно скажутся на вылете стрелы, что позволит расширить спектр операций при эксплуатации автомобильного крана.

#### Библиографический список

1. Гриценко, К.А. Выбор оптимальной конструкции телескопической стрелы для перспективных грузоподъемных автомобильных кранов / К.А. Гриценко. – Текст: непосредственный // Строительные и дорожные машины. – 2017. – №3. – С. 34-40.
2. Зайцев, Л.В. Автомобильные краны: учебное пособие для СПТУ / Л.В. Зайцев, М.Д. Полосин. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Высш., шк., 1987. – 208 с. – Текст: непосредственный.

3. Преимущества овоидного профиля стрелы для автокранов: сайт. – URL: <https://www.k2com.ru/news/2016-08/news7508/> (дата обращения: 26.11.2020) – Текст: электронный.
4. Секция первая КС-45721Г.63.20.000 (гексагональный профиль) автокрана Челябинец КС-45721: сайт. – URL: [https://kran-master74.ru/spares/zapchasti\\_k\\_avtokranam/ramy\\_strelovoe\\_oborudovanie/ramy\\_strelovoe\\_oborudovanie\\_na\\_avtokran\\_chelyabincts\\_ks\\_45721/sektsiya\\_pervaya\\_ks\\_45721g\\_63\\_20\\_000\\_geksagonalnyy\\_profil\\_avtokrana\\_chelyabincts\\_ks\\_45721](https://kran-master74.ru/spares/zapchasti_k_avtokranam/ramy_strelovoe_oborudovanie/ramy_strelovoe_oborudovanie_na_avtokran_chelyabincts_ks_45721/sektsiya_pervaya_ks_45721g_63_20_000_geksagonalnyy_profil_avtokrana_chelyabincts_ks_45721) (дата обращения: 26.11.2020) – Текст: электронный.
5. Что такое овоидный профиль: сайт. – URL: [http://www.awdkran.ru/articles/11\\_ovoid.pdf](http://www.awdkran.ru/articles/11_ovoid.pdf) (дата обращения: 26.11.2020) – Текст: электронный.
6. Научная электронная библиотека: сайт. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20377920> (дата обращения: 26.11.2020) – Текст: электронный.
7. Промышленная безопасность при эксплуатации грузоподъемных кранов на специальном шасси автомобильного типа: Сборник документов. Серия 10. Выпуск 17 / Колл. авт. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Научно-технический центр по безопасности в промышленности, 2002. – 272 с.
8. Степанов М.А., Степанов С.Н. Обоснование выбора коробчатых стрел // Механизация строительства 2008 г. №3, с.16-18.
9. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
10. Шарапов Р.Р., Мамедов А., Степанов М.А., Харламов Е.В. Шагающее ходовое оборудование стрелового самоходного крана грузоподъемностью свыше 100 т повышенной проходимости и мобильности // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 5. С. 5-11.
11. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Агарков А.М. Сравнительные характеристики проходимости на слабых грунтах гусеничных и шагающих кранов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 198-200.
12. Залалдинов И.Ф., Габдуллин Т.Р. Разработка стационарного крана с регулируемым прогибом // Техника и технология транспорта. 2017. №1 (2). С. 5.
13. Габдуллин Т.Р., Залалдинов И.Ф. Разработка крана с нулевым прогибом // В сборнике: ИНТЕРСТРОЙМЕХ-2016 (International building technics-2016). Материалы Международной научно-технической конференции. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. 2016. С. 166-171.
14. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.

## УВЕЛИЧЕНИЕ МАНЕВРЕННОСТИ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

*Горбунов С.А., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Шаранов Р.Р., проф., д.т.н.*

Фронтальный погрузчик – это весьма универсальная машина, применяемая на строительных площадках и других объектах. Область задач, которые можно выполнить с помощью данной спецтехники достаточно широкая и обусловлена физическими и технологическими возможностями машины, а также многообразием различного навесного оборудования.

Фронтальные погрузчики можно отнести как к землеройным, так и к подъемно-транспортным машинам. Основу этой спецтехники составляет преимущественно шарнирно-сочленённая база на пневмоколесном ходу, поворот которой осуществляется не за счет механической передачи, соединяющей руль и колеса, а с помощью одного или нескольких гидроцилиндров, изменяющих относительное положение двух частей рамы [1].

Однако в узких условиях некоторых строительных площадок, карьеров и других объектов при использовании данной машины могут возникать неудобства, связанные с необходимостью значительного пространства, для выполнения рабочего цикла погрузчика, состоящего из опускания рабочего оборудования, движения вперед с последующей загрузкой, подъема оборудования, отъезда с разворотом, транспортирования к месту выгрузки, разгрузки и возвращения с разворотом на исходную позицию. В следствии чего возникает вопрос увеличения маневренности фронтального погрузчика. Рассмотрим несколько существующих решений данной проблемы.

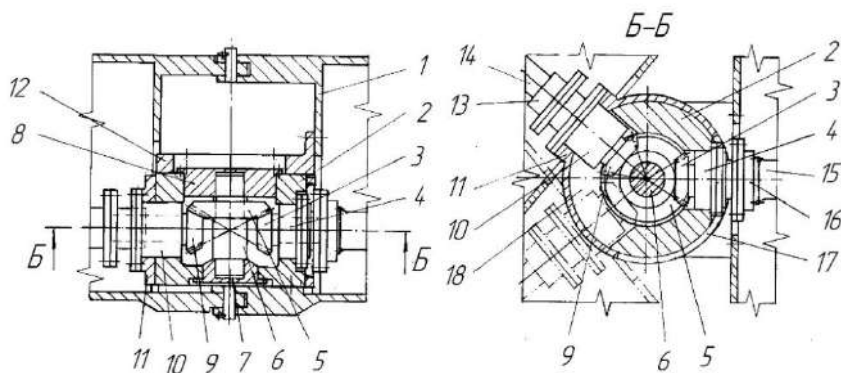
Одним из вариантов увеличения маневренности фронтального погрузчика является ограничение минимального радиуса поворота, что позволит машине совершать разворот в более ограниченном пространстве. Так как в большинстве случаев данная спецтехника является полноприводной, передача крутящего момента от раздаточной коробки силовой установки на ведущие передний и задний мосты осуществляется за счет карданных валов со шлицевыми компенсаторами длины, что в сочетании с механизмом поворота шарнирно-сочлененной рамы дает значительное ограничение радиуса поворота машины. Это провоцирует ряд основных недостатков большинства фронтальных погрузчиков, основными из которых являются:

- ограниченный радиус поворота спецтехники при движении, зависящий от угла поворота промежуточного карданного вала;
- увеличенный радиус поворота карданного вала при движении на непрямолинейных участках, что способствует увеличению нагрузки на подшипниковые опоры раздаточной коробки и промежуточную опору, а также повышенный износ шлицевого компенсатора длины и шин машины из-за пробуксовки.

Решение данной проблемы можно найти в принципиальном изменении механической передачи, через которую крутящий момент от двигателя пе-

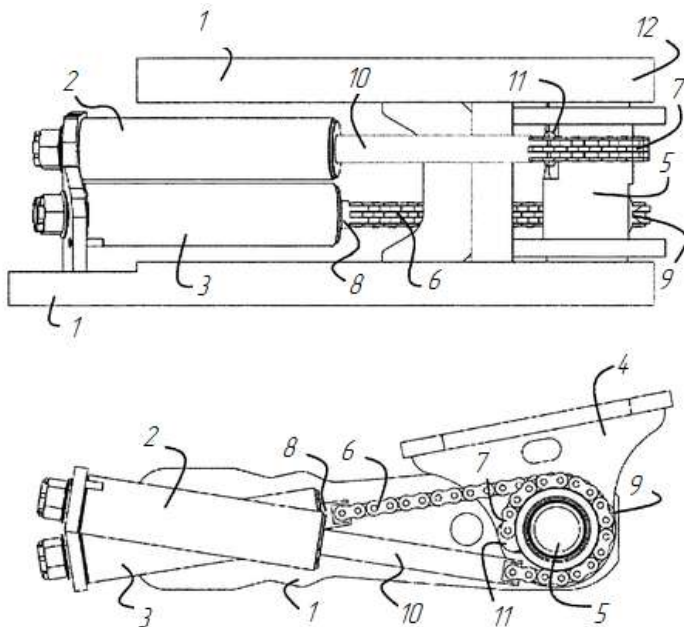
редается на передний ведущий мост. Промежуточный карданный вал заменяется на специальный механизм в виде дифференциала, который располагается на оси сочленения двух частей рамы [2]. Данный механизм представлен в разрезе на рис. 1. Он имеет возможность поворота в горизонтальной плоскости ведомого вала-шестерни относительно ведущего вала-шестерни вокруг центра зубчатого зацепления. При этом подача крутящего момента на передний мост продолжает осуществляться непрерывно.

За счет такого механизма можно добиться увеличения маневренности фронтального погрузчика в следствии уменьшения радиуса поворота и увеличения плавности передачи крутящего момента на передний мост при отсутствии высоких нагрузок на подшипники раздаточной коробки, а также уменьшения износа шин.



**Рис. 1.** Механизм передачи крутящего момента на передний мост в разрезе: 1 – шарнирно-сочлененная рама; 2 – корпус; 3 – ведущий вал-шестерня; 4, 10 – подшипниковые опоры; 5 – ведомая шестерня; 6 – вал ведомой шестерни; 7, 8 – крышки; 9 – ведомый вал-шестерня; 11 – поворотный корпус; 12 – угольник крепления механизма к раме; 13, 16 – муфты; 14 – карданный вал; 15 – выходной вал раздаточной коробки; 17, 18 – пазы для обеспечения поворота

Еще одним вариантом технической возможности уменьшения радиуса поворота шарнирно-сочлененной машины за счет изменения кинематики шарнира рамы может быть удлинение выступа на одной части кузова в сторону другой [3, 4]. Рулевые гидроцилиндры в этом случае пересекаются между собой, но устанавливаются практически по оси шарнира, что уменьшает его ширину, а это позволяет поворачивать переднюю часть рамы относительно задней практически до центральной линии машины. К концам штоков гидроцилиндров крепятся несколько соединительных звеньев, таких как цепи, которые с другой стороны крепятся к поворотному валу передней части рамы (рис. 2). Так как цепи вертикально разнесены, образуется перекрытие угла поворота.



**Рис. 2.** Рулевой механизм при повороте передней части:

1 – удлиненный выступ задней полурамы; 2, 3 – рулевые цилиндры; 4 – передняя полурама; 5 – поворотный вал; 6, 7 – соединительные звенья (цепи); 8, 10 – штоки гидроцилиндров; 9, 11 – точки крепления звеньев (цепей) на валу; 12 – дальний конец удлиненного выступа

Такое устройство рулевого механизма позволяет значительно уменьшить радиус поворота. Однако, применяемо к фронтальным погрузчикам, появляется ограничение, касаемо угла излома полурам, так как угол передачи крутящего момента карданного вала находится в пределах примерно до  $40^\circ$ . Либо рассматривается вариант конструктивного отказа от полного привода машины, что не желательно на строительных площадках и карьерах.

Немецкая компания Liebherr предоставила другое техническое решение проблемы увеличения маневренности, суть которого тоже заключается в изменении кинематики поворота машины. Данный вариант реализован в линейке их стереопогрузчиков L 506 – L 514 Stereo. Эти машины используют комбинированную систему поворота, которая совмещает в себе шарнирно-сочлененную раму с управляемыми поворотными кулаками в заднем мосту [5, 6]. Такая система обеспечивает увеличение маневренности на 20% по сравнению с аналогами (рис. 3). Кроме того, это позволило уменьшить угол излома полурам с  $40\text{-}45^\circ$  почти до  $30^\circ$ , а это предоставляет возможность лучшей компоновки элементов конструкции между передней и задней частью погрузчика.



**Рис. 3.** Уникальная система рулевого управления погрузчиков Liebherr L 506 – L 514 Stereo

Помимо уменьшения радиуса поворота за счет изменения кинематики рулевого управления, к вопросу увеличения маневренности фронтального погрузчика можно подойти с другой стороны. Оригинальное техническое решение данной проблемы можно наблюдать, например, в машине, выпущенной немецкой компанией Hergmann Paus. Представленный ими фронтальный погрузчик Paus TSL 855, представленный на рис. 4, сочетает в себе компактность и высокую маневренность благодаря телескопической поворотной стреле [7]. Такое техническое решение позволяет не просто увеличить маневренность и сократить время и пространство рабочего цикла, но также исключить из него такие пункты, как разворот, необходимый для транспортирования груза к месту выгрузки и возвращению на исходную позицию. Качающаяся подвеска заднего моста автоматически блокируется при повороте стрелы. Это позволяет повысить устойчивость погрузчика. За счет такой конструкции, пространство для работы этой машины, лишь немногим уступает рабочему пространству подъемного крана или экскаватора, и превышает его только на путь, необходимый для движения вперед с последующей загрузкой.

Таким образом, представленные выше технические решения позволяют добиться увеличения маневренности фронтального погрузчика внесением изменений в конструкцию того или иного узла. Помимо этого, следствием повышения маневренности будет сокращение времени рабочего цикла, а значит и повышение производительности.



**Рис. 4.** Фронтальный погрузчик Paus с телескопической поворотной стрелой

#### Библиографический список

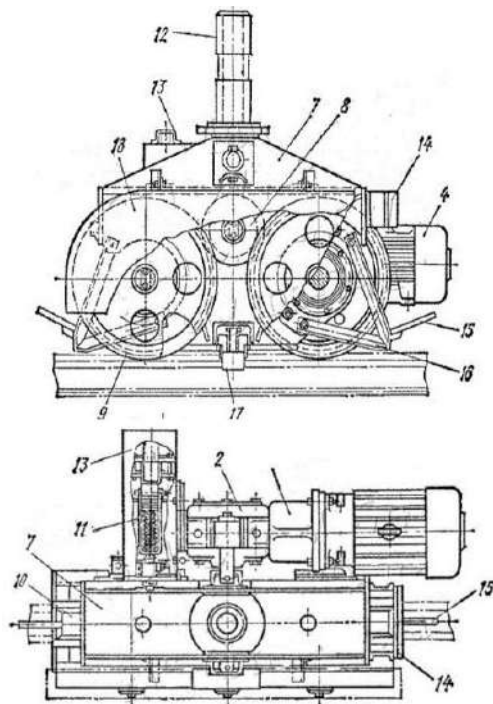
1. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Учебное пособие / Белгород, 2014.
2. Фронтальный погрузчик: пат. 41717 Рос. Федерация N 2004116595/22; заявл. 07.06.04; опубл. 10.11.04, МПК В66F 9/06.
3. Механизм рулевого управления сочлененного транспортного средства: пат. 2647827 Рос. Федерация; заявл. 16.06.14; опубл. 19.03.18, МПК В62D12/00 В66F9/10.
4. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Агарков А.М. Сравнительные характеристики проходимости на слабых грунтах гусеничных и шагающих кранов. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . 2015. № 5. С. 198-200.
5. Стереопогрузчики L 506 – L 514 Stereo. Руководство по эксплуатации.
6. Каталогстей.рф [электронный ресурс]: повышение маневренности мобильных машин. URL: <https://xn----7sbabno2abl4a9aggb.xn--p1ai/stroyka/povyshenie-manevrennosti-mobilnyh-mashin.html>.
7. Технокор. Группа компаний [интернет-магазин]: фронтальный погрузчик с телескопической поворотной стрелой Paus TSL 855. URL: [https://tehnokor.pulscen.ru/goods/27152504-frontalny\\_pogruzchik\\_s\\_tesleposicheskoj\\_povorotnoy\\_streloy\\_paus\\_tsl\\_855](https://tehnokor.pulscen.ru/goods/27152504-frontalny_pogruzchik_s_tesleposicheskoj_povorotnoy_streloy_paus_tsl_855).



## МОДЕРНИЗАЦИЯ ХОДОВОГО КОЛЕСА МЕХАНИЗМА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ БАШЕННОГО КРАНА

*Деянова А.Д., студентка 5-го курса 42 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Кудрявцев Е.М., проф., д.т.н.*

Механизм передвижения башенного крана состоит из ходового и приводного механизма на рис. 1.



**Рис. 1.** Ходовая тележка:

1 – шкив-маховик, 2 – редуктор, 3 – шестерня цилиндрической пары,  
4 – электродвигатель, 5 – фонарь, 6 – промежуточный вал тележки,  
7 – рама, 8 – ведущая шестерня, 9 – ведомая шестерня, 10 – ходовое колесо, 12 – шкворень, 13 – кожух тормоза, 14 – буфер, 15 – противоугонный клин, 16 – плужок сбрасывающий, 17 – центральный захват, 18 – кожух шестерен открытой передачи

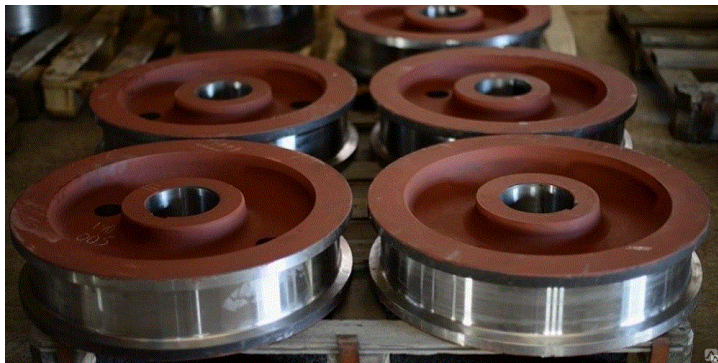
Приводной агрегат, состоящий из электродвигателя 4, редуктора 2 и тормоза 11, расположен сбоку от рамы тележки. Электродвигатель имеет фланцевое исполнение и соединен с корпусом редуктора через промежуточную деталь — фонарь 5, также имеющий фланец. На валу электродвигателя посажена цилиндрическая шестерня 3 с косым зубом, находящаяся в

зацеплении с шестерней быстроходного (глобоидного) вала редуктора. Подбирая соотношение зубьев этой пары шестерен можно изменить общее передаточное отношение всего агрегата. На другом конце быстроходного вала редуктора закреплен тормозной шкив 1, совмещенный с маховиком. Маховик предназначен для повышения Плавности пуска и остановки механизма. Шкив охватывают колодки тормоза 11, закрепленного на кронштейне, привернутом к нижним лапам редуктора.

Глобоидный редуктор имеет неразъемный корпус со смонтированной в нем на подшипниках червячной парой. Червяк расположен под червячным колесом, что гарантирует ему лучшую смазку и отвод тепла. Корпус редуктора и фонарь заливаются маслом, для которого предусмотрены заливные и сливные пробки. Вал червячного колеса выполнен пустотелым со шлицами внутри, которыми он соединяется с промежуточным валом 6 тележки.

На втором конце промежуточного вала закреплена на шпонке или шлицах ведущая шестерня 8 открытой передачи. Две ведомые шестерни 9 посажены на валы ходовых колес. Таким образом, оба ходовых колеса ведущие.

*Ходовые колёса* башенных кранов и машин предназначены для обеспечения движения с минимальным усилием при перемещении кранов, а также их тележек на рис. 2.

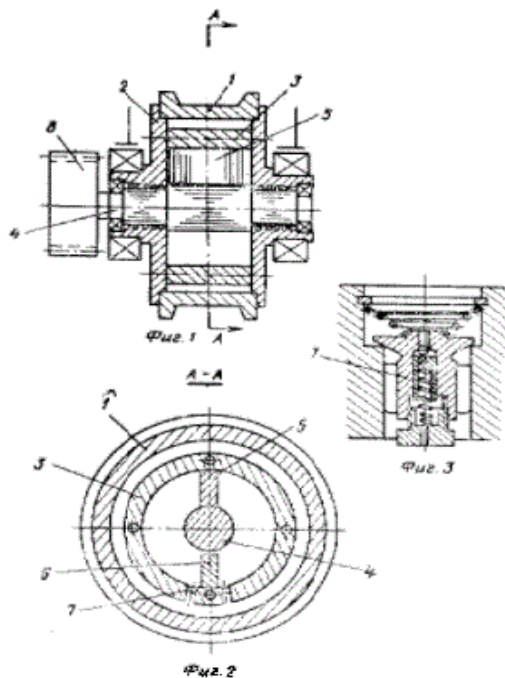


**Рис. 2.** Ходовые колеса

Ходовые колеса для крановой тележки включают бандаж со ступицами в виде дисков с полуосями и приводной вал.

Предлагаемая модернизация отличается известной конструкцией тем, что внутри ходового колеса смонтирован гидравлический демпфер, состоящий из цилиндрического корпуса, разделенного перегородкой и лопастью на камеры, соединенные с кольцевой полостью между бандажом и корпусом демпфера посредством перепускных клапанов на рис. 3.

При таком выполнении колеса снижается нагрузка на привод.



**Рис. 3.** Модернизация ходового колеса

Ходовое колесо содержит бандаж 1, опирающийся на диски полуосей 2. Внутри бандажа установлен корпус 3 демпфера, на оси 4 которого закреплена лопасть 5. В демпфере расположены также перегородка 6 и перепускные клапаны 7. На оси 4 установлена приводная шестерня 8.

При вращении шестерни, жестко сидящей на оси демпфера, лопасть перегоняет жидкость, заключенную между нею и перегородкой через перепускной клапан в полость между корпусом демпфера, бандажом и дисками полуосей, создавая при этом давление жидкости перед лопастью. Величина этого давления и скорость перемещения жидкости регулируются перепускным клапаном. Давление, на которое регулируется перепускной клапан, определяется величиной номинального момента на ходовом колесе, потерями в демпфере, желаемым коэффициентом запаса и размерами самого демпфера.

В период пуска или торможения создается разница моментов на лопасти демпфера и ободу ходового колеса. Давление в полости между лопастью и перегородкой повышается, открывается перепускной клапан. В этот момент лопасть демпфера и бандаж ходового колеса вращаются с разной скоростью – происходит истечение жидкости через клапан, и лопасть сближается с перегородкой.

Предварительная регулировка клапанов обеспечивает реверсивное упругое гашение перегрузок, возникающих от действия инерционных сил массы крана, предохраняя механизм привода ходового колеса от поломок.

### *Итог модернизации*

Современные подъемные устройства стоят больших денег, и собрать необходимые суммы на их покупку компаниям с небольшим бюджетом весьма и весьма проблематично. Модернизация же механизма стоит в десятки раз дешевле. После ее проведения компания получает современный кран высокой производительности и безопасности.

### Библиографический список

1. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
2. Невзоров Л.А., Пазельский Г.Н., Романюха В.А. Башенные краны // Строительные машины, 1986 г.
3. Гохберга М.М. Справочник по Кранам. Том 1. Л. Машиностроение, 1988 г.
4. Добронравов С.С., Дронов В.Г. Строительные машины и основы автоматизации: Учебное пособие М. Высш. шк., 2001, - 575 с.
5. Ходовое колесо для крановой тележки Заявка: 1408610/27-11, 04.03.1970. Автор(ы): Гиммельман В.Г. Опубликовано: 04.03.1970.

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ РАЗГРУЗКИ МЕШКОВ ЦЕМЕНТА ИЗ ВАГОНОВ

*Добрыднев Г.И., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Шаранов Р.Р., проф., д.т.н.*

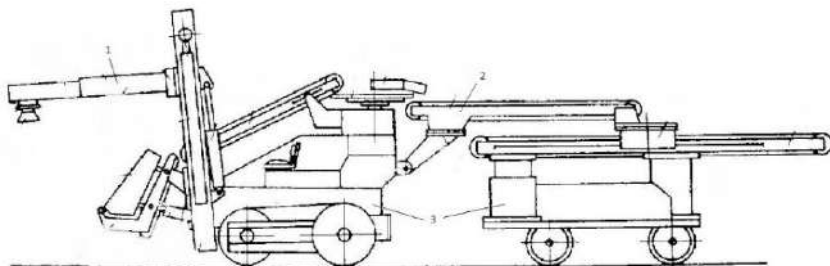
Разгрузка мешков из вагонов в настоящее время производится вручную. В данной статье рассматриваются механизмы для механизированной разгрузки вагонов, которые помогают решить такие вопросы как увеличение скорости разгрузки вагона, проведение разгрузочных работ более безопасным способом для рабочих.

Для разгрузки вагонов в большинстве случаев используется ручная сила рабочих на производстве. Это рабочий способ при разгрузке нескольких вагонов и его удобно использовать при разовых работах. Но, если необходимо разгрузить целый состав на станции производственного комплекса, то скорее всего данная работа будет происходить здесь с некоторой периодичностью. Из этого вытекают проблемы ручного способа. Скорость разгрузки – это важный параметр, который влияет на экономические параметры проводимой работы: чем дольше стоит состав стоит на разгрузке, тем дороже это обходится владельцу груза. Безопасность – при выполнении работ человеческим трудом существует высокая вероятность возникновения чрезвычайного случая, по сравнению с выполнением тех же самых работ, механизированных способом. Человеческий фактор – при выполнении работы несколькими людьми возрастает вероятность возникновения ошибки, которая может повлечь приостановку работ.

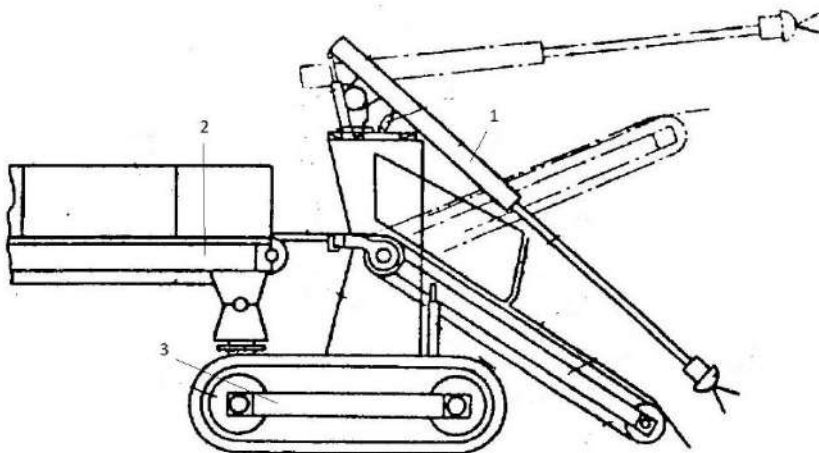
При механизации данного вида работ можно добиться решения обозначенных проблем или их минимизации.

Решение данных проблем может заключаться в механизации процесса разгрузки. Устройство для данной работы состоит из двух основных частей: грузозахвата, который может самостоятельно захватить мешок или при небольшом участии оператора, и разгрузочного конвейера – автоматизирует процесс транспортирования груза вглубь склада, производственного здания или грузового автомобиля. В мире используется несколько различных вариаций данной машины. В большинстве случаев представлена вариация только с самоходной конвейерной частью, без грузозахвата. Преимущество такого типа в меньшем количестве подвижных элементов, более дешёвое производство и обслуживание [1]. Недостатком является то, что такие устройства не решают полностью поставленные вопросы. Следующим типом данных машин являются машины с грузозахватным устройством различного исполнения. Первый тип: грузозахватное устройство в виде передвижной каретки,двигающейся в вертикальной и горизонтальной плоскости на рис. 1 [2]. Вторым тип: устройство в виде гидроцилиндра, консольно закреплённого на раме конвейера с одной стороны и захвата для мешка с другой на рис. 2 [3]. Третий тип: грузозахват выполнен в виде конвейера с тяговым элементом с поперечными гребнями, который закреплён

на раме конвейера на рис. 3 [4]. У каждого типа есть свои преимущества и недостатки, но более универсальным я считаю устройство со вторым типом грузозахвата. Его главное преимущество заключается в возможности подцепить мешок, даже если вагон загружен под самую крышу или таким образом, что второй тип не сможет подцепить мешок. Третий тип может использоваться для разгрузки мешков, если материал мешка достаточно прочный, чтобы выдержать усилие трения, сдвигающее его.



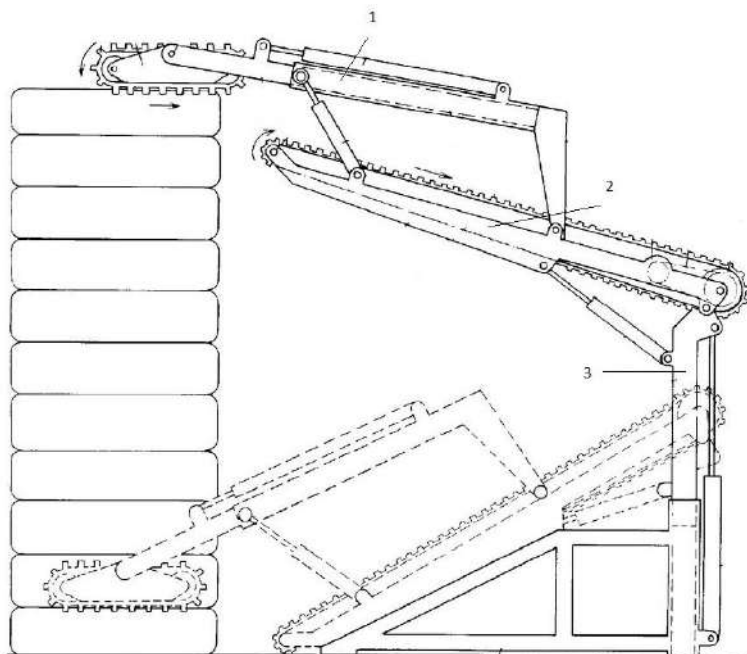
**Рис. 1.** Устройство для разгрузки мешков с грузозахватом первого типа:  
1 – грузозахват, 2 – ленточный конвейер, 3 – механизм передвижения



**Рис. 2.** Устройство для разгрузки мешков с грузозахватом второго типа:  
1 – грузозахват, 2 – ленточный конвейер, 3 – механизм передвижения

Для перемещения мешков используются ленточные конвейеры, установленные на механизме передвижения. Они имеют две основные секции: приемный конвейер, на который непосредственно сгружают мешки из вагона, и транспортирующий конвейер, который принимает мешок с прием-

ного конвейера и перемещает его дальше к месту разгрузки. Транспортирующий конвейер может перегружать грузы в автомобили, для дальнейшего перемещения по территории производства, складировать на паллеты и дальнейшего складирования с помощью вилочного погрузчика, для более удобного перемещения небольших партий, или быть стационарным и связанным с сетью конвейеров на производстве [5, 6]. Вариант перемещения зависит от требований предприятия, на который доставляется груз. Так же возможно применение устройства разгрузки-загрузки грузов в вагоны, если на месте остановки вагона производятся погрузочные и разгрузочные работы. У такого механизма лента может двигаться в обе стороны.



**Рис. 3.** Устройство для разгрузки мешков с грузозахватом третьего типа:  
1 – грузозахват, 2 – приёмный конвейер, 3 – рама

Механизм передвижения может быть гусеничного, пневмоколёсного или рельсового типа. Гусеничный или пневмоколёсный типы применяют, если место разгрузки находится далеко от места складирования груза, или нет специально оборудованной площадки [7]. Если склад хранения грузов находится возле места разгрузки, то может применяться рельсовый тип передвижения, который заключается в выезде устройства через ворота склада по рельсам прямо к вагону.

## Принцип работы устройства

Рабочий открывает дверь вагона, находящегося на фронте выгрузки. Машина подводится оператором к двери, перпендикулярно вагону. Далее передний край конвейера поднимается к верхнему ряду мешков и, если необходимо, поворачивается, чтобы выгрызаемый мешок упал прямо на полотно. Грузозахватное устройство, установленное на поворотном устройстве, вытягивается вперёд, также к верхнему ряду мешков. Захваты, установленные на гидроцилиндрах, хватают мешок и, после того как оператор убедился в надёжности захвата, стягивают на ленту. Если захваты не могут самостоятельно захватить мешок, рабочий помогает в этом. После того как мешок стащили, захваты отпускают его, и грузозахваты отодвигаются с пути дальнейшего следования мешка. После этого повторяется операция с захватом мешка, и его перемещением. По мере разгрузки верхних рядов конвейер опускается к мешкам, которые лежат ниже. Если конвейер во время разгрузки не достаёт до мешков, машина продвигается во внутрь вагона. Чтобы забирать груз по краям вагона заборный конвейер имеет возможность поворачиваться вместе с грузозахватным устройством. После того как мешок попал на приёмный конвейер, он перемещается по нему до транспортирующего конвейера, который перемещает его дальше к месту разгрузки. Всё устройство управляется с дистанционного пульта управления, или двух: один для управления грузозахватным устройством, другой – для маневрирования конвейером.

**Вывод.** В данной статье были рассмотрены различные типы разгрузочных устройств, с различными видами грузозахватных устройств, их плюсы и минусы, и разными видами конвейеров для дальнейшей перегрузки мешков. Данные машины позволяют сократить количество людей необходимых для разгрузки вагона, повысить производительность и безопасность выполнения данных работ. Также существует вариативность исполнения, в зависимости от требований предприятия, на котором используется данная машина.

## Библиографический список

1. Тарасюк Б.Е., Шибаев Р.В., Зинченко В.Н., Тер-Никогосова Л.А. Патент “Машина для выгрузки мешков из вагонов”, 1986.
2. Тарасюк Б.Е., Веремеенко Е.И., Курочкин Л.Я. Патент “Машина для разгрузки мешкотарных грузов”, 1986.
3. Юрков Н.В. Патент “Устройство для выгрузки грузов из вагонов”, 1989.
4. Чукарин Г.Л., Айзин Р.И., Попов Л.В., Леонов А.М. Патент “Устройство для разборки штабеля”, 1996.
5. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Учебное пособие / Белгород, 2014.



6. Sevryugina N.S., Sharapov R.R. The method of maintaining resource of construction machines, tools and systems. *World of Transport and Technological Machines*. 2017. № 3 (58). С. 52-59.

7. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Агарков А.М. Сравнительные характеристики проходимости на слабых грунтах гусеничных и шагающих кранов. *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2015. № 5. С. 198-200.

8. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.

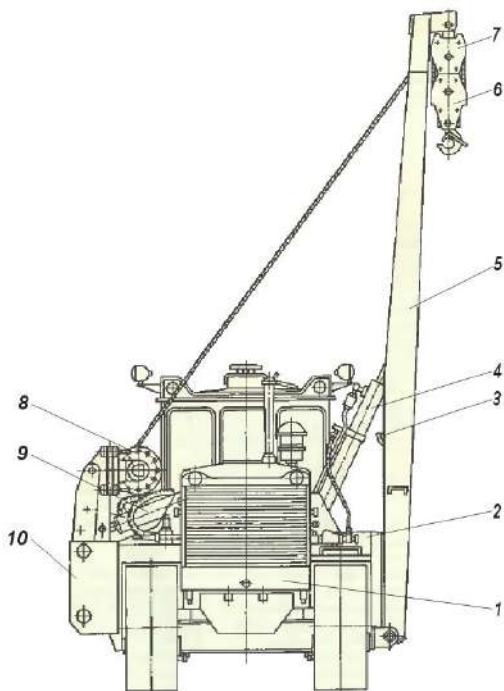
9. Уваров В.А., Степанов М.А., Кошкарёв Е.К. Машины для технологического транспортирования строительных материалов и изделий. - М: МГСУ, 2013. - 216 с.

10. Залладинов И.Ф., Габдуллин Т.Р. Разработка стационарного крана с регулируемым прогибом // *Техника и технология транспорта*. 2017. №1 (2). С. 5.

## РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРУБОУКЛАДЧИКА И СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ

*Еремина Е.А., студентка 5 курса 42 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Дроздов А.Н., доц., к.т.н.*

Трубоукладчик предназначен для укладки стальных и железобетонных труб в траншею при прокладке магистральных трубопроводов различного назначения, сопровождения очистных и изоляционных машин при строительстве магистральных продуктопроводов диаметром до 1420 мм, а также при выполнении различных подъемно-транспортных операций. На сегодня ведущие предприятия-изготовители тяжелой строительной техники предлагают для прокладки трубопроводов мощные и эффективные машины, спроектированные и построенные специально для выполнения определенных операций – перемещения и укладки в траншеи труб различного диаметра. В качестве базовой машины использован трубоукладчик Komatsu D355C.



**Рис. 1.** Трубоукладчик с жесткой связью стрелы:

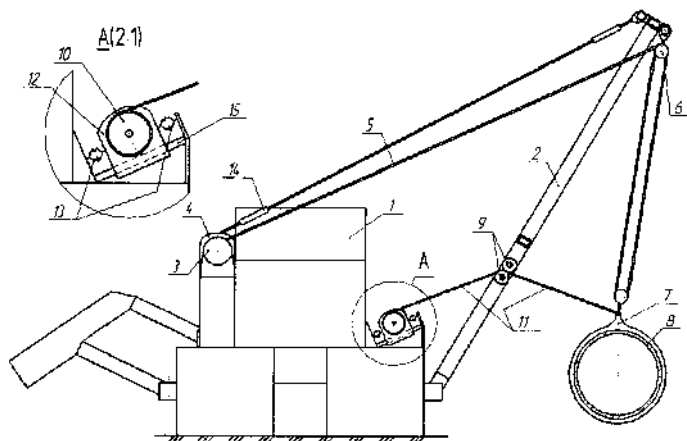
1 – базовая машина; 2 – портал для навесного оборудования; 3 – указатель грузоподъемности; 4 – гидроцилиндр наклона стрелы; 5 – стрела; 6 – крюковая обойма; 7 – подвесная обойма; 8 – лебедка; 9 – гидроцилиндр противовеса; 10 – противовес

Система стабилизации груза, перемещаемого трубоукладчиком, имеет важное значение для безопасного выполнения работ. На практике такие факторы как значительная ветровая нагрузка, неоднородность характеристик грунта строительной площадки, несинхронность работы трубоукладчиков и другие, могут привести к раскачиванию груза (особенно длинных участков труб) и падению трубоукладчиков. В конструкции современных трубоукладчиков не предусмотрена специальная система стабилизации груза.

Стабильное положение груза (трубы) в пространстве обеспечивается только за счет конструкции грузоподъемных механизмов: плавности изменения угла наклона стрелы и подъема-опускания груза.

В конструкции современных трубоукладчиков органы управления грузоподъемными механизмами позволяют добиваться синхронности манипуляций с грузом у нескольких трубоукладчиков, но за счет снижения скорости выполнения операций.

Анализ кинематики системы «трубоукладчик – груз» при подъеме-опускании груза показывает, что наиболее часто имеет место поперечная нестабильность груза, т.е. раскачивание груза вокруг точки подвески. Известны технические решения для стабилизации груза, отраженные, в частности, в патентах РФ: № 180279 (рис. 2.), № 1766832 (рис. 3).



**Рис. 2.** Трубоукладчик с устройством для стабилизации груза (патент РФ № 180279)

*Техническая характеристика трубоукладчика:*

Грузоподъемность, т – 92

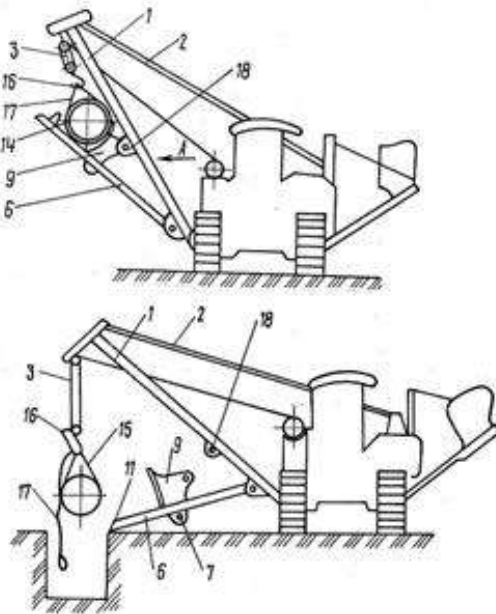
Момент устойчивости, кНм (тс м) – до 2000 (203)

Мощность двигателя, кВт – 360

Скорость подъема крюка на 1 передаче – 5.5 м/мин;

Удельное давление на грунт, МПа – 0,0902

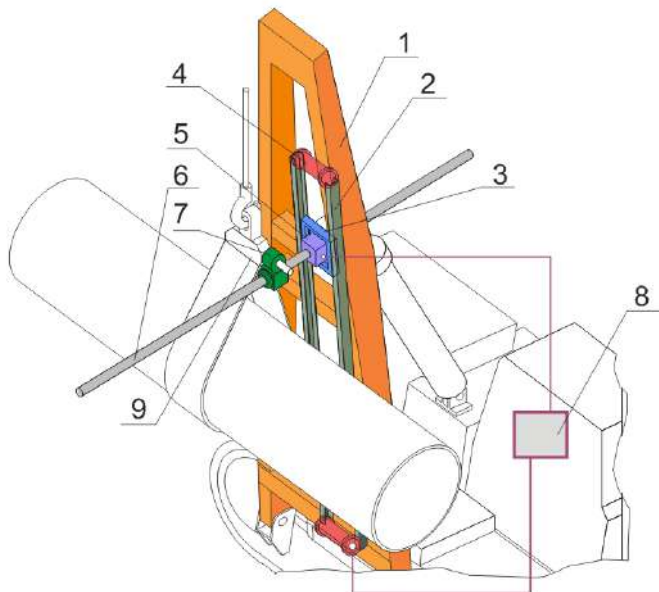
Конструктивная масса, т – 58,6



**Рис. 3.** Трубоукладчик с устройством для стабилизации груза  
(патент РФ № 1766832)

В предлагаемом техническом решении (рис. 4.) система стабилизации груза состоит из следующих элементов:

- направляющих полозьев, закрепленных неподвижно на внешней стороне стрелы со сдвигом от плоскости действия гидроцилиндра наклона стрелы;
- тележки, которая имеет возможность двигаться вдоль направляющих полозьев;
- цепного механизма передвижения тележки вдоль направляющих полозьев, с гидравлическим приводом;
- силового механизма, который состоит из гидромотора (электромотора) с тормозным устройством и шарико-винтовой передачи, и закреплен на тележке таким образом, что его корпус имеет возможность проворачиваться в поперечной (по отношению к трубоукладчику) плоскости;
- стабилизирующей штанги, которая является штоком шарико-винтовой передачи;
- концевого элемента, через который пропущена стабилизирующая штанга с возможностью вращаться, и который шарнирно крепится на узел устройства подвески груза к грузовому крюку;
- системы управления и автоматизации, расположенной в кабине оператора.



**Рис. 4.** Система стабилизации груза:

- 1 – стрела; 2 – полозья; 3 – тележка; 4 – цепной механизм; 5 – силовой механизм;  
 6 – стабилизирующая штанга; 7 – концевой элемент; 8 – система управления;  
 9 – устройство подвески груза

Первоначально каретка 3 перемещается к нижней части направляющих полозьев 2. Перед подъемом груза стабилизирующую штангу 6 заводят одним концом в силовой механизм 5, а другим – в концевой элемент 7, который шарнирно закреплен на устройстве подвески груза 9 к грузовому крюку. Выпуск стабилизирующей штанги из силового механизма в сторону стрелы 1 и из концевой элемента 7 при ее первоначальном монтаже регулируется из кабины оператора включением силового механизма 5 переключателями системы управления и автоматизации 8. В процессе подъема-опускания груза система управления и автоматизации 8 обеспечивает путем перемещения тележки 3 с силовым механизмом 5 вдоль направляющих полозьев 2 при помощи цепного механизма 4 такое положение (преимущественно горизонтальное) стабилизирующей штанги 6, которое предотвращает раскачивание груза в поперечной плоскости. Раскачивание груза в поперечной плоскости не происходит по той причине, что стабилизирующая штанга 6 служит жесткой связью в обоих направлениях за счет шарико-винтовой передачи силового механизма 4 и концевой элемента 7. Изменение потребной длины жесткой связи обеспечивается вращательно-поступательным перемещением стабилизирующей штанги 6 относительно силового механизма 5 и концевой элемента 7.

Узлы системы стабилизации груза работают режиме невысоких скоростей, но высоких нагрузок. Для оценки предполагаемых нагрузок на узлы и детали системы стабилизации груза принимаем следующее. Масса 100-метрового отрезка трубы диаметром 1420 мм равна  $M = 292\ 000$  кг.

Ускорение, с которым отрезок трубы движется в поперечном направлении составляет  $a = 1,0 \div 2,0$  м/с<sup>2</sup>. Количество трубоукладчиков  $n = 3$ .

Сила, с которой отрезок трубы воздействует на стабилизирующую штангу одного трубоукладчика, составит

$$F = \frac{M \cdot a}{n} = \frac{292000 \cdot 2}{3} = 194670 \text{ Н}$$

Окончательно допустимое напряжение сжатия для стабилизирующей штанги

$$\sigma_{\text{уст}} = \varphi \cdot \sigma = 0,1 \cdot 650 = 65 \text{ МПа}$$

Сравниваю

$$\sigma = \frac{F_{\text{шт}}}{S_{\text{шт}}} = \frac{F_{\text{шт}}}{0,785 \cdot d_{\text{шт}}^2} = \frac{194670}{0,785 \cdot 0,08^2} = 37,75 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 37,75 \text{ МПа}$$

$$\sigma = 37,75 < 65 = \sigma_{\text{уст}}$$

Условие устойчивости стабилизирующей штанги соблюдено.

Предлагаемая система стабилизации груза позволяет сократить продолжительность операции укладки трубы в траншею на  $10 \div 12$  мин (0,20 час.) на каждых 100 п.м трубопровода диаметром 1420 мм (при использовании трех трубоукладчиков). Сокращение продолжительности технологических операций (при обеспечении надлежащего качества работ) приводит к снижению эксплуатационных расходов на использование строительных машин. Поскольку эксплуатационные расходы являются одной из составных частей себестоимости строительного-монтажных работ, то их снижение вызовет соответствующее снижение себестоимости.

#### Библиографический список

1. А.Ф. Тихонов, С.Л. Демидов, А.Н. Дроздов. Автоматизация строительных и дорожных машин. Учебное пособие, Москва, 2013.
2. Сиваченко Л.А. Технологический потенциал машиностроения СДМ. №3.2018. с. 4-8.
3. Сошиашвили М.Э. Булгаков А.Г. Автоматизация строительства нефти и газопроводов. Москва, ВНИИ НПТИ, серия «Технология, механизация, автоматизация строительства», 1999.

4. Никитин С.В.. Структура интегрированной системы управления строительством магистральных трубопроводов. Самара, РИА, Выпуск №4, 1996.
5. Попов В.П., Сергеев И.И.. Методы улучшения динамики монтажа плетей и магистральных трубопроводов. Самара. РИА, секция «Строительство», Выпуск №4, 2002.
6. Тихонов А.Ф.. Автоматизация и роботизация технологических процессов и машин в строительстве. Москва. АСВ, 2005.
7. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. М.: КолосС, 2004, - 504 с.

## РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОГО ПРИВОДА МИНИ-ЭКСКАВАТОРА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭКОЛОГИЧНОСТИ

*Есаян Р.А., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Густов Д.Ю., доц., к.т.н.*

Современные строительно-дорожные машины применяются на различных площадках и плотных городских застройках. Так как экскаватор является одной из основных машин, применяемых в строительстве, будет целесообразным повышение ее экологической составляющей.

Экскаватор – основной тип землеройных машин, оснащённых ковшом. Основным назначением является разработка грунтов (горных пород, полезных ископаемых) и погрузка сыпучих материалов. Приводом экскаватора называется устройство (комплекс узлов и агрегатов), предназначенное для приведения в движение рабочего механизма и управления этими движениями. Привод в экскаваторе может быть одно- и многомоторный, а также приводы подразделяют на: гидравлические, механические, гидромеханические, электрические, смешанные.

Основным отрицательным фактором воздействия гидропривода на окружающую среду можно отнести возможные утечки рабочей жидкости, особенно при высоком давлении.

В то время как влияние дизельного двигателя на окружающую среду помимо повышенного уровня выбросов выхлопных газов является так же и фактор повышенного шума и вибрационной составляющей на оператора машины.

Снижение выбросов достигается так же применением гибридных приводов строительной техники.

Применительно к современному рынку землеройной техники термин "гибрид" означает, что помимо дизельного двигателя экскаватор оснащается комплектом устройств, способных преобразовывать энергию, полученную при выполнении рабочих операций. В течение смены экскаватор в каждом цикле повторяет одни и те же действия (осуществляется поворот надстройки, подъем и опускание стрелы и т.д.), а это означает, что процессы разгона и торможения многократно повторяются. Это дает широкие возможности для рекуперации энергии, которая или аккумулируется, или немедленно используется.

Таким образом решением данной конкретной задачи, является разработка и проектирование электрического привода механизма передвижения экскаватора. Рабочий процесс машины будет осуществляться за счет классического ДВС, с модернизированным процессом сгорания, что так же уменьшит выбросы при непосредственной работе.

Весомым преимуществом применения данного решения является так же уменьшение шума и вибрационной составляющей на оператора машины.



Различают отдельный класс экскаваторов таких как – Мини-экскаваторы.



**Рис. 1.** Мини-экскаватор ЭО-1121

Этот класс машин появился в России только в последние годы. Экскаваторы малой мощности используются при незначительных объемах земляных работ, а также при вспомогательных и подготовительных работах - валке и корчевке леса, забивке свай, уплотнении дорожных покрытий, монтажных и погрузо-разгрузочных работах. Современные мини-экскаваторы этого класса исполнены в классической компоновке. На них применяется гусеничный или пневмоколесный ход, а в качестве рабочего оборудования, как правило, используется обратная механическая лопата с возможностью поворота стрелы в горизонтальной плоскости. Кроме того, современные мини-экскаваторы оснащаются бульдозерным отвалом для расчистки площадки и повышения устойчивости, а по требованию заказчика - сменными ковшами, буровыми штангами и гидромолотами.

Достоинствами мини-экскаваторов являются не только малый размер, но и простота в управлении. Это означает, что использование мини-экскаватора актуально в тех случаях, когда альтернативой спецтехнике может быть только ручной труд. Например, работа на ограниченном пространстве промышленного участка, проехать на который крупногабаритный экскаватор просто физически не сможет, не зацепив соседние постройки. К тому же, гусеничное шасси обеспечивает машине минимальное давление на грунт, высокую проходимость и устойчивость. Мини-экскаватор и более экономичен в расходе топлива, что сказывается на его стоимости и цене услуг этого оборудования.

В связи с эксплуатационными показателями и обширной функциональной возможностью данного типа экскаваторов, целесообразно будет рассмотрение повышения экологической составляющей данной машины.

Одним из факторов экологичности при строительстве различных объектов, является повышенный уровень выбросов выхлопных газов за счет работы двигателей внутреннего сгорания в строительных машинах.

В последние годы данная проблема приняла новые обороты в связи с новым экологическим стандартом, ограничивающим выбросы дизельных двигателей: Tier 4 Interim (в США), который соответствует стандартам Евросоюза Stage IIb. Таким образом крупные компании, производители и вся инженерия связанная со строительными машинами борется с этой проблемой различными способами.

Направлением решения данной проблемы, снижения выбросов, можно достичь за счет использования электронного управления и модернизации процесса сгорания, в результате у новых двигателей не только увеличилась удельная мощность (на единицу рабочего объема), но и приемистость и эффективность использования топлива (в среднем на 4%).

Бурное развитие технологий приводит к новым и более безопасным как производственным процессам, так и эксплуатационным. Альтернативным подходом повышения экологичности будет разработка гибридного привода который будет совмещать в себе классический ДВС и электропривод механизма передвижения. Данная разработка в оценочных показателях повысит экологичность машины на 30 %, а поражающие воздействия на оператора уменьшатся до 25%.

Так, например, компания «Камминз Инк», глобальный лидер в области энергетики, представила аккумуляторные модули с мощностью 45 кВтч, что вполне реализуемо в приводе мини-экскаваторов. Производство данной компании реализует как свинцово-кислотные аккумуляторные модули, так и литий-ионные. Применение данных модулей напрямую зависит от назначения той или иной области эксплуатации.

Другими словами, если вы были вынуждены двигаться на том же расстоянии, используя каждый тип батарей в идентичном автомобиле, свинцово-кислотный аккумулятор может занять до 10 раз больше объема, чем литий-ионный, и он также тяжелее. Таким образом, литий-ионные аккумуляторы обеспечивают пространство для других важных полезных нагрузок, например, для расположения электродвигателя или других необходимых приводных механизмов. Высокая удельной энергии также обеспечивает транспортное средство гораздо более широкий диапазон, что означает, что пользователю не нужно заряжать так же часто, когда он питается от литий-ионных технологий.

Так как отечественный производитель представляет не большой выбор мини-экскаваторов, базовой машиной был выбран экскаватор типа ЭО-1121.

Данный экскаватор служит для:

- разработки предварительно разрыхленных или насыпных грунтов I-III категорий;
- обслуживания ЖКХ, например, ремонт и замена коммуникаций в существующей застройке в стеснённых условиях, на ограниченных пло-

щадках, во дворах жилых домов, обустройство парков, детских и спортивных площадок;

– ремонтных работ в помещениях, например, перепланировки жилых, офисных, складских, производственных помещений, ремонта внутренних коммуникаций в складах, цехах.

Из назначения данной машины можно сделать вывод целесообразности внедрения гибридного привода и уменьшения отрицательного воздействия на окружающую среду.

#### Библиографический список

1. Машины для земляных работ: Учеб. для вузов / Д.П. Волков, В.Я. Крикун и др.;

2. Каверзин С.В. Курсовое и дипломное проектирование по гидроприводу самоходных машин: Учеб. пособие, 1997.

3. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Учебное пособие / Белгород, 2014.

4.

[https://exkavator.ru/main/news/inf\\_news/123909\\_gibridnie\\_ekskavatori\\_kakim\\_tehnologiyam\\_otdayut\\_predpochtenie\\_proizvoditeli.html](https://exkavator.ru/main/news/inf_news/123909_gibridnie_ekskavatori_kakim_tehnologiyam_otdayut_predpochtenie_proizvoditeli.html).

5. <https://artranss.ru/company/articles/klassifikatsiya-ekskavatorov-osnovnym-tipam-konstruktsii/>.

6. [http://www.ukbtm.ru/diggers\\_1121.php](http://www.ukbtm.ru/diggers_1121.php).

7. <https://www.cummins.com/ru/news/2019/06/17/spot-difference-lithium-ion-versus-lead-acid-battery-electric-technology>.

## ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ КОЛЕСНЫХ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ МАЛОГО ТИПОРАЗМЕРА ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА ПРИ ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ

*Иванов С.А., студент 5-го курса 42 группы ИИЭСМ*

*Научный руководитель - Плавельский Е.П., проф., д.т.н.*

Техническое регулирование – это регулирование в области стандартизации и оценки соответствия. Оценка соответствия включает в себя исследование (испытания) и декларирование / сертификацию. В свою очередь, подтверждение соответствия включает в себя только декларирование / сертификацию, т.е. оценка соответствия включает в себя исследования (испытания) и подтверждение соответствия.

Оценка соответствия, ее формы и схемы определяют эффективность процедур этого важнейшего этапа системы технического регулирования с точки зрения качества выпускаемой продукции с учетом, в том числе рисков ориентированного подхода. Конъюнктура сложившихся рыночных отношений ориентирует нас глобально на Евросоюз [1]. Несколько программ в этом направлении были выполнены, которые до 2010 г. привели к сближению РФ с ЕС (Европейским Союзом) в вопросах нормативных документов и в некотором смысле технических требований к продукции. А вопросы оценки соответствия остались на начальных позициях.

ЕС ушел дальше, возложив ответственность за качество производимой продукции в плане безопасности на изготовителя. Для чего конечным документом в процедуре оценки соответствия продукции в ЕС стала декларация производителя при узаконивании принципа презумпции соответствия. Сертификат «СЕ» остался разрешительным документом для внутреннего рынка. Схемы оценки соответствия, состоящие из модулей, представлены в одиночном или в спаренном сочетании оценивающими как этап проектирования, так и этап производства продукции. В итоге возникает возможность использовать шестнадцать различных сочетаний модулей и их модификаций в зависимости от вида продукции и технологического цикла ее создания. Критерии использования той или иной схемы оценки соответствия изложены в «Решении № 768/2008/ЕС» Европейского парламента и Совета от 09 июля 2008 года. В РФ в настоящее время это определено Постановлением правительства РФ от 21.09.2019 г. № 1236.

В ЕАЭС при оценке соответствия строительных, дорожных машин и спецавтотранспортных средств, в том числе колесных бетоносмесителей малого типоразмера, используются три схемы оценки соответствия путем сертификации (1с, 3с и 9с) в ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования» и шесть схем (1с, 2с, 3с, 9с, 10с, 11с) в ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств». При этом основные требования безопасности к колесным бетоносмесителям малого типоразмера:

1. Система управления машиной должна включать средства предупредительной сигнализации, предупреждающие о нарушении функционирования машины, приводящих к возникновению опасных ситуаций.

2. Детали машины и оборудования и их соединения должны выдерживать усилия и напряжения, которым они подвергаются при эксплуатации.
3. Защитные и предохранительные устройства, используемые для защиты от опасности, вызванной движущимися деталями, должны выбираться исходя из анализа риска.
4. Необходимо обеспечить наличие средств для безопасного доступа к рабочему месту и зонам технического обслуживания.
5. Параметры шума на рабочем месте машиниста.
6. Параметры вибрации на рабочем месте машиниста.
7. Параметры освещенности в зоне работы машины.
8. Оборудование машины необходимыми приборами безопасности.
9. Оборудование машины необходимыми измерительными приборами для текущего контроля.
10. Для смесительных машин оборудование их устройствами контроля качества приготавливаемой смеси, реологических характеристик смеси.

Последнее особенно актуально для машин, предназначенных для ремонта зданий и сооружений [2]. В этом случае особенно актуально укомплектовать машину устройством определения реологических характеристик бетонной смеси с использованием способа гравитационно-центробежной реометрии.

Для строительных и дорожных машин и оборудования разрешено декларирование, которое по желанию заявителя может быть заменено на сертификацию, что в большинстве случаев и происходит для строительных и дорожных машин.

В ЕС декларация соответствия – документ, где производитель заявляет под свою ответственность, что указанная продукция соответствует требованиям соответствующей Директивы ЕС (технического регламента в нашей терминологии) [3]. В ЕС в каждой схеме оценки соответствия, состоящей из одного или двух модулей, заложено требование к производителю по оформлению за своей подписью декларации соответствия. Оформление декларации соответствия производителя является неотъемлемой частью всех соответствующих Директив ЕС.

Типовые схемы оценки соответствия, опубликованные 14 апреля 2017 года на сайте ЕЭК ЕАЭС, практически не изменяет по вышеупомянутым и другим замечаниям действовавшее «Положение о порядке применения типовых схем оценки соответствия требованиям технических регламентов Таможенного союза» [4], которое распространяется на подъемно-транспортные, строительные, дорожные, горные машины и спецавтотранспортные средства. При этом ответственность изготовителя, как и раньше, не оговорена в проекте типовых схем оценки соответствия и ложится на орган по сертификации и испытательную лабораторию.

Поэтому завершающим документом оценки соответствия должна быть декларация соответствия изготовителя. При этом должен быть внедрен принцип презумпции соответствия, т.е. защиты достоверности информации изготовителя. Вопросам проектирования и производства в ЕС уделено рав-

ноценное внимание. Считаем, что в разработанных типовых схемах оценки соответствия ЕАЭС для подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и спецавтотранспортных средств проектирование продукции должно рассматриваться наравне с производством. При этом для оценки соответствия проектирования должны привлекаться технические комитеты ТК/МТК по соответствующим машинам и оборудованию. Последнее особенно актуально при внедрении наднациональной нотификации при оценке соответствия подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и спецавтотранспортных средств.

Нотификация (уполномочивание) органов по сертификации распространяется также и в ЕС. Что особенно важно для нотификации так, это наличие в ЕС того положения, что документом, подтверждающим соответствие также должна быть декларация соответствия производителя [5]. В ЕАЭС документом, подтверждающим соответствие продукции при сертификации, является сертификат соответствия, что противоречит требованию субсидиарной ответственности между производителем продукции и нотифицированным органом по сертификации, т.е. ответственность за все риски несет нотифицированный орган. Поэтому необходимо чтобы выходным документом оценки соответствия в ЕАЭС, подтверждающим соответствие, была декларация соответствия производителя во всех схемах оценки соответствия [6].

Таким образом, резюмируя все вышеизложенное, можно сказать, что главными вопросами по типовым схемам оценки соответствия применительно к подъемно-транспортным, строительным, дорожным, горным машинам и спецавтотранспортным средствам являются:

- внедрение статуса исключительной ответственности изготовителя за соответствие изготовленной продукции требованиям соответствующего технического регламента;
- оценка соответствия должна равноценно распространяться как на этап изготовления продукции, так и на этап проектирования;
- во всех схемах оценки соответствия продукции документом, подтверждающим соответствие продукции требованиям соответствующего технического регламента должна быть декларация соответствия производителя;
- во всех случаях оценки соответствия продукции у производителя должна быть возможность выбора той или иной схемы оценки соответствия;
- возможность комплектовать структуру схемы оценки соответствия продукции как из одного составляющего, так и из нескольких составляющих модулей [7].

#### Библиографический список

1. Вышлов В.А., Артемьев Б.Г. Техническое регулирование: безопасность и качество. М.: Стандартинформ, 2007. 696 с.

2. СДОС-04-2009 «Методика проведения строительного контроля при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства» от 20.07.2009 N 30-БНС.

3. ЕС Декларация Соответствия: сайт – URL: <https://www.icqc.eu/ru/certifikacija-ce/es-sertifikat-sootvetstviya/ce-declaration-of-conformity> (дата обращения 22.02.2021) - Текст: электронный.

4. Плавельский Е.П., Плавельский А.Е. Внедрение схем оценки соответствия продукции машиностроения на примере подъемно-транспортных, строительных, дорожных, горных машин и спецавтотранспортных средств // Строительные и дорожные машины. – 2020. – С. 26-35.

5. Пугачев С.В. Материалы презентации доклада 31.10.2017 г. на семинаре «Нотификация. Проблемы введения в России». – М.: НИУ ВШЭ.

6. Плавельский Е.П. Современная система технического регулирования должна стать действенным регулятором безопасности строительных, дорожных, горных машин и спецавтотранспортных средств в рамках ЕАЭС // Строительные и дорожные машины. 2017. № 9. С.3-5.

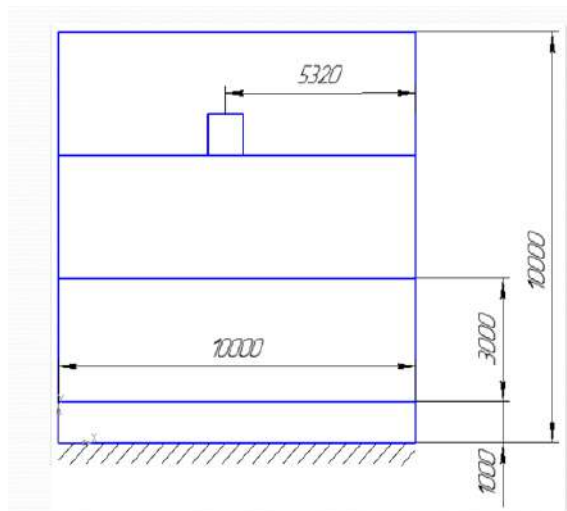
7. Шалин А.П., Батраков В.Н. Заметки о проекте типовых схем оценки соответствия // Контроль качества продукции. 2017. № 9. С.53-59.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРАНА-МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ В МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЯХ

*Козловский А.В., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Степанов М.А., доц., к.т.н.*

На сегодняшний день в мире сильно развито малоэтажное строительство, примером того является большое количество загородных домов, высота которых, обычно, не превышает трех этажей. При данном строительстве используется большое количество ручного труда для доставки грузов на какой-либо этаж. Целью статьи является показать способ автоматизации строительства, при котором, во-первых, ускорится темп строительства здания, во-вторых повысится безопасность для рабочих.

При строительстве часто происходят ситуации, когда нужно доставить габаритный или тяжелый груз на определенный этаж или установить какой-либо элемент на присущее ему место, а так как здание может быть уже построено или при сооружении здания может использоваться монолитное строительство, при котором заливают поочередно все перекрытия этажей и только потом возводят стены, можно сказать что доставка груза будет осуществляться в ограниченном пространстве. В таких условия, строители не смогут поднять груз до нужного места не повредив груз или здание. В данной статье будет рассматриваться способ доставки груза массой 1,5 тонны (именно столько весит паллет кирпичей) на середину третьего этажа с наличием крыши у здания, как показано на рис. 1.



**Рис. 1.** Эскиз трехэтажного здания



В настоящее время есть несколько способов решения данной задачи.

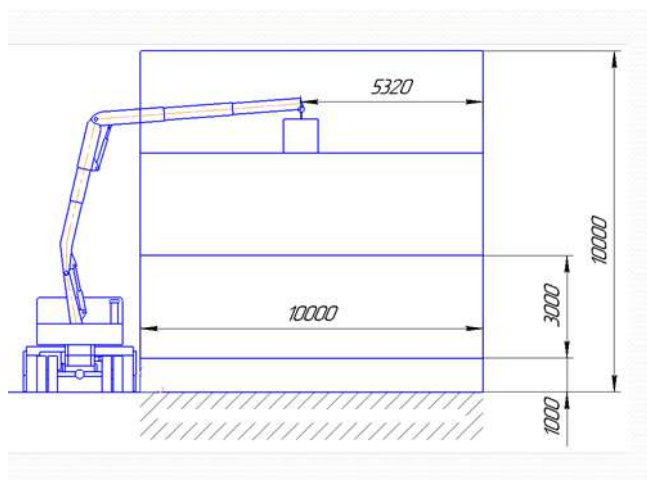
Первый способ – это доставка груза краном до края этажа с последующим заносом груза с помощью траповщика. Дальнейшая доставка груза до места осуществляется с помощью бригады рабочих или с использованием гидравлической тележки. Данный способ чаще всего встречается на стройках, однако здесь также используется ручной труд и применение дополнительного оборудования, в виде тележки. Также есть вероятность падения траповщика, так как груз ставится на самый край перекрытия этажа.

Второй способ – это использование шахтного грузового подъемника [1]. Подъемник может поднять груз на любой этаж в своей кабине, далее аналогично первому способу груз перемещает ручным трудом. При таком способе решается проблема безопасности, но подъемники не мобильны и тратится лишнее время на сборку и разборку каркаса подъемника. Также подъемник нельзя применить для построенного здания. Не смотря на свою относительно не большую стоимость, подъемник экономически не выгоден при малоэтажном строительстве, так как большое количество средств тратится на доставку его на стойку, на монтаж/демонтаж и на обслуживание.

Третий способ – это использование кранов-манипуляторов с управляемым гидравлическим гуськом, лидерами в производстве данного оборудования являются итальянская компания Fassi и немецкая компания Palfinger [2, 3]. Гусек представляет собой стрелу от более легкого манипулятора, которая устанавливается на конец основной стрелы с возможностью поворота на 180 градусов. Недостаток данного оборудования в том, что при его использовании невозможно поднимать максимально возможный груз, который подвешивается в начале основной стрелы, для такого крепления, гусек нужно распрямить, что создает лишний момент от силы тяжести гуська. Гуськи, предназначенные для выполнения поставленной задачи, устанавливаются только на тяжелые манипуляторы, которые изготавливаются только на заказ и имеют большую стоимость.

Решением поставленной задачи может послужить модернизация манипулятора Fassi F155.022 [4]. Суть модернизации заключается в установке телескопической рукояти с двумя секциями, каждая из которых выдвигается на 1 метр. В результате данной модернизации высота подъема груза увеличивается с 12 метров до 14, а также радиус рабочей зоны также увеличивается до 10,3 метров, благодаря этому увеличивается производительность манипулятора, так как не нужно тратить время на перестановку базовой машины, а, следовательно, сокращается время цикла. Основной корпус рукояти крепится шарнирно к колонне манипулятора, также к корпусу крепится шток гидроцилиндра подъема рукояти. Поперечное сечение основного корпуса рукояти меньше поперечного сечения секций телескопирования, в связи с этим гидроцилиндры телескопирования установлены внутри корпуса рукояти. Для реализации такой конструкции телескопической рукояти и предотвращения изгибающей деформации одной из секций можно применить разработку компании Palfinger – многогранный профиль крановой секции [5], которая сможет противостоять напряжениям создаваемые изги-

бающим моментом. Телескопическая стрела в свою очередь шарнирно крепится к секции рукояти с наибольшим поперечным сечением, на которой закреплен гидроцилиндр подъема стрелы. Эскиз решения поставленной задачи представлен на рис. 2.



**Рис.2.** Эскиз погрузки груза на этаж

Главные достоинства такого решения задачи это во-первых, исключается ручной труд при погрузке, из этого следует что данный процесс более безопасный, чем погрузка обычным краном, во-вторых, манипулятор мобилен и он сам может доставить груз к месту разгрузки. После модернизации, рабочей зоны хватает для малоэтажного строительства из чего следует, что не рентабельно использовать тяжелые манипуляторы с гуськом, так как покупка данной машины обойдется в 1,5-2 раза дороже модернизированного среднего манипулятора [6], также цена на аренду тяжелых манипуляторов в разы выше. Также за счет автоматизации и наличия приборов безопасности возможна подача грузов через окна здания [7].

#### Библиографический список

1. Шахтный грузовой подъемник [Электронный ресурс]: URL [https://bi-stroy.ru/podjemniki/42-shahtnuy?utm\\_source=yandex&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=53230174&utm\\_content=9312230031&utm\\_term=подъемник%20строительный&yclid=644367163453385030](https://bi-stroy.ru/podjemniki/42-shahtnuy?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=53230174&utm_content=9312230031&utm_term=подъемник%20строительный&yclid=644367163453385030) (дата обращения 24.02.2021).
2. Каталог гидравлических гуськом Fassi, 2019.
3. Гусек для крана-манипулятора [Электронный ресурс]: URL <https://kv-partner.com/gusek-dlya-krana-manipulyatora> (дата обращения 24.02.2021).

4. Паспорт манипулятора Fassi F 155.022, 2014.
5. Патент Германия № 2472695. [Электронный ресурс]: URL <https://patentdb.ru/patent/2472695> (дата обращения 24.02.2021).
6. Грузоподъемные краны-манипуляторы Fassi от 10 до 15 тонн [Электронный ресурс]: URL <http://fassi.ru/kmu/heavy/> (дата обращения 24.02.2021).
7. Stepanov M.A. and Ilukhin P.A. 2016 Features and perspectives of automated construction crane-manipulators.

## УСТРОЙСТВО МОНИТОРИНГА ПОЛОЖЕНИЯ КАНАТОВ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ БАШЕННОГО КРАНА

*Корнеев О.А., студент 5-го курса 42 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Кудрявцев Е.М., проф., д.т.н.*

Электроника все шире внедряется в строительное оборудование, помогает автоматизировать рабочие операции и повысить безопасность труда. Повышение безопасности эксплуатации сейчас- основное направление модернизации для башенных кранов. Применяют различные виды систем и приборов безопасности.

### **Приборы безопасности**

Ограничители грузоподъемности башенных кранов автоматически отключают механизмы и агрегаты грузоподъемных кранов при превышении массы груза допустимого значения, предотвращая аварию. К сожалению, на отечественных кранах пока используются в основном не электронные, а электрические приборы безопасности. Одна из отраслей, в которой использование бортовой электроники принесло особенно ощутимую пользу, – предотвращение аварий башенных кранов, вызванных влиянием неблагоприятных погодных условий.

**Системы контроля ветровой нагрузки.** Чтобы оценить, насколько безопасно выполнять работы башенным краном и вообще проводить работы на строительном объекте, руководители строительства и операторы должны иметь соответствующую информацию. Сведения должны быть получены непосредственно на строительной площадке, чтобы отражать реальные условия работы, и быть доступны на компьютерах, планшетах и смартфонах, которые используют работники стройки.

**Предотвращение столкновений и контроль работы кранов в ограниченных зонах.** Не нужно объяснять, насколько важно надежно предотвратить возможность столкновения стрелы крана или груза с препятствиями на стройке. Современные электронные системы предотвращения столкновений позволяют запрограммировать зону работы крана. На экран монитора в кабине крановщика выводится информация о положении крана, величине груза и его перемещении, вылете стрелы, скорости ветра, неподвижных препятствиях, запретных зонах, а также о расположении и перемещении стрел и грузов других кранов на данном строительном объекте. Система автоматически останавливает движение стрелы при приближении к опасному месту.

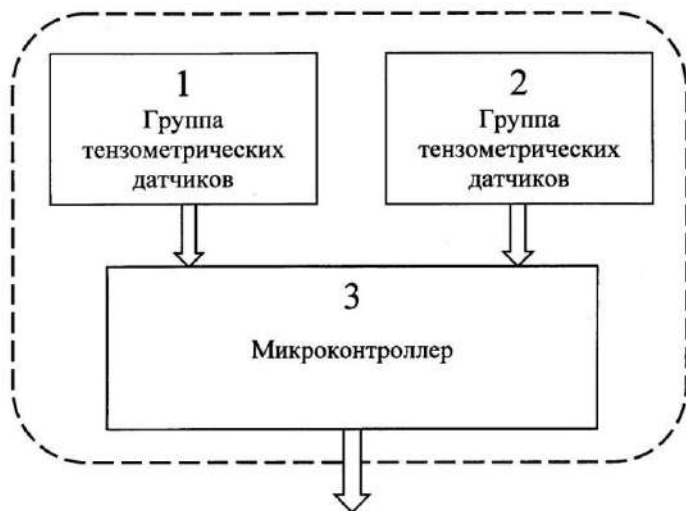
**Подключение к облачному сервису.** Цифровые электронные приборы безопасности башенных кранов могут передавать данные напрямую в бортовую электронную систему управления крана, где они будут автоматически обрабатываться, исключая таким образом длительные и повторяющиеся преобразования на разных этапах передачи данных. Когда система имеет выход в интернет (с помощью телематической аппаратуры), обработанные данные могут получать руководители строительства и персонал,

находящийся в офисе компании, вдали от стройплощадки. Другими словами, оператор башенного крана и руководители строительства могут видеть одни и те же данные, в каких точках мира они бы ни находились.

На мой взгляд увеличение безопасности, как направление модернизации, наиболее перспективно. Каждая компания, которая разрабатывает башенные краны, стремится повысить безопасность своих моделей.

Рассмотрим наиболее интересный патент в этой области - **Патент “ УСТРОЙСТВО МОНИТОРИНГА ПОЛОЖЕНИЯ КАНАТОВ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ БАШЕННОГО КРАНА”**.

Полезная модель относится к подъемно-транспортному машиностроению и обеспечивает расширение технических возможностей приборов безопасности (устанавливаемых на башенных кранах, как российского, так и иностранного производства), и представляет собой принципиально новое универсальное устройство мониторинга положений каната грузовой тележки башенного крана. Осуществляется полезная модель в виде дополнительно устанавливаемых на башенном кране элементов: двух групп тензометрических датчиков (1) и (2), расположенных с обеих сторон рамы грузовой тележки подъема груза башенного крана - в непосредственной близости соединения ее с осями блоков грузового каната; и микроконтроллера (3). Техническим результатом полезной модели является недопущение косо́го положения каната и контроль колебаний груза, подвешенного на крюке башенного крана (при одновременном достижении структурной минимизации конструкции такой полезной модели), следствием чего является повышение уровня техники безопасности башенных кранов при работе с грузом.



Выходной сигнал на прибор безопасности,  
установленный на башенном кране

Устройство мониторинга положений канатов грузовой тележки башенного крана, включающее микроконтроллер, выполненный с возможностью получения сигналов с функционально последовательно связанных между собой двух групп тензометрических датчиков, установленных с обеих сторон рамы грузовой тележки подъема груза башенного крана - в непосредственной близости соединения ее с осями блоков грузового каната, при этом по результатам обработки данных, полученных с тензометрических датчиков, микроконтроллер передает сигнал на прибор безопасности, установленный на башенном кране.

Полезная модель относится к подъемно-транспортному машиностроению, а именно к устройствам для контроля положений канатов грузовой тележки башенного крана, и предназначена как дополнение приборов безопасности для недопущения косоного положения каната и контроля колебаний груза, подвешенного на крюке башенного крана.

Полезная модель обеспечивает расширение арсенала технических возможностей приборов безопасности, устанавливаемых на башенных кранах, как российского, так и иностранного производства.

Заявленная полезная модель представляет собой принципиально новое универсальное устройство, расширяющие функциональные возможности устанавливаемых на башенных кранах приборов безопасности посредством мониторинга положений каната грузовой тележки башенного крана, с возможностью настройки на программном уровне высокочувствительной точности измерений. Полезная модель характеризуется простотой исполнения и структурной оптимизацией конструкции (достигнутой за счет минимизации количества технических компонентов, с исключением из конструкции каких-либо подвижных и работающих в условиях трения механических элементов).

Техническим результатом полезной модели является недопущение косоного положения каната и контроль колебаний груза, подвешенного на крюке башенного крана, следствием чего является повышение уровня техники безопасности башенных кранов при работе с грузом.

Осуществляется полезная модель в виде дополнительно устанавливаемых на башенном кране следующих элементов: тензометрических датчиков, расположенных с обеих сторон рамы грузовой тележки подъема груза башенного крана - в непосредственной близости соединения ее с осями блоков грузового каната и микроконтроллера.

На чертеже (схеме) схематично представлены последовательно функционально связанные между собой:

- две группы тензометрических датчиков (1) и (2) соответственно, и
- микроконтроллер (3), предусматривающий вывод его на прибор безопасности, установленный на башенном кране.

При возникновении косоного положения грузовых канатов или раскачивания груза (при ветровых нагрузках и (или) при перемещении груза) на раме грузовой тележки – в районе соединения блоков такой тележки возникает напряженно-деформированное состояние металлоконструкции рамы,

позволяющее измерить тензометрическими датчиками нагруженность блоков (грузового каната) грузовой тележки.

Полученные сигналы с первой группы (1) и со второй группы (2) тензометрических датчиков подаются на микроконтроллер (3), который, в свою очередь, обрабатывает сигналы, выявляя отклонения от записанных в его память допустимых значений, относящихся к характеру раскачивания груза или положения грузового каната. По результатам обработанных микроконтроллером (3) данных, по заданной программе передается сигнал на прибор безопасности башенного крана или иной прибор, которым (в зависимости от значений переданных данных) обеспечиваются необходимые для конкретной задачи действия (гашение колебаний груза, подвешенного на крюке башенного крана или недопущение косо́го положения каната).

#### Библиографический список

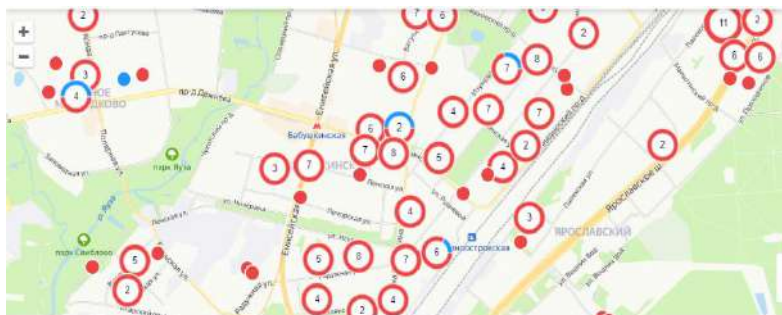
1. Строительные краны. Учебник. Часть 1. Башенные краны. Основы теории, конструкции и расчет/ Е.М. Кудрявцев, М.А. Степанов - Ассоциация строительных вузов (АСВ), 2016 г.
2. Устойчивость подвесных крановых стрел / А. Х. Гехт, В. А. Белов - Библиотека научных разработок и проектов МГСУ, 2016.
3. Пат. SU 551238 A1. Устройство для уравнивания грузового момента башенного крана с подвижным противовесом/ Посошин А.А.
4. Пат. SU 727556 A1. Устройство для автоматического уравнивания стрелового башенного крана / Рубаник В.Г.
5. Яндекс.Патенты — поиск по патентным документам /[Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// https://yandex.ru/patents](http://https://yandex.ru/patents) (дата обращения: 15.02.21).

## РАЗРАБОТКА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ НОЖНИЦ ДЛЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Короткий В.О., студент 5-го курса 42 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Густов Д.Ю., доц., к.т.н.*

В складывающейся в мире, и в частности в нашей стране, обстановке по реконструкции, сносу, перестройке зданий и сооружений устаревшего типа, на первый план выходит усовершенствование оборудования по сносу и разбору конструкций различной сложности.

На рис. 1 показан план зданий, подлежащих сносу в ближайшее время в СЗАО г. Москвы.



**Рис. 1.** План сноса жилых зданий по программе реновации

Основной сложностью в разборке построек 20-21 века являются металлоконструкции, внедренные в бетон в виде арматурных каркасов, сваренных швеллеров, уголков и т.д. Помогает справиться с этими сложностями сменное оборудование гидравлические ножницы, используемое на экскаваторах (рис. 2).

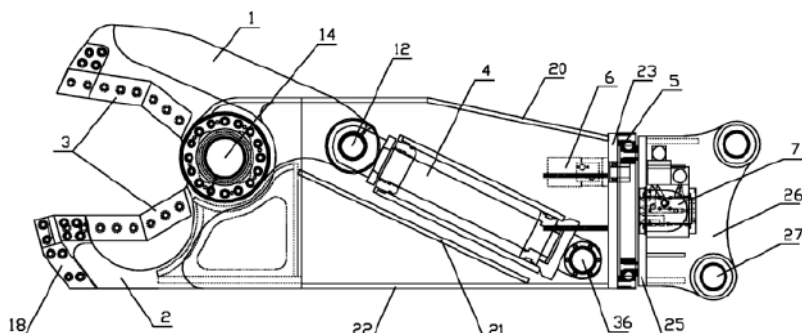


**Рис. 2.** Сменное рабочее оборудование гидравлические ножницы на базовой машине



Данный вид сменного оборудования позволяет работать с разрушением зданий эффективнее, тише и точнее, чем, например, гидромолоты, появившиеся примерно в одно и тоже время. Гидроножницы могут использоваться как на первичном этапе сноса, так и на последующих: переработке лома, сортировке мусора и т.д. Также гидравлические ножницы могут использоваться в набирающем популярность точечном сносе зданий и сооружений. Данный вид сноса обусловлен плотностью застройки в современных городах, сменное оборудование типа гидравлические ножницы позволяет демонтировать конструкцию аккуратно, держать процесс ее поэлементной разборки под контролем.

Для того, что бы перейти к основным плюсам и минусам гидроножниц разберемся в их конструкции (рис. 3).



**Рис. 3.** Гидравлические ножницы:

- 1 – верхняя челюсть; 2 – нижняя челюсть; 3 – режущие накладки;
- 4 – гидроцилиндр; 5 – подшипники ОПУ; 6 – гидромотор; 7 – устройство подающее масло; 12 – палец крепления гидроцилиндра к верхней челюсти;
- 14 – ось; 18 – силовая накладка; 20 – верхняя грань корпуса; 21 – ребро жесткости;
- 22 – нижняя грань корпуса; 23 – ОПУ; 25 – круг ОПУ на хвостовике;
- 26 – хвостовик; 27 – проушина; 36 – палец крепления гидроцилиндра к корпусу

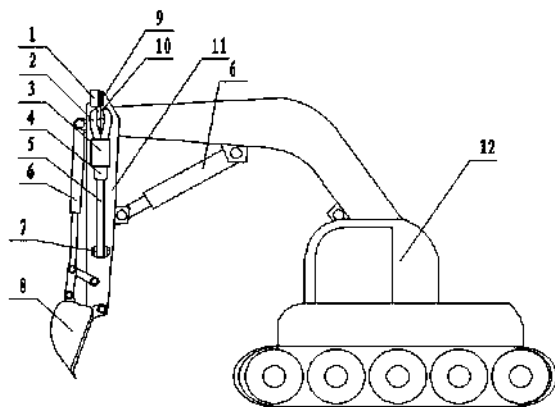
Гидравлические ножницы включают в себя: режущую головку, режущий корпус и режущий хвостовик. Которые, включают в себя верхнюю и нижнюю челюсть; режущие элементы установлены на верхнюю и нижнюю челюсть; гидравлический цилиндр, приводящий в движение верхнюю челюсть установлен в корпусе; корпус и хвостовик соединены с помощью опорно-поворотного устройства; ОПУ приводится в движение гидромотором; устройство, подающее масло в систему расположено в хвостовике; масляный бак и устройство подачи масла соединены с гидроцилиндром и гидромотором через патрубки. В данной модели гидроножниц ручная газовая резка заменена на резание гидравлическими ножницами, что позволяет повысить производительность; гидравлические ножницы могут выполнять не только резку, но и перенос кусков разрушенных зданий. Оператор находится далеко от мест разрушения, на расстоянии стрелы экскаватора и мо-

жет выполнять резание по всему периметру на большой высоте, исходя из этого можно сделать вывод, что гидравлические ножницы, как съемное оборудование, безопасны для рабочих и для окружающей среды.

Несмотря на достаточно простую конструкцию гидроножницы имеют целый ряд неоспоримых достоинств – это высокая скорость, точность, аккуратность и безопасность выполняемых работ, значительная маневренность, большая надежность и низкий уровень шума при работе. Гидроножницы для демонтажа могут эксплуатироваться круглый год вне зависимости от погодных условий. Поскольку инструмент работает практически бесшумно, в черте города его использование возможно круглосуточно даже в густонаселенных районах. В зависимости от типа зданий, подлежащих разрушению, могут меняться режущие накладки на челюсти и повышаться эффективность при работе с бетоном, металлом или смешанными типами конструкций.

Относительно недавно, а если быть точнее в 2017 году был выпущен патент, поданный китайской компанией, который может немного перенаправить ход наших разработок в области оборудования для реконструкции, сноса зданий и сооружений.

Данное изобретение является несменным рабочим оборудованием типа гидравлические ножницы (рис. 4).



**Рис. 4.** Экскаватор с несменными гидравлическими ножницами:

1 – запирающее устройство; 2 – рабочий орган гидравлических ножниц;

3 – корпус гидравлических ножниц; 4 – поворотный механизм;

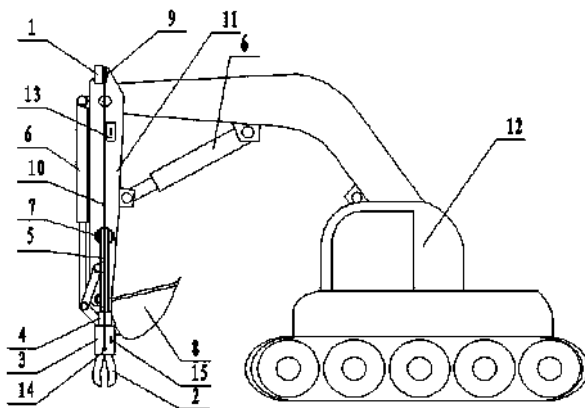
5 – поддерживающий рычаг; 6 – гидроцилиндр ковша; 7 – крепление рычага к стреле;

8 – рабочее оборудование (ковш); 9 – барабан; 10 – канат; 11 – рукоятка;

12 – базовая машина

Несменные гидравлические ножницы на стреле экскаватора включают в себя пару ножниц, корпус, поворотный механизм, поддерживающий рычаг, мотор, барабан, тяговый канат и запирающее устройство. Пара ножниц

установлена на корпус, поворотный механизм установлен между корпусом и поддерживающим рычагом. Задняя часть поддерживающего рычага крепится к стреле экскаватора и находится на боковой части стрелы экскаватора. Мотор и барабан установлены, над боковой гранью рычага ковша. Тяговый канат крепится подвесной пряжкой к задней стороне корпуса. Запирающее устройство располагается на стреле, что позволяет в нерабочем состоянии закрепить ножницы до момента их необходимости. В случае необходимости ножниц ковш экскаватора или отбойный молоток убирается, тяговый канат медленно опускает гидравлические ножницы в рабочее положение (рис. 5), что позволяет перерезать, например, стальной прут. В дальнейшем при необходимости вернуться к работе основным рабочим оборудованием, тяговый канат поднимает ножницы обратно, они закрепляются запирающим устройством и экскаватор продолжает свою работу в стандартном режиме. Основным преимуществом является, возможность перекусывать стальные элементы конструкций не меняя основное навесное рабочее оборудование экскаватора.



**Рис. 5.** Рабочее положение несменного оборудования типа гидравлические ножницы

Данный вид оборудования позволяет на вторичных стадиях демонтажа зданий и сооружений ускорить процесс разбора кусков бетона с металлическими включениями. Так как для таких манипуляций не требуется смена рабочего оборудования, к примеру, на месте основного рабочего оборудования располагается гидромолот, который отбивает лишние куски бетона, при встрече на своем пути металлоконструкции молот приостанавливает свою работу, убирается и в ход идет вспомогательное рабочее оборудование. Этот метод уменьшит трудозатраты на смену оборудования, на хранение сменного оборудования.

Основным минусом данной разработки является типоразмер ножниц, устанавливаемых на данную модель. Из-за бокового расположения нет

возможности поставить полноразмерные гидравлические ножницы, что сказывается на производительности и возможностях данного рабочего оборудования.

Так же данная разработка поможет уменьшить число техники на площадке, вместо нескольких экскаваторов для первичного измельчения строительного лома (табл. 1), к примеру 2 экскаваторов с гидроножницами и 2 экскаваторов с гидромолотами, можно использовать меньшее количество техники с основным рабочим оборудованием гидромолотом и второстепенным гидроножницами. Это сократит затраты на аренду или покупку техники без значительных потерь в производительности, уменьшит число перемещений техники с места на место. Появится возможность работать одной единицей техники в одном месте без замены оборудования или машины в сложных ситуациях.

Таблица 1

### Распределение комплектов машин по операциям

Операции	Комплект машин	Ком-плект 1	Ком-плект 2
Оборудование для сноса зданий	Экскаватор с гидроножницами (первичными бетоноломами)	+	
Оборудование для первичного измельчения строительного лома для дробилки	Экскаватор с гидроножницами (вторичными бетоноломами) Экскаватор с гидромолотами	+	
Оборудование для погрузки измельченного строительного лома в самосвал	Экскаватор	+	
Оборудование для погрузки измельченного строительного лома в мобильную дробилку			+
Оборудование для доставки строительного лома к дробилке	Самосвалы	+	
Оборудование для окончательного измельчения строительного лома	Дробилки стационарные	+	
	Дробилки мобильные		+
Оборудование для погрузки конечного продукта в самосвал	Погрузчики Погрузчики-экскаваторы	+	
Оборудование для доставки конечного продукта потребителю	Самосвалы	+	
Оборудование для доставки техники на строительную площадку	Трейлеры Грузовики	+	

## Библиографический список

1. Gustov D. Yu. Organization of recycling of construction scrap with the use of mobile crushing plants in Russia // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 786, International Scientific Conference Interstroyemeh - 2019 (ISM - 2019) 12-13 September 2019.

2.

[https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=CN199688252&\\_cid=P21-KIMWAK-73594-1](https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=CN199688252&_cid=P21-KIMWAK-73594-1).\*

3.

[https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=CN225538957&\\_cid=P21-KIMWAK-73594-1](https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=CN225538957&_cid=P21-KIMWAK-73594-1).\*

4. Информационный портал ООО Компания Традиция-К <https://www.tradicia-k.ru/articles/gidronozhnicu-razrushaya-sozidaem/>.

5. Густов Д.Ю., Густов Ю.И. Экологические аспекты механизации работ при сносе зданий и сооружений // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования [Электронный ресурс]: сборник докладов Первой Национальной конференции. Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. с. 433-437.

6. Густов Д.Ю., Зотов О.А. Экскаваторное рабочее оборудование псевдоферменного типа // Интерстроймех–2018 Сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.Я. Галицкова. 2018. С. 65-69.

7. Дроздов А.Н. Строительные машины и оборудование: Учебник. – М.: Изд. центр «Академия», 2012. – 448 с.

\*Информация в пунктах 2, 3 взята с одного сайта [www.patentscope.wipo.int](http://www.patentscope.wipo.int), который является патентной базой рассматриваемой публикации всех стран мира.

## РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ГРУЗОПОДЪЕМНОГО УСТРОЙСТВА

*Кулишов В.В., студент 5-го курса, 41 группы ИИЭСМ.  
Научный руководитель – Шаранов Р.Р., проф., д.т.н.*

Рабочий грузоподъемный орган экскаватора состоит из корпуса, элементов крепления к экскаватору, крюка или серьги. На корпусе установлена лебедка с гибкой тягой. Крюк или серьга закреплены на гибкой тяге непосредственно или через крюковую подвеску.

Данное приспособление предназначено для проведения подъемных работ с помощью экскаваторов. На строительных площадках различных объектов часто нужны и экскаватор, и грузоподъемный кран.

Иногда участие крана слишком кратковременное, причем на столько, что транспортировка и подготовка крана к работе занимает больше времени, что не оправдывает тех финансов, которые были потрачены на приобретение или аренду грузоподъемного крана. Поэтому многие некомпетентные рабочие позволяют себе использовать в качестве грузоподъемной машины одноковшовый экскаватор, строповку груза производят непосредственно к самому ковшу экскаватора или к приваренному к ковшу крюку или серьге как на рис. 1. Данные вещи являются грубейшим нарушением техники безопасности при производстве подъемных работ и зачастую приводят к несчастным случаям на стройках [5].



**Рис. 1.** Нарушение техники безопасности

Существуют крановые подвески экскаватора, представляющие собой корпус с жестко закрепленной стрелой, к концу которой шарнирно прикреплен крюк. Такое решение тоже не нашло широкого применения, т.к. экскаваторщик не может точно обеспечить вертикальное направление подъема (для всех ГПМ наклонный подъем груза не допускается) [6] и ра-

ботает без четко выраженного движения вверх/вниз, т.к. для осуществления подъема/опускания груза требуется совместное движение стрелы и рукояти. Недостатками подобной конструкции является большое количество аварий и несчастных случаев, вызванное, в частности, неопределенностью направления усилия, прилагаемого к крюку и высокой сложностью управления перемещением крюка строго по вертикали.

Задачей изобретения является повышение безопасности грузоподъемных работ, путем приложения силы для подъема груза по вертикали, за счет использования гибкой тяги и точного управления экскаватором при таких работах, т.к. появляется независимое движение крюка лебедки вверх/вниз. Это достигается тем, что в рабочем грузоподъемном органе экскаватора, включающем корпус с элементами крепления к экскаватору и крюк или серьгу, особенностью является то, что на корпусе установлена лебедка с гибкой тягой, причем элементы крепления корпуса к экскаватору выполнены с возможностью его установки на место основного рабочего органа экскаватора. Элементы крепления корпуса выполнены с возможностью быстрой установки и съема и имеют автоматическую и/или ручную систему присоединения и отсоединения приводов лебедки к экскаватору, причем гибкая тяга выполнена в виде троса, цепи или каната. Корпус может быть выполнен в виде стрелы, а на конце стрелы установлен, по меньшей мере, один блок, через который пропущена гибкая тяга. Лебедка выполнена с гидравлическим, электрическим, пневматическим, или ручным приводом и имеет автоматический и/или управляемый тормоз. Также возможно управление лебедкой, как и из кабины оператора экскаватором, так и с помощью специального выносного дистанционного пульта. Также лебедка может быть подсоединена к гидравлической системе экскаватора.

Лебедка может иметь ограничитель высоты подъема крюка или крюковой подвески, датчик наклона, датчик расстояния от рабочего органа до оси поворота платформы, датчик крутящего момента барабана лебедки и датчик силы натяжения гибкой тяги.

Устройство работает следующим образом.

После выполнения работ с грунтом, перед выполнением грузоподъемных работ, вместо ковша экскаватора устанавливают грузоподъемный орган, для чего экскаваторщик переносит ковш к месту его хранения и отсоединяет его. Перемещает стрелу к месту нахождения рабочего грузоподъемного органа и закрепляет его на место ковша. В зависимости от исполнения, соединение гидравлических магистралей происходит автоматически или вручную, путем соединения соответствующих штуцеров и шлангов.

Экскаватор перемещается к месту грузоподъемных работ. Отпускает опорные лапы (при их наличии) и выполняет грузоподъемные работы как обычный гидравлический кран.

После выполнения запланированных грузоподъемных работ, экскаватор перемещается к месту хранения рабочих органов экскаватора. После замены грузоподъемного рабочего органа на ковш, экскаватор готов к выполнению работ с грунтом, например, к засыпке котлована.

Установка лебедки вместо ковша фактически преобразует экскаватор в кран, т.к. в современных гидравлических кранах подъем и опускание стрелы осуществляется гидроцилиндрами, что аналогично гидравлической системе экскаватора, только «стрела» экскаватора часто состоит из двух частей: стрела и рукоять. Если экскаватор оснащен телескопической стрелой, то после установки лебедки вместо ковша, он становится эквивалентен крану с телескопической стрелой [7].

Трос с крюковой подвеской на большинстве современных кранов перемещается с помощью лебедки с гидравлическим приводом, что соответствует предлагаемому техническому решению. Таким образом, замена ковша экскаватора на лебедку превращает его в полнофункциональное грузоподъемное устройство (передвижной кран).

В зависимости от поднимаемого груза используют крюк или серьгу, закрепленные на гибкой тяге лебедки непосредственно или через крюковую подвеску. Крюковая подвеска может иметь один или несколько блоков, что кратно повышает силу подъема. Гибкая тяга, из конструктивных соображений может быть выполнена в виде троса (чаще всего), цепи или каната. При использовании цепи желательно применения якорного ящика, при использовании троса нужен тросоукладчик.

#### Библиографический список

1. Теория наземных транспортно-технологических машин, Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н., 2014 г.
2. Sevryugina N.S., Sharapov R.R. The method of maintaining resource of construction machines, tools and systems. World of Transport and Technological Machines. 2017.
3. Расчет основных параметров гидравлических экскаваторов с рабочим оборудованием обратная лопата. В.Я. Крикун, В.Г. Манасян, 2001.
4. Машины для земляных работ: Учеб. для вузов / Д.П. Волков, В.Я. Крикун и др.
5. <https://enki.ua/articles/kak-bezopasno-podnimat-i-peremeshchat-gruzy-s-pomoshchyu-ekskavatora>.
6. Кудрявцев Е.М. Строительные машины и оборудование: Учебник. – М.: Изд-во АСВ, 2012.
7. <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=63e441532bf29447cfeda7f3eba7689c>.
8. Габдуллин Т.Р. Разработка лесопильного узла к одноковшовому экскаватору // В сборнике: Интерстроймех-2015. Материалы Международной научно-практической конференции. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. 2015. С. 46-52.
9. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.



## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ И МЕХАНИЗМОВ ИЗНАШИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

*Маркевич В.Н., студент*

*Научный руководитель - Воронина И.В., ст. преп.*

*Научный консультант - Густов Ю.И., проф., д.т.н.*

Методика исследования. Исследуются дисковые фрикционные предохранительные муфты с заданными коэффициентами трения скольжения ( $f$ ) определяются парциальные величины микроизноса ( $D_a$ ) и микрометалла ( $D_m$ ) нормализованной системы относительных опорных линий и сближений « $t_p$ - $\varepsilon$ » [1,2].

Используются следующие выражения:

$$\text{при } f < 0,25 \quad D_a = 1 - f^{0,618}, \quad D_m = 1 - D_a, \quad (1)$$

$$\text{при } f = 0,25 \quad D_a = 1 - f^{0,50}, \quad (2)$$

$$\text{при } f > 0,25 \quad D_a = 1 - f^{0,382}, \quad (3)$$

где показатели степени – величины золотой пропорции [3]. Коэффициенты полезного действия (КПД) [4] определяются по выражениям

$$\eta = 1 / \left( 1 + 2fL_\gamma / t_{pp} \right), \quad (4)$$

где  $L_\gamma$  – относительная длина кривой опорных линий;  $t_{pp}$  – относительная длина опорной полюсной линии, определяются по формулам

$$L_\gamma = 1,4142 \sqrt{D_{\max} / D_{\min}} \sqrt{D_a \cdot D_m}, \quad (5)$$

$$t_{pp} = 1 / \left( 1 + 2D_a \right), \quad (6)$$

$D_{\max} = D_a$  при  $D_a > D_m$ ,  $D_{\min} = D_a$  при  $D_a < D_m$ .

При  $\eta=5-40\%$  отмечается сухое трение; при  $\eta=60-70\%$  – граничное трение; при  $\eta=60-70\%$  – гидродинамическое трение [5].

Механизм изнашивания материалов устанавливается по показателю фрикционной усталости, определяемому по зависимости

$$t = \sqrt{D_a} \sqrt{1 + D_a}, \quad (7)$$

Исследуются также подвижные модельные шарниры рабочего оборудования гидравлического экскаватора [6].

В этом случае исходными являются парциальные величины  $D_a$  и  $D_m$ . По ним определяются значения коэффициента трения скольжения:

$$f = \left( -D_a \right)^{1/D_a} = D_m^{1/D_a}, \quad (8)$$

а также  $\eta$  по зависимости (4),  $L_\gamma$  - по (5),  $t_{pp}$  - по (6).

Механизм изнашивания материалов в обоих случаях устанавливается по значениям показателя фрикционной усталости:

При  $t < 2,0$  – микрорезание; при  $2 < t \leq 3$  – малоцикловая усталость (МЦУ); при  $3 < t$  – многоцикловая усталость (МнЦУ).

#### Результаты исследования

Исходные [7] и расчетные показатели дисковых фрикционных предохранительных муфт при наибольших значениях коэффициента трения представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Исходные и расчетные показатели дисковых предохранительных муфт**

Пары трения	Условия трения	$f$	$D_a$	$L_\gamma$	$t_{pp}$	$\eta, \%$	$t$	Вид трения	МИ
Чугун по закаленной стали	без смазки	0,15-0,20	0,630	1,600	0,442	46,0	2,12	сухое	МЦУ
Чугун по чугуну	без смазки	0,15-0,20	0,630	1,600	0,442	46,0	2,12	сухое	МЦУ
Сталь по текстолиту	без смазки	0,15-0,20	0,630	1,600	0,442	40,6	2,12	сухое	МЦУ
Чугун по ретинаксу	без смазки	0,30	0,369	1,602	0,575	36,9	3,92	сухое	МнЦУ
Чугун по чугуну	со смазкой	0,10-0,12	0,394	1,567	0,559	59,8	3,66	граничное	МнЦУ
чугун по бронзе	со смазкой	0,05-0,08	0,449	1,488	0,527	61,9	319	граничное	МнЦУ

По результатам табл. 1 можно отметить следующее.

1. Для рассмотренных пар трения без смазки коэффициент полезного действия ( $\eta$ ) составляет порядка 40%, что соответствует сухому виду трения. Пары трения со смазкой, имеющие КПД в пределах 59,8-68,9% (60-70%) характеризуются граничным видом трения.

2. Пары трения в режиме сухого трения изнашиваются по механизму малоцикловой усталости (МЦУ) при граничном трении - по механизму многоцикловой усталости. Исключением является пара трения «чугун - ретинакс» при сухом трении, изнашивающаяся по механизму многоцикловой усталости.

3. Отмеченная пара «чугун-ретинакс» обладает наибольшей износостойкостью по сравнению с другими парами аналогичного сухому трению, что является отличительным и предпочтительным признаком этого сопряжения.

Используемый в парах трения с чугуном и сталью «Ретинакс» применяется в различных климатических условиях, включая тропические и холодные зоны. Фрикционные накладки работают со скоростями скольжения до 50 м/с. «Ретинакс» отличается очень высокой стойкостью к термическому воздействию (свыше 5000°С) и незначительным механическим износом. Даже при экстремальных режимах торможения при нагревании более 7000°С «Ретинакс» не растрескивается, не задируется и не сгорает; не образует ядовитых испарений и не растворяется в горюче-смазочных материалах [7].

В табл. 2 приведены начальные и расчетно-экспериментальные характеристики модельных борированных шарниров рабочего оборудования гидравлического экскаватора.

Таблица 2

Показатели модельных шарниров «палец-втулка» экскаватора

Деталь	$D_a$	$f$	$L_{\gamma}$	$t_{pp}$	$\eta, \%$	$t$	Вид трения	МИ
П1.1	0,612	0,222	1,42	0,430	40,5	2,20	сухое	МЦУ
П1.2	0,489	0,253	1,42	0,550	43,4	2,90	сухое	МЦУ
П2.3	0,427	0,271	1,42	0,560	42,1	3,40	сухое	МнЦУ
П2.4	0,549	0,234	1,42	0,480	41,9	2,53	сухое	МЦУ
П3.5	0,417	0,274	1,48	0,565	41,0	3,45	сухое	МнЦУ
П3.6	0,598	0,218	1,50	0,440	40,2	2,27	сухое	МЦУ
П4.7	0,433	0,270	1,45	0,555	41,5	3,32	сухое	МнЦУ
П4.8	0,537	0,238	1,44	0,470	40,7	2,60	сухое	МнЦУ
В1	0,391	0,307	1,52	0,680	42,2	3,69	сухое	МнЦУ
В2	0,375	0,286	1,48	0,590	41,1	3,85	сухое	МнЦУ
В3	0,363	0,313	1,55	0,690	41,6	3,98	сухое	МнЦУ
В4	0,390	0,302	1,50	0,555	38,0	3,70	сухое	МнЦУ
В5	0,346	0,293	1,50	0,620	41,4	4,17	сухое	МнЦУ
В6	0,368	0,287	1,47	0,605	41,8	4,27	сухое	МнЦУ
В7	0,374	0,286	1,45	0,590	41,6	4,45	сухое	МнЦУ
В8	0,350	0,292	1,50	0,610	41,0	4,13	сухое	МнЦУ

По результатам табл. 2 можно сделать следующие выводы.

1. Значения КПД для пальцев и втулок в пределах 38-43,4% при среднем  $\eta=40,7\%$  соответствуют сухому трению скольжения.

2. Показатель фрикционной усталости для пальцев изменяется в пределах  $t=2,2-3,45$  при средней величине 2,83, характеризуя в основном их изнашивание по механизму малоциклового усталости (МЦУ); исключение -

пальцы 2,3 и ПЗ.5, имеющие  $t=3,4$  и  $3,45$  и изнашивающиеся по механизму многоциклового усталости.

3. Показатель фрикционной усталости для втулок находится в пределах  $t=3,69-4,45$  при среднем  $4,03$ , свидетельствуя об их изнашивании по механизму многоциклового усталости (МнЦУ). Большая износостойкость втулок подтверждается также меньшими значениями парциального микроизноса ( $D_a$ ) и большими коэффициентами скольжения ( $f$ ).

4. Установленные механизмы изнашивания (МЦУ и МнЦУ) свидетельствуют о целесообразном и эффективном применении электролизного борирования для повышения износостойкости деталей в условиях их сухого трения.

### Заключение

Полученные показатели режимов трения и механизмов изнашивания согласуются с литературно - экспериментальными характеристиками и позволяют оценить особенности трения и изнашивания подвижных сопряжений строительной техники.

### Библиографический список

1. Густов Ю.И. Триботехника строительных машин и оборудования. М.: Московский государственный строительный университет. МГСУ, 2011. 192 с.
2. Густов Ю.И., Воронина И.В., Орехов А.А. Методология исследования трибомеханических показателей строительной техники // Механизация строительства. 2011. №8. с. 10-12.
3. Коробко В.И. Золотое сечение и проблемы гармонии систем. М: АСВ стран СНГ, 1998. 374 с.
4. Густов Ю.И., Воронина И.В. Прогнозирование триботехнических показателей фрикционных дисковых предохранительных муфт по коэффициенту трения // Приводы и компоненты машин. 2019. № 3-4 (32). с. 20-23.
5. Чихос Х. Системный анализ в трибонике. М.: Мир, 1982. 352 с.
6. Густов Ю.И., Шишков П.Е. Исследование трибомеханических параметров поверхностей трения рабочего оборудования гидроэкскаватора// Подъемно-транспортное дело. 2019. №6 (99). с. 2-5
7. Абрамов В.Н., Мещерин В.Н. Проектирование предохранительных фрикционных муфт. М.: Московский государственный строительный университет, 2009. с. 62.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ МПС-600

*Нетукова В.С., студентка 5-го курса 42 группы ИИЭСМ*  
Научный руководитель – *Шарапов Р.Р., проф., д.т.н.*

Сегодня одной из перспективных сфер развития строительного рынка является рециклинг - переработка и вторичное использование материалов. Количество ежегодно образующихся в России строительных отходов составляет около 18 млн. тонн, и эта цифра постоянно растет. Руководствуясь зарубежным опытом, правительство Российской Федерации стимулирует развитие перерабатывающей отрасли, в связи с чем нагрузка на свалки строительных отходов постепенно снижается. Продукты рециклинга не используются как полноценные стройматериалы, но имеют свою область применения. После переработки кирпич, стекло, бетон, металл, пластик, асфальт могут использоваться для возведения новых объектов.

Глиняный кирпич обладает невысокой прочностью, для его дробления используются молотковые дробилки. Исходный материал после переработки превращается в пыль, которую можно в дальнейшем заново использовать для производства кирпича. Примеров использования измельченного кирпича несколько: изготовление дренажного слоя на заболоченных участках; использование измельченного в крошку кирпича в части состава при засыпке теннисного поля, укрепление обломками кирпича грунтовой дороги, использование в качестве заполнителя разбитого шамотного кирпича в огнеупорных растворах; в местах, где дорога имеет большое число выбоин, коммунальные службы используют бой кирпича в качестве заполнителя.

Материал, рассмотренный в этой статье, дефектный кирпич. Часто при несоблюдении технологии можно получить большую партию кирпича с видимыми трещинами, что недопустимо для такого материала. Для того чтобы довести бой кирпича до определенной фракции, необходимо использовать специально изготовленную для этой цели дробильную машину.

Молотковая дробилка МПС-600 способна перемалывать фракцию до 130 мм (размер целикового кирпича) до фракции 2 мм. При этом производительность будет достигать 3-х тонн в час, а номинальное энергопотребление -15 кВт в час.

Основными недостатками известного молотка молотковой дробилки являются низкие долговечность и эффективность дробления, а также пониженное качество разрушаемого материала, так как удар дробимого материала приходится на одну сторону молотка вследствие отсутствия возможности вращения ударной части относительно подвеса, что приводит к неравномерному износу молотка.

Решить данную проблему позволяет изобретение МОЛОТОК МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ [4]

Задачей изобретения является повышение долговечности молотка молотковой дробилки и эффективности дробления, а также улучшение каче-

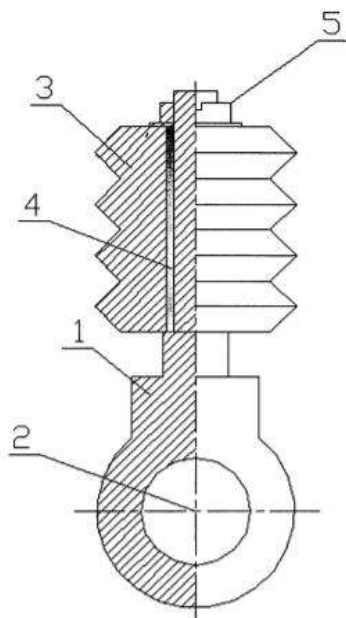
ства разрушаемого материала. Повышение долговечности молотка молотковой дробилки обусловлено введением подшипника скольжения, что способствует вращательному движению дробящей поверхности и обеспечивает устойчивость подшипникового узла к динамическим нагрузкам.

Наиболее близким аналогом к предлагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому результату является молоток молотковой дробилки [9], содержащий подвес, имеющий отверстие для крепления на роторе, и ударную часть с профилированной наружной поверхностью, установленную на подвесе через подшипник качения и имеющую возможность вращательного движения. Ударная часть, выполненная в виде стержня, снабжена спиралевидными канавками. Отверстие подвеса для крепления на роторе выполнено перпендикулярно отверстию, в котором размещена ударная часть. Подшипник качения установлен в отверстии подвеса в качестве опоры вращения ударной части. В качестве стержня может быть использовано спиралевидное сверло. Основными недостатками описанного молотка молотковой дробилки являются пониженная долговечность, так как наличие подшипника качения снижает устойчивость конструкции к высоким динамическим нагрузкам, пониженная эффективность дробления и качество разрушаемого материала, так как выполнение ударной части в виде стержня со спиралевидными канавками не обеспечивает создание раскалывающих и изгибающих эффектов по поверхности дробимого материала.

Молоток молотковой дробилки (рис. 1) содержит подвес 1 с отверстием 2 для крепления на роторе (на чертеже не показан) и ударную часть 3 с профилированной круговой наружной поверхностью, установленную на подвесе 1 через подшипник 4 скольжения и имеющую возможность вращательного движения вокруг оси подвеса 1. Ударная часть 3 молотка снабжена треугольными рифлениями и может быть затянута гайкой 5. Подшипник 4 скольжения установлен на подвесе 1 по всей длине внутренней поверхности ударной части 3. Молоток молотковой дробилки работает следующим образом: при вращении ротора дробилки молотком наносятся эффективные удары по размалываемому материалу и благодаря треугольным рифлениям по поверхности ударной части 3 молотка обеспечивается дополнительный разлом материала, в котором появляются изгибающие напряжения, что способствует образованию материала кубовидной формы. Благодаря тому, что ударная часть 3 соединена с подвесом 1 через подшипник 4 скольжения, она вращается вокруг оси подвеса 1, тем самым обеспечивая равномерный износ всей ударной части 3, за счет чего увеличивается долговечность молотка. Таким образом, использование предлагаемого молотка молотковой дробилки позволяет обеспечить его повышенную долговечность и эффективность дробления, а также улучшение качества дробимого материала.

Для повышения долговечности и исключения преждевременного выхода из строя молотков молотковой дробилки предлагается изобретение РОТОР МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ [8]. Ротор молотковой дробилки со-

держит диски и шарнирно закрепленные на них ряды молотков, молотки на шарнирах неподвижно закреплены между собой в рядах в количестве от двух до полного набора, при этом жесткое крепление молотков между собой обеспечивается за счет осей, установленных в дополнительных отверстиях на подвесе в месте прохождения сквозь тело молотка. Ввиду сложности изготовления и нецелесообразности использования в данной молотковой дробилке при переработке бракованного кирпича данное изобретение внедрять не рекомендуется.



**Рис. 1.** Молоток молотковой дробилки:

1 – подвес, 2 – отверстие, 3 – ударная часть, 4 – подшипник скольжения, 5 – гайка

Исходя из всего вышеперечисленного следует, что самым целесообразным изобретением является молоток молотковой дробилки [4] который позволяет повысить долговечность самого изнашиваемого элемента, в следствие чего происходит повышение эффективности работы молотковой дробилки МПС-600.

#### Библиографический список

1. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.

2. Шарапов Р.Р. Оптимизация процесса измельчения в шаровых мельницах замкнутого цикла // Машины и комплексы для новых экологически чистых производств строительных материалов: сб. науч. тр./ Белгор. техн. ин-т. строит. материалов - Белгород, 1994. - С. 71-76.
3. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.1. – М.: Машиностроение, 1978. 728 с.
4. МОЛОТОК МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ Заявка: 2014127961/13, 08.07.2014. Автор(ы): Власенко Дмитрий Алексеевич, Жильцов Александр Павлович, Левченко Эдуард Петрович Опубликовано: 08.07.2014
5. ГОСТ 7090-72 Дробилки молотковые однороторные. Технические требования.
6. Шестопалов А. А. В.П. Строительные и дорожные машины и оборудование. Машины для переработки каменных материалов, М., «Инфа-М», 2018, с.114-150.
7. Доценко А.И. Строительные машины. М., «Инфа-М», 2018, с. 455.
8. РОТОР МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ Заявка: 2018106733, 22.02.2018 Автор(ы): Власенко Дмитрий Алексеевич, Жильцов Александр Павлович, Левченко Эдуард Петрович Опубликовано: 22.02.2018.
9. МОЛОТОК МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ Заявка: 2001113950/03, 2001.05.21 Авторы: Филатов М.И. Терновая Т.А. Хлынин П.П. Опубликовано: 2003.03.20.
10. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Харламов Е.В. Совершенствование конструкций пылеочистного оборудования // Системные технологии. 2018. № 4 (29). С. 96-100.
11. Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Алфимова Н.И. Прогнозирование дисперсных характеристик высокодисперсных цементов // Строительные материалы. 2007. № 8. С. 24-25.



## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛИФТА С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ ВЫСОТЫ ВЕРХНЕГО ЭТАЖА

*Облеухов А.А., студент 5-го курса 42 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Харламов Е.В., доц., к.т.н.*

Использование лифтового оборудования в современности играет весомую роль в комфортном перемещении человека. Зачастую лифт и шахта лифта могут видоизменять внешний вид здания, что в некоторых случаях является весьма большой проблемой. Лифтом называют стационарную подъёмную машину периодического действия, предназначенную для подъёма и спуска людей или грузов в кабине, движущейся по направляющим.

В настоящее время данная тема особенно актуальна, в связи с модернизацией старых лифтов. С целью экономии ресурсов проще установить новый лифт в старую шахту, и поэтому уменьшение размеров конструкции этому способствует.

Лифт состоит из перемещаемой в шахте (2) лифта кабины (3) лифта и противовеса (4). Кабина (3) лифта и противовес (4) соединены с помощью проходящего через направляющие ролики (16, 18) несущего и приводного средства (11). Привод (12) приводит в движение кабину (3) лифта и противовес (4). Проходящее через направляющие ролики несущее и приводное средство (11) проходит в расположенном в крыше кабины канале (40.1), а направляющие ролики (16, 18) интегрированы в крышу кабины между двумя металлическими листами.

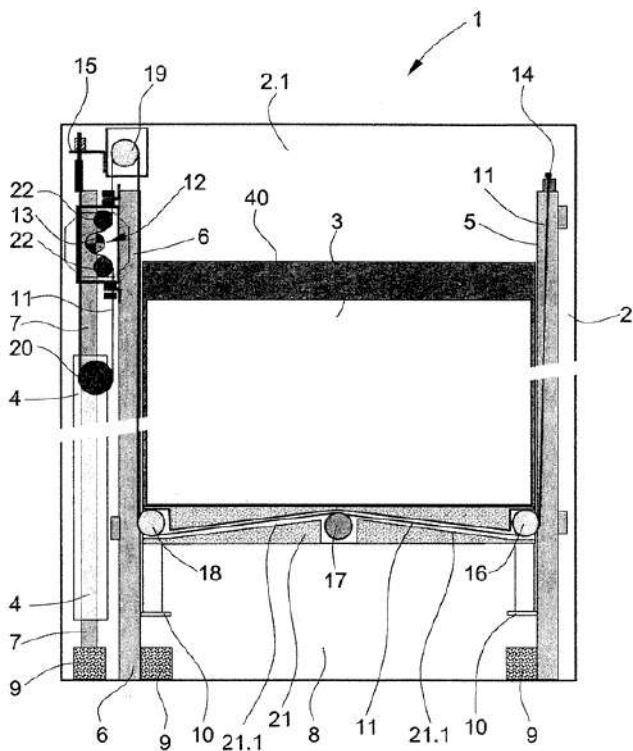
Существует проблема, что расположенные вне кабины лифта, противовеса направляющие ролики делают необходимой большую высоту шахты, большую ширину шахты и более глубокий приямок шахты.

Для решения данной проблемы предлагается рассмотреть конструкцию лифта, состоящего из перемещаемой в шахте лифта кабины лифта и противовеса. Кабина лифта и противовес соединены с помощью проходящего через направляющие ролики несущего и приводного средства, при этом привод приводит в движение кабину лифта и противовес. Направляющие ролики интегрированы в крышу кабины лифта, причем проходящее через направляющие ролики несущее и приводное средство проходит в расположенном в крыше кабины канале, а направляющие ролики интегрированы в крышу кабины между двумя металлическими листами. В противовес интегрированы дополнительные направляющие ролики, при этом для размещения дополнительных направляющих роликов на противовесе предусмотрена выемка. Также противовес имеет углубление, при этом противовес с зоной углубления может проходить мимо привода.

Обеспечиваемые с помощью данной конструкции преимущества состоят в том, что кабину лифта, а также противовес можно выполнять более компактными. За счет интеграции направляющих роликов в кабину лифта, соответственно, в противовес обеспечиваются меньшие размеры высоты шахты, ширины шахты и глубины приямка шахты.

Применяемый в качестве несущего и приводного ремня зубчатый ремень обеспечивает меньшие радиусы перегиба и тем самым меньший диаметр направляющих роликов и приводных колес. Кроме того, зубчатый ремень находится в геометрическом замыкании с приводными колесами механического линейного привода и со снабженными тормозом направляющими роликами.

На рис. 1 показан обозначенный позицией 1 лифт, состоящий из перемещаемой в шахте 2 лифта кабины 3 лифта и противовеса 4. Кабина 3 лифта направляется с помощью первого направляющего рельса 5 и с помощью второго направляющего рельса 6. Противовес 4 направляется с помощью третьего направляющего рельса 7 и с помощью четвертого, не изображённого направляющего рельса. Направляющие рельсы опираются на приямок 8 шахты, при этом вертикальные силы отводятся в приямок 8 шахты. Направляющие рельсы 5, 6, 7 соединены с помощью, не изображённых скоб со стеной шахты. В приямке 8 шахты расположены амортизаторы 9, на которые могут опускаться амортизационные плиты 10 кабины 3 лифта, соответственно, противовеса 4.



**Рис. 1.** Лифт с интегрированными в крышу кабины лифта направляющими роликами

В качестве несущего и приводного средства предусмотрен ремень 11, например, зубчатый ремень, с прохождением ремня 2:1. Когда расположенный на втором направляющем рельсе 6, например, расположенный в верхней части 2.1 шахты, механический линейный привод 12 приводит в движение ремень 11 с помощью приводного колеса 13 на единицу длины, то кабина 3 лифта, соответственно, противовес 4 перемещаются на половину единицы длины. Первый конец ремня 11 расположен в первой неподвижной точке 14, а второй конец ремня 11 расположен во второй неподвижной точке 15. Ремень проходит через первый направляющий ролик 16, через профильный ролик 17, через второй направляющий ролик 18, через третий направляющий ролик 19, через приводное колесо 13 и через четвертый направляющий ролик 20. Первый направляющий ролик 16, второй направляющий ролик 18 и профильный ролик 17 интегрированы в дно 21 кабины 3 лифта, при этом ремень проходит в расположенном в дне канале 21.1. Как показано в примере выполнения на фиг.1а, от профильного ролика 17 можно отказаться. Профильный ролик 17 имеет соответствующее зубчатому ремню 11 зубчатое зацепление. Первый направляющий ролик 16 и второй направляющий ролик 18 проводят ремень на не имеющей зубцов стороне с помощью расположенных по торцам фланцев. Расположенный на втором направляющем рельсе 6 третий направляющий ролик 19 находится в зубчатом зацеплении с зубчатой стороной ремня 11 и имеет тормоз для нормальной работы. Приводное колесо 13 находится своими зубцами в зацеплении с зубчатой стороной ремня 11. Отклоняющие ролики 22 линейного привода 12 увеличивают угол охвата ремня 11 на приводном колесе 13. Не показан двигатель или двигатели для приводного колеса 13. Четвертый направляющий ролик 20 расположен в противовесе и имеет конструкцию, аналогичную первому направляющему ролику 16 или второму направляющему ролику 18.

На рис. 2 показана в разрезе часть А рис. 1 с расположенным в направляющей середине 23 кабины 3 лифта первым направляющим роликом 16. Механизмы с рис. 2 распространяются по существу также на второй направляющий ролик 18. Разрез дна 21 кабины выполнен по направляющей середине 23. Выполненное в виде слоистой конструкции дно 21 кабины состоит из покрывного металлического листа 24 и нижнего металлического листа 25, между которыми расположен пеноматериал 24, при этом вырезан донный канал 21.1 для ремня 11. Покрывной металлический лист 24 несет покрытие 27 пола, а в краевых зонах - цокольный профиль 28, на который можно устанавливать стенные элементы 29. В углах дна 21 кабины цокольный профиль соединен с помощью, не изображенных стержней с не изображенным концевым углом кабины. Ролики R1, R2 расположены с возможностью свободного вращения на оси 30, при этом ось 30 несет цоколь 31. Цоколь 31 соединен с нижним металлическим листом 25 и с покрывным металлическим листом 24, при этом цоколь 31 состоит из несущего элемента 31.1, изоляционного элемента 31.2 и покрывного элемента 31.3. Под направляющим роликом 16 расположено останавливающее кабину 3 лифта



5. Надежность машин и механизмов: учебник/ В.А. Черкасов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.

6. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.

7. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.

8. Степанов М.А., Мечиев А.В. Моделирование системы технического обслуживания парка лифтов // Научное обозрение. 2016. № 3. С. 27-31.

9. Степанов М.А., Мечиев А.В. Повышение надежности лифта при нормальной эксплуатации // Научное обозрение. 2014. № 7-1. С. 148-152.

## **ЗАМЕНА БОЛЬНИЧНОГО ЛИФТА С МАШИНЫМ ПОМЕЩЕНИЕМ НА ЛИФТ С БЕЗРЕДУКТОРНЫМ ПРИВОДОМ БЕЗ МАШИННОГО ПОМЕЩЕНИЯ**

*Островский В.Д., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Скель В.И., доц., к.т.н.*

Лифтом называется стационарная подъемная машина периодического действия, предназначенная для подъема и спуска людей и (или) грузов в кабине, движущейся по жестким прямолинейным направляющим, у которых угол наклона к вертикали не более 15 градусов [1, 2].

Лифт является неотъемлемой частью инженерного оборудования жилых, административных зданий и сооружений и требуется обеспечение надежности всего лифтового оборудования [3]. Большое внимание уделяется требованиям обеспечения безопасности лифта на всех этапах его жизненного цикла [3...9].

Владельцы устаревающих лифтов сталкиваются с целым рядом проблем – например, слишком частые ремонты и нестабильная работа. Или если срок эксплуатации лифта подходит к концу, то встает вопрос о выборе лифта для замены или модернизации прежнего. Благодаря техническому прогрессу приобрел популярность лифт без машинного помещения и с безредукторным приводом лифтовой лебедки. Такое решение имеет ряд преимуществ перед лифтом с машинным помещением [10].

### **Преимущества лифтов без машинного помещения**

#### **Конструкция**

Отсутствие машинного помещения обеспечивает экономию пространства здания, позволяя воплощать в жизнь самые смелые архитектурные решения. В случае модернизации существующего больничного лифта освобождается помещение, например, для подсобных нужд. Кроме того, добавляются преимущества безредукторного привода лебедки лифта.

#### **Энергосбережение**

Использование безредукторной лебедки на основе синхронного электродвигателя с постоянными магнитами улучшает энергосберегающие параметры. Суммарное потребление электроэнергии по сравнению с редукторными лебедками снижено на 30 %.

Рассмотрим экономию электроэнергии на примере.

В качестве моделей для сравнения возьмем лифты производства завода НПО «Евролифтмаш» грузоподъемностью 1000 килограмм и скоростью движения кабины 1 м/с.

Мощность привода зависит от производителя. Принимаем усредненные значения мощности двигателя  $N$ : для лифтов с редукторным приводом –  $N = 11,1$  кВт, для лифтов с безредукторным приводом –  $N = 5,3$  кВт.

Ежесуточное время работы –  $t = 3,5$  часа, срок службы лифта –  $n = 25$  лет, приблизительное количество дней работы в году –  $m = 360$ . Ориентировочная цена за  $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$  –  $c = 5,92$  р.

$$C = N \cdot t \cdot m \cdot n \cdot c. \quad (1)$$

По формуле (1) проведем расчет для двух рассматриваемых случаев:

– редукторный привод:  $C = 11,1 \cdot 3,5 \cdot 360 \cdot 25 \cdot 5,92$  р.

– безредукторный привод:  $C = 5,3 \cdot 3,5 \cdot 360 \cdot 25 \cdot 5,92$  р.

### **Комфорт и безопасность**

Комфорт в кабине лифта увеличивается за счет более низких шумовых и вибрационных характеристик (уровень шума в кабине снижен до 55дБ). Может быть обеспечена высокая точность остановки кабины лифта на этажах, что увеличивает безопасность его использования.

### **Экологичность**

Экологичность лифтов при использовании безредукторного привода достигается за счет отсутствия масла в редукторе; также уменьшаются затраты на техническое обслуживание, связанное с отсутствием масла в безредукторной схеме по сравнению с наличием масла в редукторной схеме привода лифта.

Если взять лебедку с редуктором Sicor MR 16 то согласно руководству по техническому обслуживанию замена масла производится раз в 2 года, количество масла в лебедке 9 литров, срок эксплуатации лифтов 25 лет

Таким образом в течении всего эксплуатационного срока лифта будет потрачено 112,5 литров масла, которые в дальнейшем потребуются утилизировать.

### **Несовершенства редукторной лебедки лифта**

Червячный редуктор, который преимущественно применяется в лифтах с редукторным приводом лебедки лифта, имеет ряд недостатков. Червячные редуктора для приводов лифтов требуют повышенной точности изготовления для уменьшения шума и вибрации, уровень которых регламентируется нормативными документами для больших и других типов лифта. Для их производства используют чугунное литье, сталь, цветные металлы, что значительно увеличивает материалоемкость и массу конечного продукта - лебедки. КПД [2] современной редукторной лебедки в номинальном режиме работы не достигает и 70%, а в переходных режимах и

вовсе падает до 40-50%. Столь большие потери являются следствием работы контактных поверхностей червячной пары, трения в подшипниках, сопротивления вязкости масла и т.д. Наличие масла создает дополнительные проблемы в эксплуатации.

Для повышения эффективности работы электрических лебедок и существенного снижения затрат на обслуживание и электроэнергию при эксплуатации лифтов была разработана безредукторная схема привода.

При замене в больнице лифта с машинным помещением на лифт без машинного помещения появляется ряд преимуществ.

1) Благодаря освобождению машинного помещения появляется возможность оборудовать ее под комнату для дезинфекционных материалов и оборудования, под складское помещение и т.п.

2) Вследствие снижения потребления электроэнергии появляется возможность перераспределения бюджета на другие нужды.

3) Уменьшение шума лифта увеличивает его комфортность, а также может благоприятно сказаться на самочувствии персонала и пациентов больницы; точность остановки лифта облегчит работу персонала больницы.

4) Отсутствие масла в редукторе привода лифта экономит средства больницы, как на приобретение и замену масла, так и на утилизацию отработанного масла, что способствует улучшению экологической обстановки на конкретном объекте.

5) Уменьшение материалоемкости привода лифта в общем случае уменьшает затраты на ресурсы, которые идут на производство оборудования; уменьшает вредные выбросы при производстве продукции; уменьшает затраты на утилизацию отработанной продукции после окончания ее срока службы.

Вместе с перечисленными достоинствами применения безредукторного привода лифта и его безмашинной схемы следует сказать, что стоимость безредукторного привода лифтовой лебедки примерно в два раза больше, чем редукторного. Однако сравнительные оценки параметров оборудования и его стоимость показывают, что окупаемость модернизированного лифта происходит в течение нескольких лет.

При замене лифта можно при соответствующих условиях использовать старый лифт для демонтажно-монтажных работ. Это дает ряд преимуществ: использование кабины старого лифта как средства подмазывания для выполнения такелажных работ способствует экономии средств и времени на монтажные операции [1, 2, 11].

Если старый лифт неработоспособен, доставка оборудования к месту монтажа выполняется монтажными лебедками после демонтажа старого лифтового оборудования.

При производстве всех видов монтажных работ (в особенности при замене лифта) требуется неукоснительное соблюдение всех норм безопасности. К уже перечисленной нормативной литературе следует добавить соответствующие отраслевые требования [12].



Обычно модернизация вообще и предлагаемая для больничного лифта, в частности, позволяет продлить срок службы лифта в два раза при сокращении на 50 % затрат по замене лифта на новый. Оценочные расчеты были выполнены по методикам работ [13, 14].

В заключение отмечу, что в дальнейшем при сравнительной оценке разных вариантов схем и оборудования лифтов, необходимо учитывать вопросы динамики машин и механизмов, которые применительно к строительной отрасли могут иметь большое значение [15, 16].

#### Библиографический список

1. Лифты. Учебник для вузов / Г.Г. Архангельский, Д.П. Волков, Э.А. Горбунов [и др.] / ред. Д.П. Волков. – Москва: : ООО «Издательство АСВ», 1999.-480 с.
2. Архангельский Г.Г., Балабанов Н.И, Гушин Л.В. и др. Лифты, платформы, подъемники для инвалидов, эскалаторы Ч.1. М.: Издательство АСВ, 2019. -680 с
3. Надежность машин и механизмов: учебник / В.А. Черкасов и [др.], под ред. Б.А. Кайтукова и В.И. Скеля. – Москва: НИУ МГСУ. 2015, 272 с.
4. ГОСТ Р 52941-2008 «Лифты пассажирские. Проектирование систем вертикального транспорта в жилых зданиях».
5. ГОСТ Р 53770-2010 «Лифты пассажирские. Основные параметры и размеры».
6. ГОСТ Р 53780-2010 «Лифты пассажирские. Общие требования безопасности к устройству и установке».
7. Об организации безопасного использования и содержания лифтов, подъемных платформ для инвалидов, пассажирских конвейеров (движущихся пешеходных дорожек), эскалаторов за исключением эскалаторов в метрополитенах. Постановление Правительства РФ №743 от 24 июня 2017 г.
8. Технический регламент Таможенного союза «Безопасность лифтов» ТР ТС 011/2011: утвержден 19 октября 2011 г. №824.
9. Бродский М.Г. Безопасная эксплуатация лифтов / М.Г. Бродский, И.М. Вишневецкий, Ю.В. Грейнман. – М.: Недра, 2005. – 124 с.
10. Волков Д.П. Атлас конструкций лифтов / Д.П.Волков, А.А.Ионов, П.И.Чутичков: учеб. пособие. - Москва: ООО «Издательство АСВ», 2003.-156 с.
11. Васильев М.И. Монтаж лифтов / И.М. Васильев, М.Г. Бродский. – М.: Стройиздат, 2005. – 223 с.
12. ЛИФТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ. МОНТАЖ И ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ. Правила организации и производства работ, контроль выполнения и требования к результатам работ. СТО НОСТРОЙ 2.23.59-2012. М. 2013, 23 с.
13. Архангельский Г.Г. Расчет лифтов на микро ЭВМ / Г.Г. Архангельский, А.А. Ионов. – М.: МИСИ, 2009. – 105 с.

14. Е.М. Кудрявцев, Н.Е. Симакова. Техничко-экономическое обоснование создания новой техники. Учебное пособие. – М.: МГСУ, 2011. – 72 с.
15. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.
16. Skel V. Properties of the rubber vibration isolator of the elevator. MATEC Web of Conferences 251. с. 03022 (2018) IPICSE-2018 <http://doi.org/10.1051/mateccnf/201825103022>

## УНИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ ЭКСКАВАТОРА ET-18

*Петров И.Д., студент 5-го курса 42 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Скель В.И., доц., к.т.н.*

Одноковшовые экскаваторы предназначены для выполнения землеройных работ. Они широко используются для разработки котлованов, траншей, карьеров в грунтах I – IV категорий, погрузки и разгрузки сыпучих материалов, разрыхленных скальных пород и мерзлых грунтов, а также для других работ в условиях промышленного, городского, сельского, транспортного и мелиоративного строительства [1].

Полноповоротные гидравлические экскаваторы – универсальные землеройные машины, базовая часть которых включает в себя ходовую тележку с нижней рамой, опорно-поворотное устройство и поворотную платформу с расположенными на ней насосно-силовой установкой, узлами гидравлической системы привода, рабочим оборудованием и кабиной машиниста.

В приводе поворотной платформы используют механизмы, состоящие из гидромотора, редуктора и открытой зубчатой пары – шестерни выходного вала редуктора и зубчатого венца опорно-поворотного устройства [2].

Экскаваторы оборудованы гидравлическим приводом, коробками передач, стрелами, ковшами, мостами, гидроцилиндрами и механизмами поворота. Конструкции их являются агрегатированными, что позволяет компоновать их из унифицированных модульных механизмов.

Применение унифицированных узлов и деталей является основой метода агрегатной сборки различных машин, осуществления широкой кооперации и специализации. Такой подход позволяет повысить серийность продукции, снизить издержки при проектировании и производстве, повысить долговечность машин и сократить сроки освоения новой техники [3, 4].

В технике под унификацией понимают приведение видов продукции и средств ее производства к рациональному числу типоразмеров, марок исполнений [5, 6, 7].

В зависимости от поставленных задач унификация изделий может проводиться по назначению (применению), средствам обеспечения и обслуживания, агрегатам и узлам определенного функционального назначения, условиям производства, а также по другим признакам [8].

В экскаваторе ТвЭкс ET-18 в механизмах поворота платформы и передвижения используются планетарные редукторы разной конструкции и с разными модулями.

В зарубежных экскаваторах широко используется унификация механизмов по модульному принципу.

Предлагаемый метод унификации механизмов экскаваторов с подбором аксиально-поршневых гидромоторов на базе планетарных блокомодулей, существенно повышает технический уровень машин. Он является наиболее эффективным средством повышения качества и надежности сборочных единиц и деталей экскаваторов и кранов.

В своей работе я предлагаю модернизировать экскаватор ЕТ-18 с буровым рабочим оборудованием (состоящим из гидровращателя и бура) путем унификации приводов основных его механизмов.

Для этого принимаем исходные данные, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Параметры механизмов, принятые для унификации

Механизм	Необходимый момент $T$ , кНм	Гидромотор	Рабочий объем $V_{г2}$ , см <sup>3</sup>	Частота вращения $n_{ном}$ , об/мин	Давление $P_{ном}$ , МПа
передвижения	22,55	bosch-rexroth	56	2500	40
поворота	16,49	310.3.112.00	112	1200	20
гидровращателя	16,5	310.3.112.00	112	1200	20

На основе анализа расчета всех редукторов примем модуль зацепления  $m = 6$  мм.

Для примера рассчитаем редуктор механизма поворота.

Общее передаточное отношения привода  $i_{общ} = i_1 \cdot i_2 = 44,44$ , где  $i_1, i_2$  – передаточные отношения первой и второй ступеней планетарного редуктора (рис. 1). Исходя из условий унификации обе ступени выбраны полностью одинаковыми с передаточным отношением  $i_1 = i_2 = 6,67$  и общим передаточным отношением двухступенчатого редуктора  $i_{общ} = 44,49$ . Это значение передаточного отношения отличается от требуемого всего на 0,11%, что допустимо.

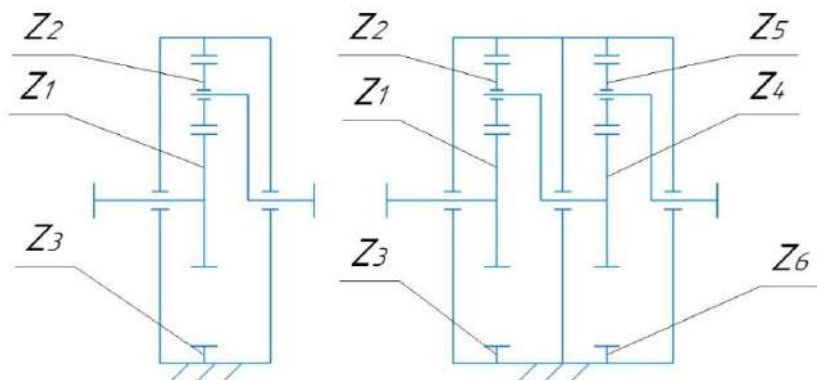


Рис. 1. Кинематическая схема планетарного редуктора:  
а – одноступенчатый редуктор, б – двухступенчатый редуктор

Кинематический расчет для одной ступени, исходя из обеспечения требуемого передаточного отношения, условий соосности, сборки и соседства дает (обозначения по рис. 1) следующие значения чисел зубьев колес и количества сателлитов  $n_w$ :  $z_1=z_4=18$ ;  $z_2=z_5=42$ ;  $z_3=z_6=102$ ;  $n_w=3$ .

Рассчитаем вторую ступень, как более нагруженную при двухступенчатой схеме планетарного редуктора, на прочность [9].

Момент на солнечном колесе:

$$T_2 = \frac{T_{\text{вых}}}{i_2} = \frac{16,49}{6,67} = 2,47 \text{ кНм};$$

Частота вращения солнечного колеса:

$$n_2 = \frac{n_{\text{вых}}}{i_2} = \frac{1200}{6,67} = 179,91 \text{ мин}^{-1};$$

Выбираем для зубчатых колес легированную конструкционную сталь 20ХН2М с термообработкой улучшением, средней твердостью НВ 280 и базовым числом циклов перемены напряжений  $N_{НО} = 2,3 \cdot 10^7$ .

Определяем рабочее число циклов напряжения для солнечного колеса за срок службы [9]:

$$N_H = 60 \cdot n_c \cdot n_4^{(H)} \cdot t,$$

где  $n_c$  – количество зубчатых колес, находящихся в зацеплении с рассчитываемым (при обеспечении схемы с плавающим центральным колесом  $n_c = n_w = 3$ );  $n_4^{(H)}$  – частота вращения солнечного колеса при неподвижном водиле;  $t$  – срок службы механизма в ч.

Срок службы принимаем  $t = 10$  лет по 250 рабочих дней в году, при работе в одну смену по 8 часов получаем:

$$t = 10 \cdot 250 \cdot 8 = 20000 \text{ ч};$$

$$n_4^{(H)} = n_2 - n_{\text{вых}};$$

$$n_{\text{вых}} = n_{\text{ном}} / i_p = 1200 / 44,44 = 27 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_4 = 179,91 - 27 = 152,91 \text{ об/мин};$$

$$N_H = 60 \cdot 3 \cdot 152,91 \cdot 20000 = 55 \cdot 10^7.$$

Так как  $N_H \geq N_{НО}$ , то принимаем коэффициент долговечности зубчатых механизмов  $K_{HL} = 1$ .

Определяем межосевое расстояние между солнечным колесом и спутником:

$$a_{w2} = k_a (U_{12} + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot k_{нор}}{n_w \cdot \sigma_n^2 \cdot U_{12}^2 \cdot \Psi_{ba}}},$$

$$a_w = a_{w1} = a_{w2},$$

где  $k_a$  – коэффициент; для колес цилиндрических прямозубых  $k_a=49,5$ ;

$$U_{12} = z_2/z_1 = 42/18 = 2,33;$$

$k_{нор}$  – коэффициент неравномерности распределения нагрузки между спутниками,  $k_{нор} = 1,05$ ;  $[\sigma_n]$  – допускаемое контактное напряжение,  $[\sigma_n] = 550$  МПа;  $\Psi_{ba}$  – коэффициент ширины спутника,  $\Psi_{ba}=0,4$ ;

$$a_w = 49,5 \cdot (2,33 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{2940 \cdot 10^3 \cdot 1,05}{3 \cdot 650^2 \cdot 2,33^2 \cdot 0,4}} = 171 \text{ мм};$$

$$a_{w1} = a_{w2} = 171 \text{ мм};$$

Определяем модуль зацепления:

$$m = \frac{2 \cdot a_{w2}}{z_1 + z_2} = \frac{2 \cdot 170}{18 + 42} = 5,7 \approx 6 \text{ мм}$$

Принимаем  $m = 6$  мм.

Уточняем межцентровое расстояние:

$$a_{w2} = \frac{m \cdot (z_1 + z_2)}{2} = \frac{6 \cdot (18 + 42)}{2} = 180 \text{ мм};$$

Определяем диаметры колес.

Центральное колесо:  $d_1 = d_4 = mz_1 = 108$  мм;

Спутник:  $d_2 = d_5 = mz_2 = 252$  мм;

Эпициклическое колесо:  $d_3 = d_6 = mz_3 = 612$  мм.

Аналогично рассчитываем редукторы механизма передвижения и механизма гидровращателя.

Рассчитав редукторы для всех механизмов, передающих вращательное движение, приходим к выводу, что для всех рассматриваемых механизмов допустим модуль зубчатых колес планетарных редукторов  $m = 6$  мм. При

этом межцентровые расстояния для всех планетарных редукторов рассматриваемых механизмов  $a_w = 180$  мм. Это говорит о том, что существует возможность провести унификацию всех приводов этих механизмов вращательного движения по модульному принципу.

Такая унификация влечет за собой снижение их стоимости изготовления, что сказывается на конечной стоимости продукта в сторону удешевления и улучшения качества изделий. Подобная работа была выполнена на кафедре МС для бетоносмесителей [10], но для них были приняты несколько другие скоростные и силовые параметры и, соответственно, модули.

Можно отметить, что следующим шагом может быть унификация открытых зубчатых передач с учетом исследований динамики открытых зубчатых передач [11].

### Библиографический список

1. Кудрявцев Е.М. Строительные машины и оборудование. Учебник изд. АСВ. Москва, 2012. 328 стр.
2. Механизмы поворота гидравлических экскаваторов: сайт – URL: [https://sinref.ru/000\\_uchebniki/00800ekscovatori/160universalnie\\_stroitelnie\\_ekskavatori\\_berkman\\_1977/087.htm](https://sinref.ru/000_uchebniki/00800ekscovatori/160universalnie_stroitelnie_ekskavatori_berkman_1977/087.htm) (дата обращения 20.02.2021) - Текст: электронный.
3. Гидравлические экскаваторы и краны с модульными механизмами привода: сайт – URL: <https://riorpub.com/ru/nauka/article/33513/view> (дата обращения 20.02.2021) - Текст: электронный.
4. Черкасов В.А., Кайтуков Б.А., Скель В.И. Надежность машин и механизмов. Учебник изд. НИУ МГСУ. Москва, 2015. – 272 с.
5. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т 78. №7. С. 5–8.
6. Кудрявцев Е.М., Степанов М.А. Строительные краны. Часть 1. Башенные краны. Основы теории конструкции и расчета. Учебник изд. АСВ. Москва, 2016. 330 с.
7. Янсон Р.А. Экскаваторы одноковшовые полноповоротные. Учебное пособие. Изд-во АСВ. Москва, 2013. 108 с.
8. ГОСТ 23945.0-80 Унификация изделий. Основные положения (с Изменением N 1).
9. Иванов М.Н., Финогенов В.А. Детали машин. Учебник для машиностроительных специальностей вузов. Изд. Высшая школа, 2007. – 408 с.
10. Кайтуков Б.А., Скель В.И., Горяйнова П.О. Разработка унифицированных механизмов привода бетоносмесителей принудительного действия. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2019, №4, с. 151-157.
11. Скель В. И. Открытая зубчатая передача как источник колебаний механизма поворота строительной машины // Строительные и дорожные машины. - 2020. - N 7. - С. 50-53.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА ГРУЗА БАШЕННОГО КРАНА

*Поливников М.Е., студент 5-го курса 42 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Кудрявцев Е.М., проф., д.т.н.*

При возведении зданий появляется необходимость доставлять строительные материалы, вспомогательные монтажные машины, строительные инструменты и строительные конструкции на заданную высоту. Для решения этих задач применяются башенные краны, они позволяют поднимать на необходимую высоту предметы, которые невозможно поднять никак иначе. Башенные краны используют при выполнении строительно-монтажных работ, в том числе для горизонтального и вертикального перемещения грузов.

Высокое расположение стрелы и большое расстояние вылета крюка, охватывающего большую площадь подстрелового пространства, позволяют с уверенностью сказать, что башенные краны незаменимы для возведения зданий.

Модификация кранового оборудования – один из способов повышения их грузоподъемности и производительности, а также снижения энергопотребления. Машиностроение как строительное, так и промышленное развивается быстрыми темпами, и более совершенные грузоподъемные единицы техники появляются практически каждый год. Обновлять имеющийся парк с такой скоростью – не выгодно, и тогда именно модификация кранового оборудования становится самым оптимальным способом для решения вопросов, связанных с его обновлением.

Я выявил три вида модификаций грузоподъемных машин:

– первый включает в себя модификации для приведения имеющихся машин к современным требованиям. Вследствие того, что предъявляемые требования к мощностям приводов и состоянию грузоподъемных машин изменяются, следовательно, нужно проводить модификации, приводящие имеющуюся технику к надлежащим, более современным требованиям;

– второй включает в себя модификации, нацеленные на увеличение КПД, повышение безопасности и надежности грузоподъемной техники. Для этого машины оборудуют специальными приборами и увеличивают их безопасность и надежность;

– третий тип модификаций нацелен на уменьшение всевозможных затрат по эксплуатации кранов. Этот вид модификаций включает применение в приводах механизмов энергосберегающих компонентов, которые дают выигрыш в энергозатратах, не снижая при этом его рабочие характеристики и параметры.

В основном на территории нашей страны основная часть грузоподъемных механизмов работают на релейно-контакторной схеме управления, в которой в качестве исполнительного механизма используется асинхронный электродвигатель с фазным ротором. Непосредственное управление меха-

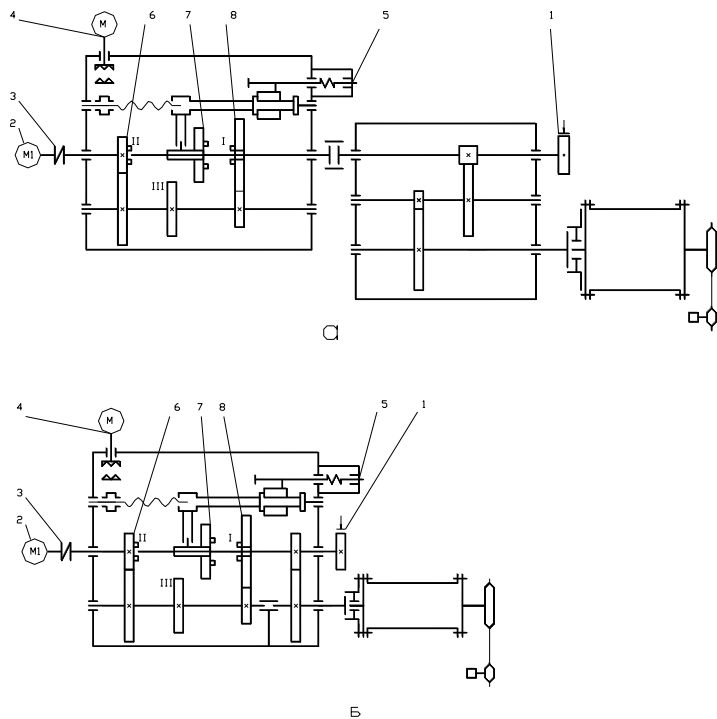


низмами производится при помощи громоздких командоконтроллеров. Изменение скорости в данной схеме происходит ступенчато, путем ввода в роторную цепь электродвигателя резисторов.

Эта схема управления устарела по сравнению с современными микропроцессорными системами с частотным регулированием одним из недостатков которых является повышенное энергопотребление.

У данной схемы есть ряд существенных недостатков, таких как - «большой динамический момент» при запуске двигателя, из-за чего появляются ударные нагрузки на узлы машины, что приводит к уменьшению срока работы механизмов, появлению люфтов и биения, понижению точности позиционирования, повышению утомляемости операторов и как следствие – неизбежное ухудшение как качества работ, так и уменьшение производительности.

Для повышения производительности и энергоэффективности крана при работе с грузами величины порядка половины от номинального груза рассмотрим схему трёхскоростной грузовой лебёдки (рис. 1).



**Рис. 1.** Кинематическая схема трёхскоростной лебёдки:

а – с двумя редукторами; б – с одним редуктором; 1 – тормоз; 2 – основной электродвигатель; 3 – муфта; 4 – электродвигатель привода переключения скоростей; 5 – выключатель; 6 и 8 – зубчатые колёса; 7 – муфта переключения передач

На промежуточном валу установлены зубчатые колёса, входящие в зацепление с муфтой переключения передач 7 посредством установленной на ней шестерни либо через свободно вращающиеся на ведущем валу колёса 6 и 8.

Муфта переключения передач вращается вместе с ведущим валом коробки и способна перемещаться по его шлицам в двух направлениях. Привод муфты переключения передач осуществляется электродвигателем 4 электромеханического устройства переключения передач редуктора, состоящего из механизма перемещения, механизма коррекции углового положения и механизма остановки и фиксации шестерён в рабочем положении при включении передач.

Переключение передач происходит только при заторможенном барабане лебёдки, поскольку в этот момент происходит разрыв кинематической цепи между барабаном и электродвигателем. При включении передачи электромагнит поднимает фиксатор, освобождая муфту переключения передач. Флажок якоря электромагнита выходит из рабочей зоны конечного выключателя, при этом замыкается цепь пускателя электродвигателя электромеханического устройства переключения передач, от которого через червячную и винтовую пары начинает поступательно перемещаться гайка с рычагами.

При совпадении зуба и впадины происходит переключение передачи. При подходе муфты переключения передач к положению полного зацепления поводок, сжимая пружину, перемещает флажок, который входит в рабочую зону конечного выключателя, отключая электромагнит и запирая муфту переключения передач от возможного смещения назад. При этом отключается электродвигатель.

Данная схема, благодаря наличию коробки передач, позволяет получить три различные скорости подъёма груза:

- при работе с максимально возможным грузом,
- при работе с грузом до половины от максимально возможного;
- при работе с малыми грузами или для подъёма-опускания пустого крюка.

Преимуществом грузовой лебёдки с переключением передач является уменьшенная энергоёмкость. Механическое изменение скоростей позволит использовать один менее мощный двигатель, а также приведёт к упрощению электрической схемы. Электродвигатель малой мощности работает кратковременно, непосредственно при переключении передач. Основной двигатель при этом отключен.

Конструкция лебёдки, представленная на рис. 1а, позволяет использовать один стандартный редуктор и тем самым несколько упростить задачу проектирования. Преимуществом второй схемы (рис. 1, б) является меньшая материалоемкость, более низкая масса лебёдки в сравнении с первым вариантом. Кроме того, лебёдка с одним редуктором имеет меньшие габариты, что должно облегчить задачу её размещения на поворотной платформе.

Исследования в пределах настоящей работы показали, что большинство грузоподъемных механизмов, работающих на территории Российской Федерации, установлены устаревшие схемы управления по сравнению с современными, более новыми микропроцессорными системами с частотным регулированием, поэтому вопросы модернизации всевозможных механизмов башенных кранов на сегодняшний день являются наиболее актуальными.

#### Библиографический список

1. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике: Справочное пособие. В 7 томах. Т IV: Зубчатые механизмы. – 2-е изд., переработанное. – М.: Наука. Главная редакция физикоматематической литературы, 2010. – 592 с.
2. Поляков В.И., Полосин М.Д. Машины грузоподъемные для строительных работ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2013. – 244 с.: ил. – (Справочное пособие по строительным машинам).
3. Башенные строительные краны: Справочник / Л.А. Невзоров, Г.Н. Пазельский, Е.М. Певзнер. – М.: Машиностроение, 2012. – 320с.: ил.
4. Электрооборудование кранов / А.П. Богословский, Е.М. Певзнер, Н.Ф. Семерня и др. – М.: Машиностроение, 2013. – 310с.: ил.
5. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов ПБ 10-382-00. – М.: ПИО ОБТ, 2010. – с. 268.
6. Турпаев А.Н. Винтовые механизмы и передачи. – М., Машиностроение, 2002. – 223с.
7. Вайсон А.А. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности. Атлас конструкций. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2016. – 146 с.
8. Специальные краны. Методические указания по курсовому проекту. – М.: Издательство Всесоюзного заочного политехнического института., 2017.–52 с.
9. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 2014. – 336 с. ил.

## ОБЗОР СИСТЕМЫ ПРЕДИКТИВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛИФТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ “KONE 24/7 CONNECT”

*Попов Л.Н., аспирант 1-го курса 17 группы АСП  
Научный руководитель – Шаранов Р.Р., проф., д.т.н.*

Комфортная эксплуатация зданий в городах и мегаполисах неразрывно связана с надёжностью лифтового оборудования, что особенно актуально для высотных зданий. На сегодняшний день существуют системы мониторинга состояния лифтового оборудования, при помощи которых можно получить сигнал об отказе оборудования с указанием конкретного узла или компонента, в котором диагностирована неисправность.

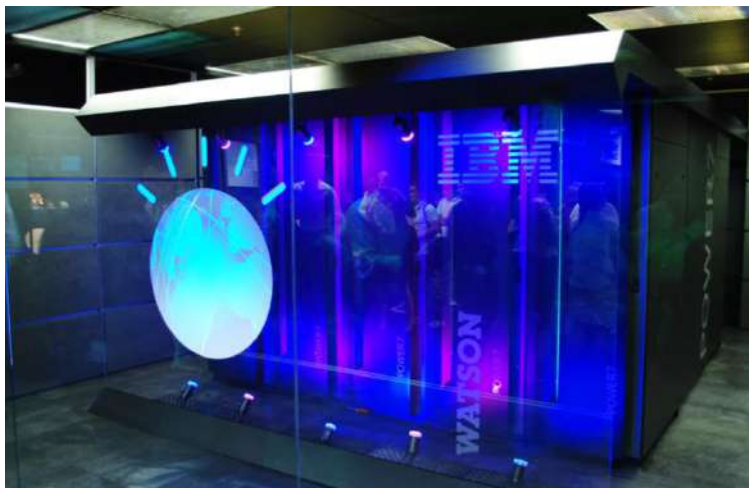
Не так давно компания KONE представила своим клиентам систему предиктивного технического обслуживания «KONE 24/7 Connect». Данная система непрерывно собирает и анализирует основные показатели работы оборудования. В случае выявления и распознавания отклонений каких-либо показателей или их совокупности от эталонных значений, система позволяет эффективно прогнозировать неисправности и избегать возможные отказы в работе лифтового оборудования [1]. Также встречаются отклонения, которые система отправляет на рассмотрение специалисту сервисного отдела. Специалист, в свою очередь, принимает решение о степени приоритета создаваемой заявки для обслуживающего персонала.

Заявки на обслуживание разделяются на срочные и на те, по которым необходимо произвести ремонт или замену при ближайшем плановом техническом обслуживании [2]. Т.е. “KONE 24/7 Connect” не только позволяет избегать и сводить к минимуму число отказов, но и с высокой точностью планировать расходы на техническое обслуживание лифтов и эскалаторов.

Для создания системы “KONE 24/7 Connect” предварительно требовалось собрать и проанализировать большой объём данных, собираемых с контроллеров лифтов, для получения эталонных значений. Данная информация собиралась при помощи диспетчерского комплекса “KONE KRM”, который, в свою очередь, устанавливался по умолчанию на большинство лифтов, поставляемых корпорацией KONE [3]. Только длительная и тщательная подготовительная работа по сбору данных с контроллера лифта и их анализу при помощи искусственного интеллекта дала возможность заблаговременно с высокой степенью точности выявлять будущие возможные неисправности.

Рассмотрим подробнее устройство “KONE 24/7 Connect. На основных узлах лифта устанавливаются датчики. В шахте лифта необходимо обеспечить устойчивый интернет-сигнал, т.к. сигналы с датчиков должны постоянно передаваться на облачный сервис. Для сбора и передачи сигналов с датчиков используют сетевой шлюз KONE Connection 210, изображённый на рис. 2. Далее информация с Connection 210 передаётся в облачный сервис “KONE Cloud”. Данные, находящиеся в облачном сервисе, анализируют

ются суперкомпьютером “IBM Watson”, оснащённый системой искусственного интеллекта [4].



**Рис. 1.** Суперкомпьютер “IBM Watson”, оснащённый системой искусственного интеллекта



**Рис. 2.** Сетевой шлюз KONE Connection 210

Для наглядности рассмотрим работу “KONE 24/7 Connect” на конкретных примерах. При использовании данной системы в обязательном порядке устанавливаются датчик на приводе дверей кабины (далее ДК). Он представляет собой акселерометр, который передает сигнал о скорости закрытия и открывания ДК, возникающих при вибрациях и сдвигах в различ-

ных осях [5]. Данные, собранные датчиком, передаются на облачный сервер через 4G-соединение. Аналитическая часть системы содержит установленные величины указанных параметров для различных условий. “24/7 Connect” сравнивает полученные параметры с находящимися в системе, и в случае отклонений она генерирует один из заложенных в алгоритм сценариев [6]. Если на основании этого анализа система приходит к выводу о том, что причиной таких отклонений является какая-то возможная неисправность или согласно ранее полученным данным может в будущем привести к выходу из строя какого-то компонента привода двери, то создается заявка на проверку этого компонента при следующем визите электромеханика на лифт. Если же возможная неисправность будет расценена как критическая для безопасности, то будет отправлена заявка на немедленный визит электромеханика [7].

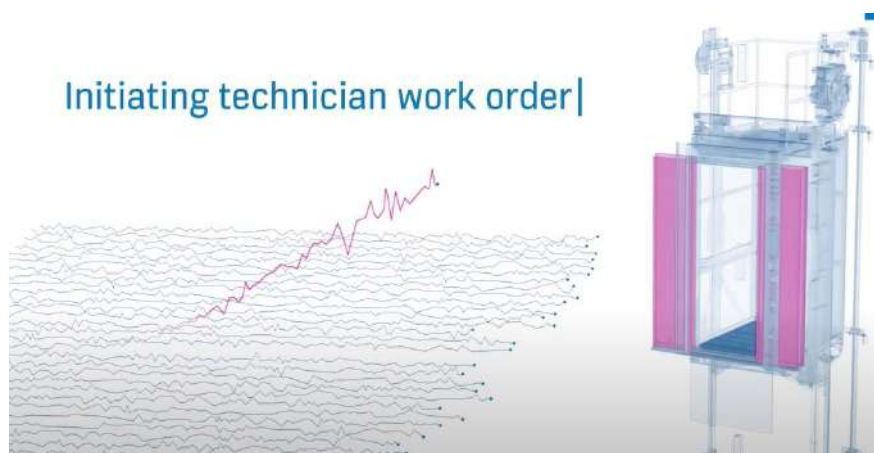


Рис. 3. иллюстрация отклонения от заданных алгоритмов для ДК

В качестве ещё одного примера рассмотрим нарушение теплового контура лифтовой шахты. Согласно ГОСТ Р 33984.1-2016 допустимая температура в шахте лифта и машинном помещении (далее МП) от +5С до +40С. При нарушении температурных условий эксплуатации лифтового оборудования неизбежно произойдёт отказ, но “KONE 24/7 Connect” обязательно предупредит о стремительном изменении температуры и приближении к критической отметке.

**“KONE 24/7 Connect” обладает рядом преимуществ:**

- повышение точности планирования расходов на обслуживание;
- высокая точность диагностики оборудования;
- повышение надёжности;
- повышение уровня безопасности.

**При всех данных преимуществах система обладает и рядом недостатков:**

- возможность применения только при наличии активного технического обслуживания лифтов подразделениями KONE;
- наличие постоянного ежемесячного тарифа для поддержания работоспособности системы с целью оплаты доступа к облачным серверам и аналитическим системам;
- необходимость наличия (присутствие) постоянного хорошего 4G-сигнала в месте установки лифта, включая шахту;
- Для обеспечения высокой точности диагностики необходим продолжительный сбор данных по средствам вспомогательных систем для конкретных производителей и моделей оборудования.

### Заключение

Безусловно, использование системы “KONE 24/7 Connect” позволит повысить уровень надёжности и безопасности лифтового оборудования, но для достижения максимальной эффективности работы необходим длительный детальный аналитический процесс с применением вспомогательных систем.

### Библиографический список

1. Sevryugina N.S., Sharapov R.R. The method of maintaining resource of construction machines, tools and systems. World of Transport and Technological Machines . 2017. № 3 (58). С. 52-59.
2. KONE. [Сайт]: KONE Care™ 24/7 Connect URL: [https://www.kone.ru/Images/8746\\_KONE24\\_7\\_ConnectedServices\\_brochure\\_ru\\_tcm132-93940.pdf](https://www.kone.ru/Images/8746_KONE24_7_ConnectedServices_brochure_ru_tcm132-93940.pdf).
3. KONE. [Сайт]: KONE E-LINK™ URL: [https://www.kone.ru/Images/brochure-kone-e-link\\_tcm132-18662.pdf](https://www.kone.ru/Images/brochure-kone-e-link_tcm132-18662.pdf).
4. Роб Хай Эпоха когнитивных систем: принцип построения и работы IBM Watson. RedBooks, 2013.
5. Лифты. Учебник для вузов /под общей ред. Д.П. Волкова – М.: изд-во АСВ, 1999 – 480 стр. с илл.
6. Колесник Д.А., Илаев К.А., Шарапов Р.Р. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ ЛИФТЫ, ПРИВОДЫ И БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ В сборнике: НОВЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ УПРОЧНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ: ВЗГЛЯД МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ. сборник научных статей материалы международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2016. С. 58-61.
7. Устройство, техническое обслуживание и ремонт лифтов. Учебник для нач. проф. образования / С.Б. Манухин, И.К. Нелидов –М.: Издательский центр «Академия», 2004 – 336 с.

## РАССМОТРЕНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГУСЕНИЧНОЙ СЦЕПНОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КРАНА И СТРОИТЕЛЬНЫЙ КРАН

*Прохоров В.С., студент 5 курса 42 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Степанов М.А., доц., к.т.н.*

Пневмоколесные и гусеничные краны широко применяются в строительстве и различных отраслях промышленности. В силу различных технических характеристик, а также задач, которые необходима выполнить, применяет тот или иной вид техники.

Для того, чтобы подобрать технику, максимально удовлетворяющую потребностям производства, необходимо учитывать множество факторов. В первую очередь необходимо учитывать максимальный вес груза, который потребуется поднять на высоту. После чего следует проанализировать все остальные особенности: сложность и масштабность проекта, необходимость перемещения между площадками. Если знать, чем отличаются пневмоколесные краны от гусеничных, можно легко подобрать лучший вариант для качественной реализации монтажных работ.

Отличие гусеничного и пневмоколесного крана заключается в конструкции ходовой части. В первом случае для перемещения по строительной площадке и в качестве опоры используются гусеничные шасси. Они имеют ряд преимуществ перед пневмоколесным механизмом, возможности которого ограничены из-за низкого давления воздуха в шинах.



*а*



*б*

**Рис. 1.** Пневмоколесные краны:

а) Кран Галичского автокранового завода, б) Кран компании LIEBHERR

При рассмотрении отличительных особенностей грузоподъемной техники, прежде всего, стоит отметить очень высокую мобильность колесных моделей. Это максимально маневренная техника, которая может самостоятельно, то есть без применения других машин и устройств, приехать на место проведения работ без риска повреждения асфальтового или бетонного дорожного полотна.



Как правило, это техника малой и средней грузоподъемности. Это компактные по размеру устройства, которые часто используются для городского строительства и проведения ремонтных работ.

Благодаря колесам высокой проходимости, эти машины могут эксплуатироваться даже там, где не созданы благоприятные условия для перемещения техники. Но при проведении грузоподъемных работ существуют требования к устойчивости грунтов для обеспечения безопасной работы крана.



*а*



*б*

**Рис. 2.** Гусеничные краны:

- а) Гусеничный кран компании LIEBHERR с телескопической стрелой,
- б) Гусеничный кран компании LIEBHERR с решетчатой стрелой

Гусеничные краны – это модели, у которых ходовым устройством являются гусеницы. Они сочетают в себе достаточно хорошую мобильность и высокую грузоподъемность. В ряде случаев они могут заменить башенный кран, однако, как правило, их требуется доставлять на место стройки с помощью других машин, потому что перемещаться по городу на гусеничном ходу не допускается, так как возможно повреждение дорожного покрытия.

Так же передвижение гусеничной техники на большие расстояния не целесообразно в связи с низкими скоростями движения и большими затратами топлива. Но в условиях бездорожья, которое часто наблюдается в области стройки, такие модели просто незаменимы. Они не вязнут в грязи и способны перемещаться по самым неблагоустроенным поверхностям.

Основные характерные отличия:

1. Гусеничные краны, по сравнению с пневмоколесными имеют большую грузоподъемность.
2. Для максимальной устойчивости перед началом погрузочно-разгрузочных мероприятий пневмоколесные модели оборудуют выносными опорами, что отрицательно сказывается на их маневренности.
3. Гусеничные краны имеют возможность перемещать тяжелые конструкции без выносных опор, а также отличаются высокой устойчивостью. Они способны перемещаться по строительной площадке с грузом на крюке.

4. В целом для гусеничных моделей характерны более высокие технологические показатели: грузоподъемность, мощность двигателя, длина вылета стрелы.

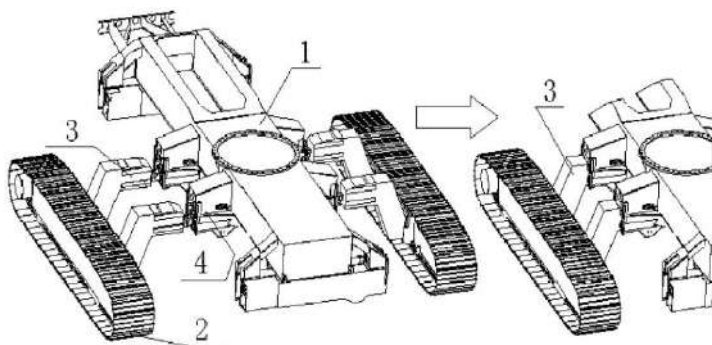
5. Пневмоколесные самоходные краны легче транспортировать с одного объекта на другой. Они могут самостоятельно перемещаться по асфальтированному покрытию на небольшое расстояние. Данную разновидность спецтехники легче, быстрее собрать и демонтировать. Аренда автомобильного крана обходится дешевле, чем гусеничного.

Как можно заметить из выше перечисленных характеристик, у того и другого вида техники имеются свои достоинства и недостатки. Исходя из этого, появилась идея создания гусеничной сцепной конструкции для колесного крана. Данную идею предложили и запатентовали инженеры из китайской компании СЮЙЧЖОУ ХЭВИ МАШИНЕРИ КО., ЛТД в 2018 году.

Основная идея патента заключается в том, чтобы объединить в одной машине полезные характеристики гусеничного и пневмоколесного крана.

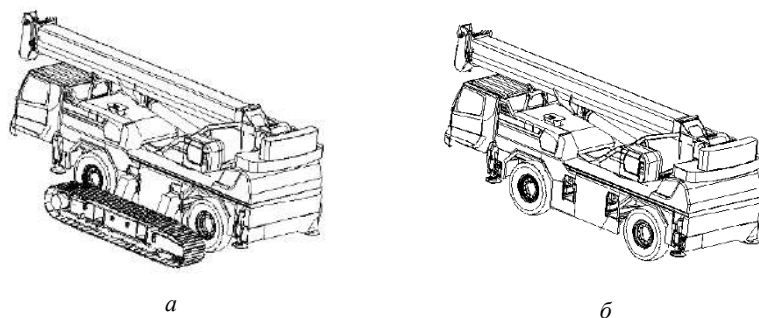
Осуществляется данная идея путем внедрения гусеничной сцепной конструкции для колесного крана. Гусеничная сцепная конструкция может улучшить эффективность работы всего крана и трансформации между колесным краном и гусеничным краном.

Для того, чтобы достигнуть упомянутой выше цели, настоящее изобретение предоставляет гусеничную сцепную конструкцию для колесного крана (рис. 3), содержащего раму транспортного средства и соединительную поперечную балку, при этом первый конец соединительной поперечной балки соединен с гусеницей, второй конец соединительной поперечной балки соединен с рамой транспортного средства, и второй конец соединительной поперечной балки расположен выше чем первый конец соединительной поперечной балки.

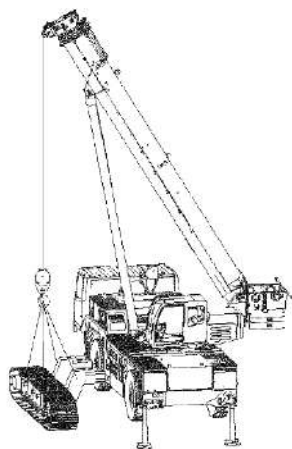


**Рис. 3.** Конструктивное схематичное изображение коробчатой конструкции рамы транспортного средства и соединительной поперечной балки из сцепки:  
1 – рама транспортного средства; 2 – гусеница; 3 – соединительная поперечная балка; 4 – коробчатая конструкция рамы ТС

Данная идея в конечном варианте осуществления представляет собой колесный кран (рис. 4), содержащий гусеницу и гусеничную сцепную конструкцию для колесного крана, сборка на строительной площадке осуществляется за счет собственных систем крана, с помощью выносных опор и подъемного устройства. Таким образом, обеспечивается автоматическая разборка и сборка гусеницы (рис. 5). Следовательно, трансформация между колесным краном и гусеничным краном проходит быстро и эффективно, улучшается коэффициент использования изделия, и снижается стоимость.



**Рис. 4.** Схематичное изображение колесного крана:  
а) с прицепленной гусеницей; б) без гусеничной сцепки



**Рис. 5.** Схема монтажа гусеницы

Данное изобретение имеет цель расширить функциональные возможности пневмоколесных кранов, увеличить область их применения, а также увеличить проходимость, за счет применения гусеничной сцепной кон-

струкции, что позволит использовать пневмоколесный кран на грунтах различной плотности.

Таким образом, применение данного изобретения позволит совместить в одной машине достоинства автомобильного крана, такие как маневренность, мобильность, относительно высокие скорости передвижения без груза, производительность, меньшие затраты по разворачиванию и транспортировке на строительную площадку. А при монтаже гусеничной сцепки ко всем выше перечисленным достоинствам добавляются преимущества гусеничной техники: увеличенная проходимость, возможность перемещения с грузом, отпадает необходимость использования выносных опор при допустимых значениях грузоподъемности, так как все нагрузки передаются на гусеницы, которые имеют большую несущую способность и опорную площадку, чем колесная ходовая часть базовой машины. Все выше перечисленные достоинства в итоге приводят к повышению производительности машины, уменьшению количества техники на строительной площадке, экономии средств благодаря уменьшению необходимости аренды или приобретения более дорогостоящих гусеничных кранов.

#### Библиографический список

1. Нанасов П.С. Эффективное использование кранов на строительной площадке: учебное пособие - М.: МАРХИ, 1987. - 111 с.
3. Дроздов А.Н. Строительные машины и оборудование: Учебник. – М.: Изд. центр «Академия», 2012. – 448 с.
4. Кудрявцев Е.М. Строительные машины и оборудование: Учебник. – М.: Изд-во АСВ, 2012. – 328 с.
5. <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=105f75c37cee43a2b62fa011cde1054b>.
6. Епифанов С.П. Исследование давлений на опоры автомобильного крана во время его работы: дис. - М., 1950. - 165 с.
7. Дроздов А.Н., Степанов М.А. Подъемно-транспортные машины для современного строительства: учеб. пособие для вузов; Моск. гос. строит. ун-т. - М.: МГСУ, 2008. - 203 с.
8. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Агарков А.М. Сравнительные характеристики проходимости на слабых грунтах гусеничных и шагающих кранов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 198-200.

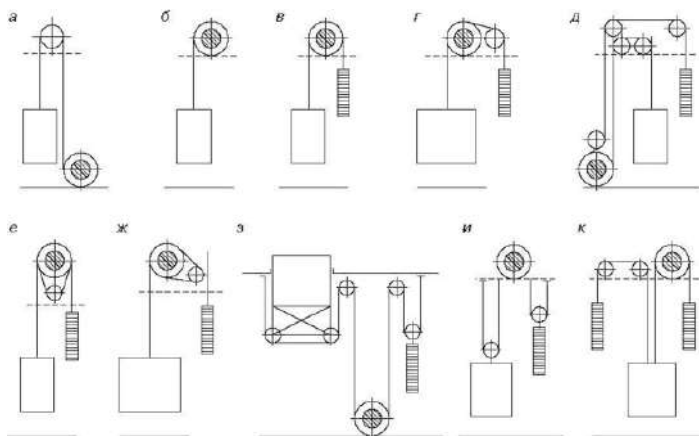
## ПРЕИМУЩЕСТВА ВЫБОРА БЕЗРЕДУКТОРНОГО ПРИВОДА ЛИФТА ПРИ ЗАМЕНЕ

*Рой А.И., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Скель В.И., доц., к.т.н.*

Лифты – подъемно-транспортные устройства, предназначенные для подъема людей и грузов в вертикальном направлении. Надежности и безопасности работы лифтов уделяется большое внимание [1, 2, 3], поэтому рассматриваемая тема статьи является актуальной. При эксплуатации лифтов предусмотрен контроль за техническим состоянием оборудования.

По ГОСТ Р 55964-2014 [4] установлены порядки проведения капитального ремонта лифтов, в ходе которых может производиться замена одного или нескольких узлов лифтов. Также возможна полная замена или модернизация лифта. Максимальный срок эксплуатации лифта составляет 25 лет.

Во время замены лифта производят модернизацию лифтового оборудования, связанную с функциональным улучшением его работы или даже смены кинематической схемы лифта. На выбор кинематической схемы могут влиять несколько факторов. На рисунке представлены возможные варианты кинематических схем [5, 6]. На этом рисунке обозначено: а, б - схема с нижним и верхним машинным помещением без противовеса; в, г - схема с верхним машинным помещением без отводного блока и с отводным блоком; д - схема с нижним машинным помещением с противовесом; е - схема с верхним машинным помещением и контршківом; ж - схема с верхним машинным помещением и контршківом, так же выполняющим функцию отводного блока; з – схема выжимного лифта; и – схема с полиспастной подвеской кабины и противовеса; к- схема лифта с двойным противовесом.



**Рис. 1.** Кинематические схемы лифтов

В лифтах, которые в настоящее время подлежат замене, наибольшее распространение получили схемы г, д. Но при обследовании здания перед заменой могут быть обнаружены дефекты в строении здания, которые вынудят изменить кинематическую схему привода лифта. К примеру, выбрать схему расположения лебедки и прочего оборудования лифта не в машинном помещении, а прямо в шахте, что может позволить высвободить машинное помещение для подсобных нужд.

В таком случае, когда износ здания, или лифтовой шахты, или машинного помещения, возникает необходимость снизить массу и габариты привода. В этом случае последнее время выбирают безредукторную лебедку, которая из-за отсутствия редуктора, меньшего размера КВШ, отсутствия отводного блока имеет меньшую массу.

Помимо меньшей массы безредукторный привод имеет еще несколько преимуществ в сравнении с редукторным приводом:

- высокая энергоэффективность;
- высокий КПД (около 90%);
- снижение уровня шума и вибраций;
- повышение плавности хода и точности остановки кабины за счет применения частотного регулятора;
- упрощение монтажа из-за уменьшения массы и габаритов лебедки [5, 6];
- не требует использования масла, что сокращает расходы, снижает риск загрязнения окружающей среды;
- упрощение обслуживания лебедки [3];
- повышенная надежность в эксплуатации относительно редукторного привода [1].

Кроме перечисленных достоинств можно отметить получение экономической и экологической выгоды. Рассмотрим это на примере экономической эффективности за счет экономии электроэнергии и расходных материалов. При этом полагаем, что другие составляющие эксплуатационных расходов у редукторного и безредукторного привода одинаковые, хотя и по другим составляющим может быть также получена экономия средств.

В качестве моделей для сравнения возьмем лифты производства завода НПО «Евролифтмаш» грузоподъемностью 400 килограмм и скоростью движения 1 м/с. Для этого случая мною подобрано оборудование, разработана соответствующая кинематическая схема безредукторного привода лифта и показана возможность размещения его в существующей лифтовой шахте. Ниже приводятся сравнительные данные для одного из возможных вариантов решения задачи модернизации устаревшего лифта при капитальном ремонте здания.

Мощность привода зависит от производителя лифта; принимаем усредненные значения по моделям, присутствующим на российском рынке. Для лифтов грузоподъемностью 400 кг и скоростью движения кабины 1 м/с с редукторным приводом мощность  $N = 5,5$  кВт, для таких же лифтов с безредукторным приводом –  $N = 2,7$  кВт.

Примем для рассматриваемой задачи сравнения вариантов, что ежегодное время работы пассажирского лифта  $t = 3,5$  часа, срок службы лифта  $n = 25$  лет, приблизительное количество дней работы в году  $\approx 360$ .

В настоящее время примерная стоимость электроэнергии за  $1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$  -  $c = 5,92$  руб. Тогда эксплуатационные расходы только на электроэнергию за срок службы лифта составят

$$C = N \cdot t \cdot m \cdot n \cdot c. \quad (1)$$

По формуле (1) проведем расчет для двух вариантов привода:

– редукторный привод:  $C = 5,5 \cdot 3,5 \cdot 360 \cdot 25 \cdot 5,92 = 1\,025\,640$  р

– безредукторный привод:  $C = 2,7 \cdot 3,5 \cdot 360 \cdot 25 \cdot 5,92 = 503\,496$  р.

Заметим, что если лифт будет большей грузоподъемности, чем 400 кг, и потребуются установка более мощного лифтового оборудования, то экономленная сумма будет расти, так как разница в мощности двигателей будет увеличиваться.

Так же, согласно руководству по техническому обслуживанию редукторной лебедки, в ней должна производиться замена масла раз в 2 года при объеме масла в картере редуктора привода лебедки 3,8 литра [7]. Таким образом, в течение эксплуатационного срока будет потрачено 48 литров масла, на которые требуются дополнительные затраты на приобретение, замену и последующую утилизацию отработанного масла. Даже если взять стоимость одного литра масла 1 000 рублей, то за весь срок работы будет потрачено 47500 рублей.

Данные расчеты, конечно, только оценочные, но они достаточно ясно показывают, насколько велика экономия. Так же к расходам в редукторном приводе будет причислена увеличенная стоимость обслуживания по сравнению с безредукторным.

К сожалению, кроме достоинств, безредукторный привод имеет недостатки: стоимость безредукторной лебедки как готового изделия выше, чем редукторного привода. Но даже если рассмотреть, как пример, лебедки от компании «Sicor», то цена за редукторную лебедку составляет около 1000 евро, или примерно 90 000 руб.; безредукторная лебедка этого же производителя стоит 2000 евро, что составляет приблизительно 180 000 руб.

Таким образом, только по перечисленным причинам получается экономия 479644 руб за 25 лет работы лифта или 19186 руб/г.

В 2021 году по программе капитального ремонта [8] в Москве планируют заменить более 3000 лифтов. В этом случае экономия может составить ориентировочно более 57 млн. руб/год.

Приведенные оценки показывают целесообразность замены при капитальном ремонте лифта редукторного привода на безредукторный и по экономическим соображениям, и по экологическим. Последнему в настоящее время уделяется большое внимание.

## Библиографический список

1. Черкасов В.А., Кайтуков Б.А., Капырин П.Д., Скель В.И., Степанов М.А. Надежность машин и механизмов, 2015, с. 272.
2. Skel V. Properties of the rubber vibration isolator of the elevator. MATEC Web of Conferences 251. с. 03022 (2018) IPICSE-2018 <http://doi.org/10.1051/mateccnf/201825103022>.
3. Мечиев А.В., Степанов М.А. Анализ неисправностей при эксплуатации лифтов, 2014 г.
4. ГОСТ Р 55964-2014 Лифты. Общие требования безопасности при эксплуатации (Переиздание).
5. Архангельский Г.Г., Балабанов Н.И, Гушин Л.В. и др. Лифты, платформы, подъемники для инвалидов, эскалаторы Ч.1. М.: Издательство АСВ, 2019. - 680 с
6. Волков Д.П., Архангельский Г.Г., Ионов А.А. и др. Лифты. М: Издательство АСВ, 1999, 480 с.г.
7. Технические характеристики редукторной лебедки MR12 для лифта грузоподъемностью до 550 кг [сайт] [http://sicorrus.ru/assets/brh0010\\_rev02-mr12.pdf](http://sicorrus.ru/assets/brh0010_rev02-mr12.pdf) (дата обращения 25.02.2021 г.)
8. Официальный сайт мэра Москвы [сайт] <https://www.mos.ru/news/item/85476073/> (дата обращения 25.02.2021 г.)



## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВСПЕНЕННОГО БИТУМА

*Савичев А.О., аспирант*

*Научный руководитель – Шаранов Р.Р., проф., д.т.н.*

Основным материалом при производстве асфальтобетонных смесей в дорожном строительстве является битум. Перспективным направлением экономии битума является использование теплых асфальтобетонных смесей.

Теплая асфальтобетонная смесь – смесь инертных материалов (щебень, песок и минеральный порошок с вспененным битумом), производимая при более низких температурах прогрева инертных материалов (от 120 °С...140 °С).

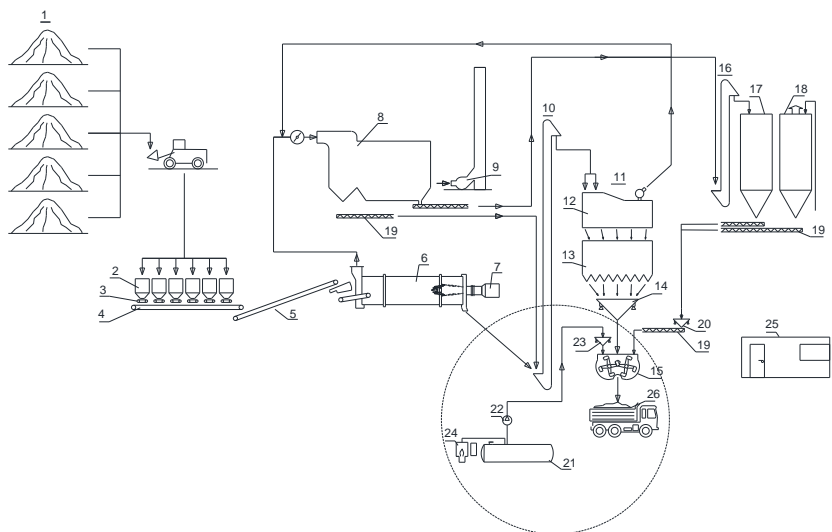
В настоящее время представляется целесообразной модернизация асфальтосмесительных установок циклического действия для реализации технологии производства теплого асфальта с применением вспененного битума. Преимущество данной технологии заключается в возможности использования существующих смесительных установок на стационарных или мобильных заводах, без их существенного переустройства. Введение вспененного битума в процесс смешивания (смеситель) позволяет понизить температуру асфальта, что обеспечивает экономию энергии и одновременно продлевает период использования асфальтового материала в дорожном строительстве. Новая технология обеспечивает производство асфальта при пониженных температурах. При этом значительно снижаются объемы энергопотребления в расчете на тонну производимого асфальта и уровень выбросов вредных веществ в ходе укладки [1].

Ежегодно в мире производятся сотни миллионов тонн теплых асфальтобетонных смесей. Вспенивание битума водой лежит в основе 60 % всех объемов производства теплых асфальтобетонных смесей. В основу существующего оборудования вспенивания битума непосредственно в асфальтосмесительных установках ведущих мировых производителей лежит способ подачи в гидростатический смеситель, в поток с дозой горячего битума, расчетного количества воды под давлением. Вода мгновенно доводится до точки кипения и частично испаряется, в результате чего образуется смесь из водяного пара и битума. Полученная смесь подается в мешалку асфальтосмесительных установках. Мелкие паровые пузырьки, которые исчезают при уплотнении смеси, создают значительную подвижность смеси при её перевозке на большие расстояния [3].

Технологический процесс производства вспененного битума для выпуска асфальтобетонной смеси:

– подготовка битума, включая его подачу из мест хранения, нагрев (электрообогрев или обогрев термальным маслом) до рабочей температуры.

- подготовка воды, включая подачу из мест хранения в расходную емкость.
- приготовление вспененного битума путем смешивания битума и воды.



**Рис. 1.** Технологическая схема асфальтосмесительной установки циклического действия:

- 1 – места хранения инертных материалов (песок, щебень); 2 – приемные бункера; 3 – питатели (дозаторы); 4 – собирающий конвейер; 5 – наклонный конвейер; 6 – сушильный барабан; 7 – горелка; 8 – пылеуловительная станция; 9 – дымосос; 10 – горячий элеватор; 11 – смесительная башня; 12 – горячий грохот; 13 – горячие бункера; 14 – весовой дозатор горячих инертных материалов; 15 – смеситель; 16 – элеватор пыли; 17 – силос пыли; 18 – силос минерального порошка; 19 – шнек; 20 – весовой дозатор минерального порошка; 21 – хранение битума; 22 – насос битума; 23 – весовой дозатор битума; 24 – масло-термальный котел (обогрев битума); 25 – кабина управления; 26 – автосамосвал

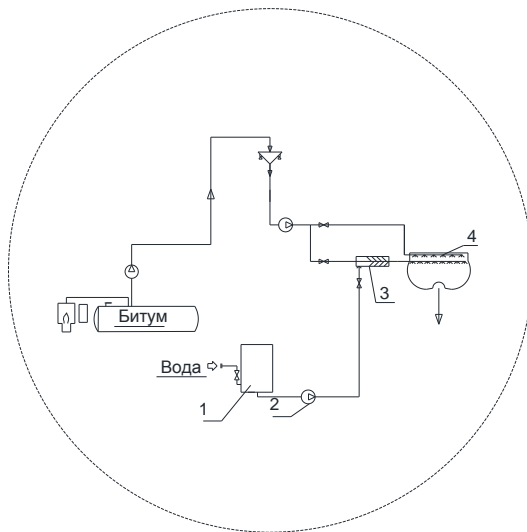
Установки вспененного битума позволяют производить вспененный битум с различным процентным соотношением битумно-водяной смеси, в зависимости от особенностей асфальтовых материалов и объемов партии согласно рецептуре, контролируется процесс автоматически [5].

Установка вспененного битума встраивается на площадке смесителя и подключается к существующей системе дозирования связующих веществ.

В состав установки входит:

- емкость для воды объемом от 1 до 4 м<sup>3</sup>. На стенках нанесено антикоррозийное покрытие;
- водный дозирующий насос для подачи в гидростатический смеситель;

- битумный дозирующий насос с системой обогрева;
- гидростатический смеситель;
- системы трубопроводов запорной и регулируемой арматуры;
- кран отбора проб;
- система управления и контроля за всеми параметрами производственного процесса, позволяющая оператору быстро реагировать на изменяющиеся условия. В случае внештатной ситуации работа всех узлов установки блокируется. Возможна работа в ручном и полуавтоматическом режиме, когда система автоматически отслеживает соотношение битума и воды [6, 7, 8].



**Рис. 2.** Технологический процесс производства вспененного битума для выпуска асфальтобетонной смеси:

- 1 – расходная емкость воды; 2 – дозирующий насос подачи воды; 3 – гидростатический смеситель битума и воды; 4 – форсунки распыления битума

Для контроля качества вспененного битума следует отбирать не менее 3...4 точечных проб с интервалом 10 мин. во время выпуска асфальтобетонной смеси, далее с интервалом от 30 мин. до 60 мин. в зависимости от производительности установки. Каждая проба должна быть не менее 2 л. [2].

При более детальном рассмотрении и изучении технологической линии вспенивания вяжущего, а также основываясь на зарубежном опыте применения данной технологии при выпуске теплых асфальтобетонных смесей, можно озвучить предварительные выводы:

- в результате снижения вязкости и увеличения объема вяжущего, снижается время мокрого перемешивания, что положительно отразится на

ресурсе АБЗ, так же улучшает уплотняемость асфальтобетонной смеси во время укладки;

– поскольку инертные материалы, при данной технологии выпуска асфальтобетонной смеси, не нуждаются в прогреве свыше 150 °С, снижается эффект «старения вяжущего», происходящий в момент сброса вяжущего на раскаленный заполнитель и снижается потребление топлива;

– дооснащение АБЗ установкой для вспенивания, вяжущего позволит исключить (либо гарантированно снизить) применение «энергосберегающих» добавок при выпуске асфальтобетонных смесей в холодные периоды строительного сезона, увеличение рабочего сезона.

Необходима дальнейшая опытно – экспериментальная проверка перспективного способа производства теплого асфальта с применением вспененного битума. Особое внимание должно быть уделено дозировке и перемешивание в гидростатическом смесителе, так как влияет на качество и стоимость продукции. В связи с чем, весьма актуальной научной проблемой является разработка такого смесителя, обеспечивающего получение качественной смеси. [9, 10].

#### Библиографический список

1. Лупанов А.П., Силкин В.В., «Ресурсосберегающие технологии на предприятиях дорожного хозяйства» Москва АСВ, 2016. - 255 с.
2. ОДМ 218.2.042 - 2014 Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации. Теплые асфальтобетонные смеси. Рекомендации по применению. [Текст]. - Введен 2014 - 30 - 04. - М.: Росавтодор, 2013. - 20 с.
3. Баринов Е.Н. Применение вспененных битумов в дорожном строительстве. Обзорная информация. М.: ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1986. Вып. 1. 36 с.
4. Першин М.Н., Баринов Е.Н., Корневский Г.В. Вспененные битумы в дорожном строительстве. - М.: Транспорт, 1989. - 80 с.
5. Першин М.Н., Платонов А.П., Баринов Е.Н., Габибов Н.Н. Ресурсосберегающие технологии приготовления асфальтобетонных смесей с использованием нетрадиционных методов активации битумов / СПб.: Астель. 1995, 204 с.
6. Пат. 2502760 Российская Федерация МПК С 08 L 95 / 00, С09 D 195 / 00, Е 01 С 19 / 10. Способ получения асфальтобетонной смеси / Р. Лундберг; заявитель и патентообладатель НСС Роудс АБ. - №2011102024 / 05, заявл. 02.07.2009; опубл. 27.12.2013, Бюл. №36. - 13 с..
7. Ядыкина В.В., Шарпов Р.Р., Харламов Е.В., Тагарифуллин Р.Р. Использование отхода обогащения магнититовых кварцитов в качестве минерального порошка при производстве асфальтобетонных смесей. В сборнике: Научное развитие технологий и инновации. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. С. 129-133.

8. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Учебное пособие / Белгород, 2014.
9. Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Алфимова Н.И. Прогнозирование дисперсных характеристик высокодисперсных цементов. Строительные материалы. 2007. № 8. С. 24-25.
10. Gridchin A.M., Yadykina V.V., Trautvain A.I., Sharapov R.R., Zhukova A.A. Stone mastic asphalt and stabilizing additives for its production. Research Journal of Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 12. С. 1053-1058.
11. Уваров В.А., Шарапов Р.Р., Харламов Е.В. Обоснование кривой разделения воздушного сепаратора // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 9. С. 13-15.
12. Агарков А.М., Харламов Е.В. Разработка аспирационного оборудования для производства дорожно-строительных материалов // В сборнике: Наземные транспортно-технологические комплексы и средства Материалы Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Ш.М. Мерданов. 2018. С. 22-26.
13. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Харламов Е.В. Совершенствование конструкций пылеочистного оборудования // Системные технологии. 2018. № 4 (29). С. 96-100.
14. Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Алфимова Н.И. Прогнозирование дисперсных характеристик высокодисперсных цементов // Строительные материалы. 2007. № 8. С. 24-25.
15. Пат. 2291745 Российская Федерация, МПК7 В 02 С 13/22, Дезинтегратор / Богданов В.С., Семикопенко И.А. и др.; заявитель и патентообладатель Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова). - № 2006107482/03; Опубликовано 20.01.2007, заявл. 10.03. 06; опубл. 20. 01. 07, Бюл. № 2 (II ч.). - 7 с.

## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ЛОВИТЕЛЕЙ ДВУХСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ

*Суслина П.А., Хавич А.Е., студентки 5-го курса 41 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель - Степанов М.А., доц., к.т.н.*

Современные лифты удовлетворяют всем требованиям безопасности. Существуют механизмы защиты при обрыве каната, недопущения движения кабины с открытыми дверьми, неточной остановки лифта относительно этажа, так же способы быстрой и безопасной эвакуации пассажиров в случае аварийной ситуации [1].

Все механизмы, отвечающие за безопасность лифта и его оборудования, подлежат испытаниям и обязательной сертификации [2]. Необходимые правила и требования представлены в ГОСТ 33984.2-2016 (EN 81-20:2014) Лифты. Правила и методы исследований (испытаний) и измерений при сертификации. Правила отбора образцов (с Поправкой), а также в «Техническом регламенте Таможенного Союза "безопасность лифтов" (ТР ТС 011/2011) [3].

За безопасность кабины лифта в аварийных ситуациях в первую очередь отвечают ловители, требования к которым в последнее время все больше возрастают.

Так в новом ГОСТе 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. Лифты для транспортирования людей или людей и грузов (с Поправками) существует такой пункт, что безопасность движения лифта должна обеспечиваться не только при движении вниз, но и при движении вверх [4]. Данное условие может обеспечить ловитель двухстороннего действия.

### Лифтовые ловители

В конструкцию лифтовых ловителей входят следующие узлы:

- ловитель, расположенный на кабине;
- ограничитель скорости;
- канат, соединяющий ограничитель скорости и сам ловитель

Существуют разнообразные конструкции ловителей, но все они входят в две большие группы, это ловители плавного торможения и резкого.

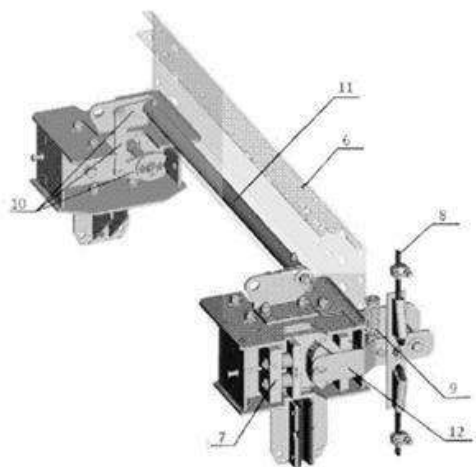
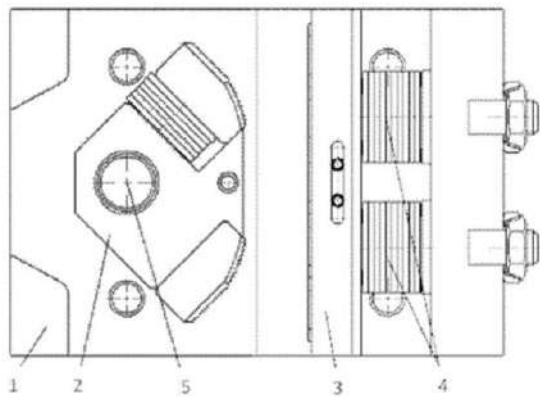
Установка ловителей резкого торможения разрешена в том случае, если скорость движения кабины не более 1 м/с [5]. В таких ловителях отсутствует упругий элемент, который ограничил бы силу давления на тормозную колодку. Ловители плавного торможения, за счет сил трения гладких тормозных колодок, могут обеспечивать плавное замедление кабины лифта.

Существуют комбинированные ловители, это немного усовершенствованные ловители резкого торможения, которые взаимодействуют с кабиной через амортизирующее устройство.

Ловители двухстороннего действия относятся к ловителям плавного торможения их уникальность в том, что ни срабатывают при движении кабины вверх. Такая ситуация может произойти в случае неуравновешенности канатов лифтов в высотных домах.

Рассмотрим ловители двухстороннего действия российских и зарубежных производителей, которые можно приобрести в нашей стране.

### Ловитель двухстороннего действия «Щербинского Лифтостроительного Завода»



**Рис. 1.** Общий вид ловителя:

1 – корпус, 2 – эксцентриковая защелка, 3 – тормозная колодка, 4 – пакет тарельчатых пружин, 5 – вал, 6 – балка кабины, 7- ловитель, 8 – тяговый элемент, 9 – возвратная пружина, 10 – система рычагов, 11 – вал синхронизации, 12 – рычаг троса

Возвратная пружина установлена для удержания эксцентрики ловителей в нейтральном положении при нормальной работе.

Если кабина или противовес набирает скорость выше положенного, то тяговый элемент натягивается, перемещая соединённый с ним рычаг, тем самым выводя эксцентрик из нейтрального положения. После чего эксцентрик зубцами касается рабочей поверхности направляющей. Благодаря силе трения происходит самозатягивание и прижатие направляющей к тормозной колодке ловителя.

### Ловитель двухстороннего действия «Карачаровского механического завода»

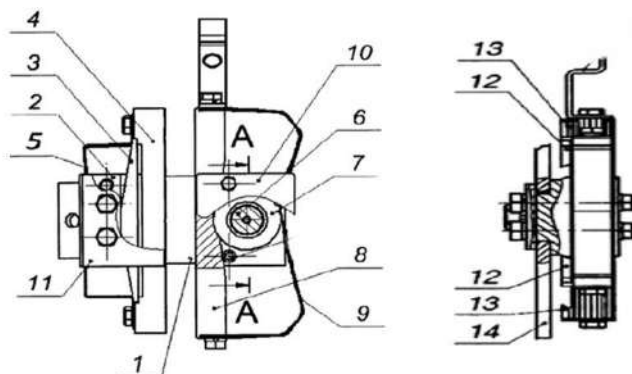


Рис. 2. Общий вид ловителя:

1 – основание, 2 – колодка, 3 – несущая пружина, 4 – тормозной башмак, 5 – скоба, 6 – ось, 7 – ролик, 8 – клин, 9 – прижимная пружина, 10, 11 – щека, 12 – ограничитель хода тормозного, 13 – ограничитель хода клина, 14 – поперечина

Механизм работы данного ловителя следующий. В случае превышения скорости срабатывает ограничитель скорости движения кабины, вследствие чего через механизм привода ловителей вызывает перемещение клина 8 вверх при движении кабины вниз (и вниз при движении кабины вверх).

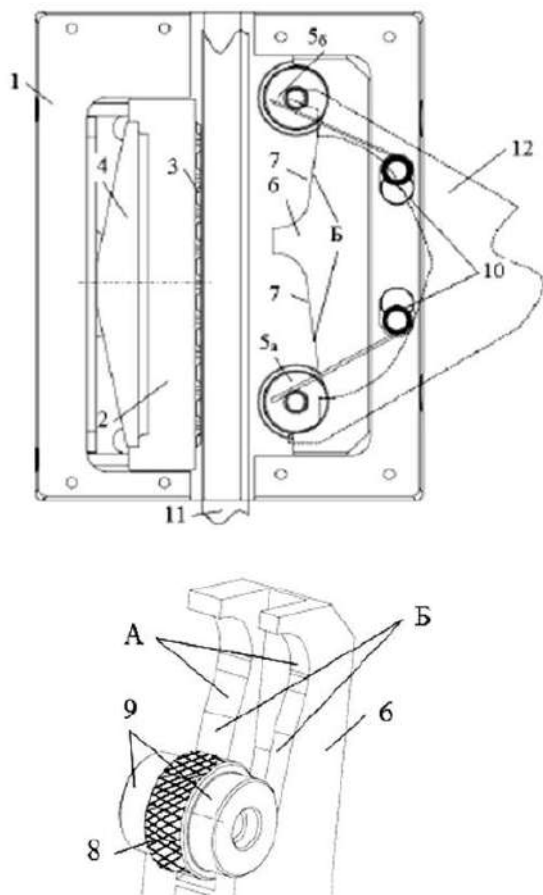
После смещения клина из начального положения из-за выхода ролика из углубления на поверхности клина и прокатывания наклонной плоскости клина по ролику 7 происходит его поперечное смещение и контакт с направляющей. Далее происходит смещение основания 1, тормозной башмак 4 тоже вступает в контакт с направляющей, вследствие чего

происходит процесс самозатягивания клина и его перемещение до упора в основание ограничителем хода клина 13. Тормозной башмак смещается в том же направлении до упора в основании своим ограничителем хода.

Благодаря упругой деформации пружины создается усилие торможения башмака и встречное усилие клина на направляющую, что обеспечивает торможение кабины.



## Ловитель двухстороннего действия ОАО «Могилевлифтмаш»



**Рис. 3.** Общий вид ловителя:

- 1 – корпус, 2 – реактивная колодка, 3 – рабочая поверхность, реактивной колодки, 4 – упругий элемент, 5а, 5б – прижимные ролики, 6 – основание, 7 – криволинейные направляющие, 8 – рифлёная поверхность ролика, 9 – гладкая поверхность ролика, 10 – винтовые пружины, 11 – направляющая, 12 – рычаг

В случае аварийной ситуации срабатывает механизм включения ловителей, рычаг перемещает ролик 5а вверх, переводя его из нерабочей зоны А в рабочую – Б до момента соприкосновения его с направляющей. Благодаря фрикционному взаимодействию различных поверхностей ролика (рифлёной и гладкой) происходит самозатягивание ролика по криволинейным направляющим. Во время затягивания ролика 5а начинает деформировать-

ся плоская пружина, создается нормальное усилие прижатия реактивной колодки и зажимного ролика к направляющей, что приводит к появлению силы торможения.

### **Анализ конструкций ловителя**

Конструкция ловителя Щербинского Лифтостроительного завода, достаточно проста. Его регулировка в случае установки его на различных моделях кабины лифта так же не вызывает затруднений. Регулировка усилия торможения пакета тарельчатых пружин осуществлена с помощью плоского регулировочного элемента (пластиной, шайбой), посредством которого также регулируется необходимый зазор между призмой эксцентрика и тормозной колодкой.

Две другие конструкции показались немного сложнее. Регулировка ловителя Карачаровского завода происходит следующим образом. Положение колодки 2 на основании 1 определяет исходное расстояние между контактирующими с направляющей поверхностями тормозного башмака 4 и клина 8 (различное для различных моделей лифтов и типов их направляющих). При сборке ловителя колодка фиксируется с необходимой точностью к основанию 1 штифтами.

В ловителе «Могилевлифтмаш» достаточно сложна конструкция криволинейных направляющих. Они должны быть максимально точными для эффективной работы ловителя.

В современном лифтостроении огромное внимание уделяется безопасности движения пассажиров. Безусловно, важную роль в этом играет ловитель, и в связи с новыми требованиями необходима была их модернизация, что в конечном итоге привело к появлению ловителей двухстороннего действия. Такие ловители позволяют повысить безопасность вертикального транспорта не только при движении вниз, но и при движении вверх.

### **Библиографический список**

1. Степанов М.А., Кайтуков Б.А., Мечиев А.В. Определение уровня безопасности лифтов при эксплуатации. Научная статья. Подъемно-транспортное дело. 2018. №6(95). С.7-10.
2. ГОСТ 33984.2-2016 (EN 81-20:2014) Лифты. Правила и методы исследований (испытаний) и измерений при сертификации. Правила отбора образцов (с Поправкой).
3. ТР ТС 011/2011 Технический регламент Таможенного союза "Безопасность лифтов" (с изменениями на 19 декабря 2019 года).
4. ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. Лифты для транспортирования людей или людей и грузов (с Поправками).

5. Ч.1 Лифты: Учебник/ Архангельский Г.Г.Балабанов Н.И., Гушин Л.В.,Ионов А.А., Рожков А.А., Степанов М.А., Ткаченко В.Я. -М.:Изд-во АСВ.2019.-680 с.

6. Безопасность лифтов/учебное пособие, Прусов А.Ю., Куликова О.Н., Рыков М.В., Коромыслов А.В., Богатов Ю.А., Рыбкин А.С., Благов Д.А. Издательство: Директ-Медиа, 2018-314 стр.

7. Ensuring the safety of lifts in operation. Научная статья. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 786, International Scientific Conference Interstroyemeh – 2019 (ISM-2019) 12-13 September 2019, Kazan, Russian Federation (M.A. Stepanov, and B.A. Kaytukov 2020 IOP Conf. Ser: Mater.Sci.Eng.,786 012048).

## ВАРИАНТЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ КАБИНЫ БАШЕННОГО КРАНА

*Трохачев Н.В., студент 5-го курса 42 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Кудрявцев Е.М., проф., д.т.н.*

Во многих сферах деятельности возникает проблема перемещения объектов большой массы и габаритов. Эту задачу успешно решает башенный кран. Он способен решать широкий круг задач, связанных с подъёмом и перемещением груза.

Любым башенным краном управляет машинист и делает это из кабины. Хотя современные краны и имеют выносные пульты управления, их используют лишь при монтаже и испытаниях крана. Как правило, с пульта можно управлять не всеми движениями крана и нельзя плавно регулировать скорости механизмов.

Так как башенные краны работают в любое время года на открытом воздухе, кабины выполняют закрытыми. Кабины башенных кранов бывают двух разновидностей: встроенные и выносные.

Встроенные кабины расположены внутри башни (или другой конструкции крана) и связаны с ее металлоконструкцией как неразъемное соединение. Недостаток этих кабин в том, что их неудобно ремонтировать.

Выносные кабины разделяют на подвесные и навесные. Кабины, которые подвешены к металлоконструкциям крана за верхнюю часть, относятся к подвесным. Навесные кабины опираются основанием на площадку металлоконструкции крана. Кроме того, у этих кабин могут быть предусмотрены дополнительные крепления на боковой стенке или крыше.

Рассмотрим Патент В66С 13/00 (2006.01) с нижним расположением кабины, а затем оценим его плюсы и минусы.

### Патент “Башенный кран”

Полезная модель относится к строительной промышленности, в частности, к подъемно-транспортным машинам и может быть использована в промышленном, гражданском и техническом строительстве. Башенный кран, включающий трубчатую или решетчатую башню с направляющими, крепящуюся к поворотной платформе с противовесом, и опирающуюся на неповоротную раму через опорно-поворотное устройство роликового или шарикового типа, стрелу с перемещающейся по ней грузовой кареткой с крюком, кабину крановщика, снабженную механизмами управления крана. Кабина крановщика размещена в нижней части башни на поворотной платформе, кроме того, кабина дополнительно снабжена мониторами, а на башне и стреле установлены телекамеры, с возможностью их перемещения. Технический результат заключается в обеспечении безопасных условий труда крановщика и точности перемещения груза.

Задачей полезной модели является повышение безопасности работы крановщика, а также тонность контроля перемещения грузов.

Целесообразность размещения кабины крановщика в нижней части башни на поворотной платформе обосновывается необходимостью исключения травмирования крановщика в случае падения с лестницы или в аварийной ситуации, сопровождающейся падением крана.

Точность перемещения и установки груза обеспечивается с помощью телекамер, передающих изображение на мониторы, расположенные в кабине.

Использование телекамер (минимум двух) обосновывается необходимостью контроля перемещения груза в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Камеры, размещенные на грузовой каретке и башне крана, позволяют оценить точность подводки груза к точке его разгрузки, с помощью изображений на мониторах.

Размещение направляющих на башне, обращенной в сторону стрелы, обосновывается тем, что телекамера постоянно обращена в сторону перемещаемого груза, независимо от положения башни относительно неповоротной рамы.

На рис. 1 изображен общий вид крана, а на рис. 2 - вид кабины крановщика изнутри. Башенный кран состоит из башни 1 с направляющими 2, поворотной платформы 3, оборудованной противовесом 4, опорно-поворотного устройства 5, неповоротной рамы 6, кабины крановщика 7, стрелы 8, каретки 9 с грузозахватным крюком 10, телекамер 11, 12. Система управления крана включает в себя командоконтроллер 13 и мониторы 14, 15.

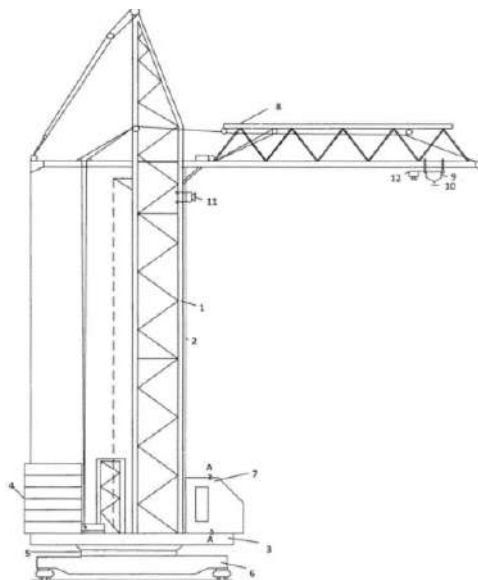
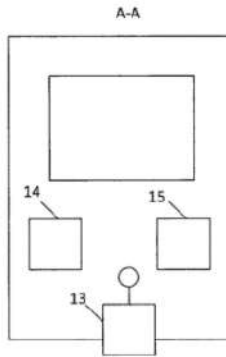


Рис. 1. Общий вид крана



**Рис. 2.** Вид кабины крановщика изнутри

Заявляемый башенный кран работает следующим образом.

Для перемещения груза, его подвешивают на крюк 10, закрепленный на каретке 9, с возможностью ее перемещения по стреле 8, или перемещение проводят путем разворота опорно-поворотного устройства 5 башни 1, закрепленной на поворотной платформе 3, оборудованной противовесом 4. Перемещение грузов контролируют с помощью размещенных в кабине крановщика 7 мониторов 14 и 15. При этом изображение на монитор 14, отображающий перемещение груза в горизонтальной плоскости, передается с помощью телекамеры 12, размещенной на каретке 9. Изображение на монитор 15, отображающий точность подвода груза к точке его разгрузки и перемещение груза над препятствиями в вертикальной плоскости, передается с помощью телекамеры 11, перемещающейся по направляющим 2, расположенным на стороне башни 1, обращенной в сторону стрелы 8, что обеспечивает постоянную направленность телекамеры в сторону перемещаемого груза.

С помощью мониторов 14 и 15, расположенных в кабине крановщика 7, размещенной в нижней части башни 1 на поворотной платформе 3 машинист видит возможность перемещения и перемещает груз при помощи командоконтроллера 13.

Преимуществами заявляемого башенного крана являются обеспечение безопасных условий труда крановщика, сокращение непроизводительных затрат рабочего времени, затрачиваемых крановщиком при подъеме в кабину, увеличение коэффициента полезного использования башенного крана, удобное расположение кабины для ремонта.

#### Библиографический список

1. Строительные краны. Учебник. Часть 1. Башенные краны. Основы теории, конструкции и расчет/ Е.М. Кудрявцев, М.А. Степанов - Ассоциация строительных вузов (АСВ), 2016 г.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ БОЛЬНИЧНОГО ЛИФТА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ БОРЬБЫ С COVID-19 НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Хавич А.Е., Суслина П.А., студентки 5-го курса 41 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Степанов М.А., доц., к.т.н.*

Лифт является грузоподъемной машины, предназначенная для вертикального или наклонного перемещения пассажиров и грузов [1]. Это повседневный вид транспорта большого количества людей, который делает нашу жизнь проще и удобнее. Многие годы инженеры и конструктора области лифгостроения заботятся о безопасности конструкции лифта. Но всё ли они учли?

Более года назад население нашей планеты столкнулось с острой респираторной вирусной инфекцией COVID-19. Особенностью данной инфекции является её быстрое распространение и продолжительная живучесть вируса на поверхностях. На металле, стекле и пластике коронавирус может сохраняться до 4-5 дней.

Среди материалов, применяемых при изготовлении кабины лифта, используется пластик, углеродистая и нержавеющая сталь, алюминий, дерево и др. [2]. Так как кабина лифта представляет собой закрытое пространство небольшой площади, часто лишённое вентиляции, именно в лифтах особенно высок риск заражения COVID-19 [3]. На стенах кабины, и особенно на кнопках и поручнях, могут скапливаться вирусы и бактерии, и именно этим поверхностям следует уделить особое внимание.

В больничных лифтах высокая проходимость как сотрудников медицинского учреждения, так и пациентов, и в этих условиях затруднительно соблюдать дистанцию, рекомендуемую Роспотребнадзором. Поэтому есть большая вероятность заражения людей как воздушно-капельным путем, так и путем касания поручней, стен и кнопок.

Спустя год после начала распространения инфекции можно дать следующие рекомендации пассажирам лифта [4]:

1. Надевать маску в закрытых помещениях, в местах скопления людей;
2. По возможности не касаться поверхностей. После касания следует тщательно вымыть руки с мылом или спиртовым средством.
3. Избегать мест большого скопления людей.

В условиях пандемии особенно важно позаботиться о безопасности врачей, чьи силы направлены на спасение жизней и здоровья людей. В специализированных медицинских учреждениях невозможно предоставить медицинскому персоналу возможность передвигаться по одиночке в целях соблюдения всех предписанных мер безопасности.

Рассмотрим формирование понятия и осознание сущности дезинфекции. Дезинфекция – система знаний и совокупность мероприятий по полному или селективному уничтожению патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, спор и выделяемых токсинов. Основной целью меропри-

ятий по дезинфекции является профилактика распространения инфекционных заболеваний для формирования и поддержания безопасных условий жизни.

Проведение дезинфекции имеет задачей прерывание путей распространения инфекции от ее источника к другим объектам.

Вопросом дезинфекции кабины задалась многие лифтовые компании. Одной из которой является Щербинский лифтостроительный завод (ЩЛЗ). Инженеры данной организации разработали и испытали систему дезинфекции кабины лифта, которая позволяет обезопасить от инфекции до 98% поверхности лифта за 1 час. Проверка этой разработки проводилась в Научно-исследовательском институте дезинфектологии Роспотребнадзора.

Средствами дезинфекции в новой разработке выступают одиночные светодиодные излучатели бактерицидного ультрафиолета, которые очищают воздух и поверхности. Уникальность конструкции заключается в том, что система встроена в кабину, а не монтируется как отдельный элемент. Это позволяет проводить дезинфекцию только при гарантированном отсутствии внутри пассажиров. При открытии дверей или наличии людей в кабине система выключается, а лифт работает в штатном режиме.

Ультрафиолетовые облучатели будут действовать в наименее интенсивные интервалы работы лифта. Так, в ночное время длительность дезинфекции составит один час, что обеспечит практически полную стерильность кабины. Информация о работе системы будет отображаться на небольшом экране, расположенном внутри лифта, – это поможет проводить диагностику и ремонт в максимально короткие сроки. Сейчас инженеры Щербинского лифтостроительного завода изучают влияние бактерицидного ультрафиолета на материалы и покрытия, которые используются в лифтах. Это необходимо, чтобы избежать проблем при их эксплуатации [5].

Так же вопросом дезинфекции кабины лифта занялась кампания IGV Group. В данном вопросе IGV Group незамедлительно задействовала свой отдел исследований и разработок, чтобы изучить и разработать гибкое, эффективное и несложное решение для активной дезинфекции кабины.

Так родилась CARE – профессиональная система, способная дезинфицировать кабину лифта за несколько минут, используя одновременно две разные технологии с сертифицированными компонентами.

Преимущества, заявляемые разработчиками данной системы:

- Незаметна в кабине;
- Без шума и вибраций;
- Простота установки;
- Адаптируется к любому оборудованию;
- Практична в управлении;

Одна из технологий – это очистка воздуха (рис. 1). Устройство механической вентиляции с центробежным двигателем и абсолютным фильтром типа HEPA в сочетании с мембраной из активированного угля непрерывно дезинфицирует воздух, обеспечивая его мгновенную замену. Воздух, отобранный из кабины, через гибкие воздуховоды направляется в устройство,



внутри которого он фильтруется и очищается от вирусов и бактерий, переносимых твёрдыми частицами, и возвращается обратно в окружающую среду. Устройство для дезинфекции не предусматривает использование озона, который может вызвать раздражение при отсутствии адекватного воздухообмена после обработки.



**Рис. 1.** Устройство механической вентиляции

Вторая из технологий – это очистка ультрафиолетом (рис. 2). Ультрафиолетовый луч UV-C светодиодного прожектора, та же бактерицидная технология UVGI (ультрафиолетовое бактерицидное излучение), проверенная на санитарном уровне и используемая для дезинфекции в больничной среде, гарантирует полную и мгновенную стерилизацию поверхностей и предметов в кабине.

Ультрафиолетовое излучение устраняет почти все (99,9%) микроорганизмы, присутствующие на поверхностях, и активируется автоматически только при отсутствии пассажиров в кабине лифта. В отличие от старой концепции неоновых ламп, содержащих ртуть, высокотоксичных и опасных при рассеивании в окружающей среде, светодиодный свет гарантирует высокую безопасность пользователя, а также имеет преимущества с точки зрения экономии энергии и продолжительности работы.

CARE универсально и применимо в модернизированном виде к любому типу существующего оборудования, чтобы полностью снизить подверженность риску заражения и обеспечить более безопасное использование и

обслуживание лифта. Расположение устройства на крыше лифтового оборудования, а также его бесшумность и полное отсутствие вибраций во время работы, делают устройство CARE невидимым и почти неощущаемым в кабине [6].



**Рис. 2.** Устройство ультрафиолетового бактерицидного излучения

Таким образом, представленные выше технические решения позволяют добиться меньшего распространения тяжелой, острой респираторной вирусной инфекции. В будущем данные разработки имеют возможность применения в инфекционных больницах и других медицинских учреждениях.

#### Библиографический список

1. Ч.1 Лифты: Учебник/ Архангельский Г.Г.Балабанов Н.И., Гушин Л.В..Ионов А.А., Рожков А.А., Степанов М.А., Ткаченко В.Я. -М.:Изд-во АСВ.2019.-680 с.
2. ТР ТС 011/2011 Технический регламент Таможенного союза "Безопасность лифтов" (с изменениями на 19 декабря 2019 года)2. Васильев М.И., Бродский М.Г. Монтаж лифтов. М.: Стройиздат, 1975.
3. ГОСТ 33984.2-2016 (EN 81-20:2014) Лифты. Правила и методы исследований (испытаний) и измерений при сертификации. Правила отбора образцов (с Поправкой).
4. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека [сайт] <https://www.rospotrebnadzor.ru/> (24.02.2021 г.).

5. АО «Щербинский лифтостроительный завод» (ЩЛЗ) [сайт] <https://www.shlz.ru/product/bolnichnye/bolnichnyu-lift> (дата обращения (24.02.2021 г.)).
6. IGV Group [сайт] <https://igvlift.ru/care-air-sanitization-car-sterilization-kit/> (дата обращения (24.02.2021 г.))
7. Ensuring the safety of lifts in operation. Научная статья. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 786, International Scientific Conference Interstroyemeh – 2019 (ISM-2019) 12-13 September 2019, Kazan, Russian Federation (M.A. Stepanov, and B.A. Kayukov 2020 IOP Conf. Ser: Mater.Sci.Eng.,786 012048).
8. ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. Лифты для транспортирования людей или людей и грузов (с Поправками).

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ШИН И РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

*Щеголятов Е.А., студент 5-го курса 42 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Шаранов Р.Р., проф., д.т.н.*

В настоящее время проблема экологического развития нашей страны встала на первое место. В резиновой промышленности наиболее массовым видом отходов являются изношенные шины. По оценке специалистов, каждый год образуется приблизительно 1 млн. тонн изношенных автомобильных покрышек. Экономическое значение переработки заключается в том, что они содержат много ценных полимерных и армирующих материалов, сохранивших первоначальные свойства.

Экологическим аспектом данной проблемы является то, что резинотехнические изделия имеют высокую стойкость к воздействиям внешних факторов и загрязняют окружающую среду, а также пожароопасны.

Существует множество способов переработки резинотехнических изделий: высокотемпературная деструкция изношенных шин, пиролиз, использование в качестве топлива в цементной промышленности для получения энергии или тепла, получение резиновой крошки.

Механическое измельчение шин

Данный метод считается относительно безопасным с точки зрения экологии и широко применяется во всем мире. Покрышки подвергаются следующей обработке:

Старые шины промывают, удаляют бортовые кольца и режут на большие куски.

Сырье очищают от металлокорда при помощи магнитной сепарации.

Резину измельчают резкой, ударом, взрывом, сжатием или истиранием.

Полученное сырье перетирают, чтобы получить крошку нужного размера.

Минусом данного метода является высокая себестоимость конечного продукта, так как измельчение шин требует специального оборудования и считается дорогим способом переработки. Велики также затраты электроэнергии – до 1000 кВтч на 1 тонну перерабатываемого сырья.

В то же время у измельчения есть значительные преимущества по сравнению с химическими методами переработки шин: техническая простота, отсутствие токсичных выбросов (в отличие от сжигания или пиролиза). Переработка резины с помощью измельчения сохраняет технологические параметры материала.

Полученная при измельчении резиновая крошка широко применяется в промышленности и строительстве: для изготовления бытовых изделий, добавок в строительный раствор, при укладке автодорог.

Существуют и другие методы измельчения старых шин, но по разным причинам многие из них не получили широкого применения. Наиболее известные способы переработки:

с использованием роторного диспергатора;  
метод озонного ножа;  
бародеструкционный метод;  
ударно-волновое измельчение (взрывоциркулярное).

Для роторного диспергатора покрышка измельчается на небольшие куски. Затем резина сдавливается в гильзе и проходит через отверстие диаметром около 1 мм. В результате получается мелкая резиновая пыль с высокоразвитой поверхностью, способная эффективно вступать в реакцию с другими компонентами смесей. Такая пыль используется для изготовления сорбентов, новых автошин, материалов для кровельных работ и т.д.

Европейские страны могут похвастаться уровнем переработки старых шин, достигающим 90%. Около 20% из них восстанавливают и используют повторно, 40% уходит на получение тепла, а больше 30% – превращается в крошку. К сожалению, средние показатели по всему миру не настолько высоки – менее 40% покрышек подвергается обработке, а 60% не переработанной резины отправляется на свалку.

В России ситуация совсем печальна, хотя год от года она постепенно улучшается. Сейчас объем переработки шин составляет около 10%, причем за последние несколько лет он вырос на четверть. Организации по переработке шин в России работают еще не слишком активно, в нашей стране люди не привыкли вкладывать деньги во вторичное производство, утилизацию и переработку.

Одна из дополнительных проблем состоит в том, что переработать покрышки отечественного производства, распространенные в России, Беларуси и других странах ближнего зарубежья, сложнее, чем европейские. Наши старые шины дополнительно укреплены радиально-синтетическим кордом, а большая примесь текстиля создает большие трудности для обработки. В итоге переработка отечественных шин выходит значительно дороже и сложнее, чем покрышек западного производства, с цельнометаллическим типом корда.

Технология производства резиновой крошки на линии «EcoStep 700».

Изношенные покрышки, старые изделия из резины складываются на специальной площадке возле производственного здания. Далее погрузчики перевозят шины и резину в главные ворота производственно-бытового здания, в котором уже установлена линия станков и оборудования по переработке изношенных покрышек и ОРИ (отработанные резиновые изделия). После того как завершится технологического процесса, уже готовая продукция, (резиновая крошка различной фракции) складированная в мешки, погрузчиками через вторые ворота и доставляется на склад готовой продукции.

Последовательная схема технологии производства резиновой плитки:

1. Открытая площадка складирования отработанных шин и отходов РТИ.
2. Производственный цех по переработке шин
3. Склад готовой продукции

1. Контрольный пульт управления. Предназначен для управления АЛП.

2. Вырыватель. Грузовая шина вручную или с помощью подъемного механизма устанавливается на станок, который извлекает бортовую проволоку из посадочного кольца. Извлеченная бортовая проволока складывается для прессовки и вывоза.

На выходе: чистая бортовая проволока (которую можно сдать на металлолом) и резиновая составляющая шины. Производительность – 15-40 покрышек в час.

Работа на оборудовании состоит из следующих этапов:

1) Автомобильная шина проходит детальный осмотр на отсутствие шипов и других не пригодных к переработке элементов.

2) Производится нарезание грузовых шин на мелкие сегменты, примерно 20х20 см, легковые колеса подаются целиком.

3) Получившиеся резиновые чипсы или легковые колеса подаются по конвейеру в шредер для измельчения, в процессе дробления происходит удаления бортовой проволоки и иных металлических включений из состава резины.

4) Дробленый материал подается в роторную дробилку для измельчения до конечной фракции, с дополнительным этапом очистки от металлического корда.

5) Доведенный до конечной фракции материал проходит через систему сепарирования, для удаления из его состава текстильного корда, с еще одним этапом отделения металлического корда.

6) После конечной очистки материал подается на прямоугольное вибросито, на котором происходит сортировка резиновой крошки на три фракции.

Основные отличия предлагаемого оборудования:

– Комплексный, безотходный подход к переработке шин;  
– Технологическая возможность переработки не только покрышек, но и отходов РТИ, что увеличивает возможных поставщиков и доступность сырья;

– Низкие удельные энергозатраты на тонну сырья;

– Многоступенчатая система сепарации крошки от текстильного и металлического корда. На выходе чистая крошка без включений металла и текстиля;

– Поэтапное измельчение шин до необходимых фракций. При ступенчатом измельчении не происходит перегрева и пережигания крошки, что позволяет сохранить все ее технологические свойства и избежать появления сажи в готовой продукции;

– Экологическая чистота производства, отсутствие каких-либо вредных выбросов и выделений в процессе механического дробления шин;

– Небольшие габариты. Возможность размещать линию в различных комбинациях, в соответствии с планировкой имеющегося здания;

– Небольшое количество работающего персонала (в 2-3 раза, чем у аналогов);

Преимущества:

- Более низкая стоимость, при высоком уровне качества.
- Высокая мобильность технологического оборудования.
- Высокая надежность.
- Высокая эффективность при невысокой стоимости.
- Небольшие габариты.
- Возможность размещать линию в различных комбинациях, в соответствии с планировкой имеющегося здания.
- Ремонтопригодность и простота в обслуживании.
- Простота в эксплуатации.
- 100 % отходов перерабатывается в 100% продукции экологически чистым способом.
- На выходе крошка отличного качества и ни в чем не уступает по свойствам, первичному сырью.

#### Библиографический список

1. <http://www.stanki-ru.ru/poleznaya-informatsiya/metody-i-stadii-mekhanicheskoy-pererabotki-pokryshek.html>.
2. [http://shinopererabotka.ru/stati/article\\_post/sposoby-pererabotki-avtomobilnyh-shin](http://shinopererabotka.ru/stati/article_post/sposoby-pererabotki-avtomobilnyh-shin).
3. <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-utilizatsii-shin-i-rezinotekhnicheskikh-izdeliy>.
4. <https://vtorothody.ru/pererabotka/avtomobilnyh-shin.html>.
5. <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=309>.
6. <https://rcycle.net/rezina/kroshka/proizvodstvo-iz-shin>.
7. <https://lexor.spb.ru/osobennosti-i-raznovidnosti-mekhanicheskoy-utilizatsii-pokryshek.html>.

**СЕКЦИЯ «ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ,  
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА  
И ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ»**



## **ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА И ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

*Скотникова А.А., студентка 4-го курса 15 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Бусахин А.В., доц., к.т.н.*

При обеспечении параметров микроклимата зданий (в первую очередь общественных) системы холодоснабжения потребляют значительное количество ресурсов (тепловая энергия, вода и как следствие затраты денежных средств). Мощность холодильной машины может составлять несколько тысяч кВт, а затраты на приобретение, транспортировку, монтаж и пусконаладочные работы – десятки миллионов рублей.

Оптимизация системы холодоснабжения позволяет добиться экономии первоначальных затрат на их устройство, а также снизить потребление энергоресурсов в процессе эксплуатации на 15–25 %.

На практике применяются различные принципиальные схемы холодоснабжения (непосредственное охлаждение, мультизональные фреоновые системы, охлаждение промежуточного теплоносителя, встроенные и выносные конденсаторы с воздушным и водяным охлаждением, промежуточный гликолевый контур, открытые и сухие градирни, орошаемые охладители, фрикулинг, рекуперация сбросного тепла, абсорбционные холодильные машины, комбинированные системы и т.д.).

Выбор оптимальной схемы конфигурации оборудования и режимов работы холодильных станций является сложной задачей, требующей проведения технико-экономических расчётов.

При выборе системы холодоснабжения зачастую возникает конфликт интересов между участниками строительства.

При этом при выборе холодильного оборудования инвестор преследует цель сокращения расходов на строительство самое в результате чего часто приобретает самое дешёвое оборудование, как правило имеющее максимальное потребление материальных ресурсов.

Фирма – поставщик оборудования, продвигая своё вентиляционное оборудование, стремится выиграть тендер. В результате часто предлагаются нерациональные схемы решения инженерных задач (избыточное или недостаточное вентиляционное оборудование).

Эксплуатационные службы заботятся об упрощении и уменьшении работ по техническому обслуживанию, результатом становится выбор завышение первоначальных затрат.

Конечный потребитель стремясь минимизировать расходы на содержание системы делает выбор в пользу самого дорогого энергоэффективного оборудования, однако с непозволительно длинным периодом окупаемости инвестиций.

При выборе систем холодоснабжения для общественных зданий мы должны учитывать:

– Параметры наружного климата. Заданные параметры микроклимата в помещениях общественных зданий следует обеспечивать в пределах расчетных параметров наружного воздуха (СП131.13330). При этом необходимо учитывать изменение климатических параметров в течение года или сезона.

– Расчет теплопоступлений:

Важнейшей величиной, влияющей на требуемую мощность системы холодоснабжения, является поступление тепла через светопрозрачные наружные ограждения здания.

– Требования надёжности, безопасности и экологичности систем холодоснабжения.

Проектирование, монтаж и эксплуатацию систем холодоснабжения следует выполнять с учетом требований безопасности и охраны окружающей среды, нормируемых ГОСТ EN 378-1, 378-2, 378-3, 378-4.

– Выбор безопасных хладагентов.

– Экологическую эффективность систем холодоснабжения по величине вклада в глобальное потепление

В системах холодоснабжения следует использовать холодильные машины и установки, работающие на нетоксичных, экологически безопасных хладагентах, с низкой величиной потенциала глобального потепления ПГП и нулевой озоноразрушающей способностью ОРП [ГОСТ EN 378-1, приложения В, Е].

Экологическая эффективность холодильного оборудования определяется его влиянием на парниковый эффект.

Повышение энергетической эффективности системы является намного более действенным средством снижения парникового эффекта, чем уменьшение величины заправки хладагентом.

– Экономическую эффективность

Для оценки экономической эффективности систем холодоснабжения необходимо определять следующие исходные данные: величину инвестиций  $K$  для каждого вида системы холодоснабжения, расчетное значение ежегодного промежуточного дохода  $\Delta D$  для каждого вида системы холодоснабжения, расчетное значение нормы дисконта  $r$ , срок эксплуатации систем холодоснабжения  $T_{сл}$ .

Классификация систем холодоснабжения зданий:

Выбор системы холодоснабжения здания определяется архитектурно-планировочными решениями и назначением здания. Предлагается следующая классификация систем, графически представленная на рис. А.1.

Способы повышения энергоэффективности систем холодоснабжения:

– Применение современного энергоэффективного оборудования

– Расширение и уточнение экономической обоснованной области применения абсорбционных холодильных машин АБХМ и теплонасосных установок с использованием поверхностных слоев земли ГТСТ (грунта и водоемов).



- Совершенствование принципиальных схем холодоснабжения зданий (уровни резервирования, отказ от промежуточного гликолевого контура, орошаемые градирни, рекуперация тепла/холода и т.п.).
- Улучшение алгоритмов управления оборудованием.
- Уменьшение расчётной мощности системы холодоснабжения за счёт корректного учёта сезонной динамики изменения наружного климата совместно с учётом наличия аккумулирующей способности здания.
- Применение усовершенствованных систем аккумуляции холода.
- Снижение потребности в холоде центральных кондиционеров путём использования косвенного испарительного охлаждения и систем утилизации холода в роторных абсорбционных теплообменниках.
- Рекуперация тепла конденсатора холодильной машины.
- Повышение эффективности холодильного оборудования путем отказа от гликолевого контура.
- Повышение эффективности холодильного оборудования путем использования косвенного испарительного охлаждения приточного воздуха.

#### Библиографический список

1. Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. Москва, «Высшая школа», 1971.
2. Баркалов Б.В., Карпис Е.Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. Москва, Стройиздат, 1971.
3. Богословский В.Н., Кокорин О.Я., Петров Л.В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. Москва, Стройиздат, 1985.
4. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. Издательство физико-математической литературы, Москва, 2003.
5. Рымкевич А.А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха. Издательство «АВОК Северо-Запад», Санкт-Петербург, 2003.
6. Савин В. К. Строительная физика: Энергоперенос, энергоэффективность, энергосбережение. М., «Лазурь», 2005.
7. Тарабанов, М.Г. Кондиционирование воздуха./ АВОК-ПРЕСС, 2015.
8. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Книги 1,2. Москва, Стройиздат, 1992.
9. СТО НОСТРОЙ 2.15.181–2015 «Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Системы холодоснабжения. Монтажные и пусконаладочные работы. Правила, контроль выполнения, требования к результатам работ».
10. СТО НОСТРОЙ 2.23.164–2014 «Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Холодильные центры. Правила проектирования и монтажа, контроль выполнения, требования к результатам работ».
11. Кузьмин, М.П. Энергоэффективность систем кондиционирования / М.П. Кузьмин, Б.П. Харитонов // АВОК. – 2006. – № 6.

12. Тарабанов, М.Г. Классификация систем кондиционирования воздуха // АВОК. – 2011. – № 6. – С. 20-27.
13. Системы кондиционирования воздуха с аккумулятором холода / А.Л. Наумов [и др.] // АВОК. – 2012. – № 3. – С. 52-56.
14. Селиверстов, Ю.М. Экономика систем кондиционирования воздуха с аккумулятором холода / Ю.М. Селиверстов, В.В. Ефремов // АВОК. – 2013. – № 1. – С. 30-33.
15. Кокорин, О.Я. Эффективная система кондиционирования воздуха госпиталя // АВОК. – 2014. – № 1. – С. 82-86.
16. Смирнова, И.Н. Комплекс «Федерация». Системы вентиляции, кондиционирования и холодоснабжения башни «Восток» / И.Н. Смирнова, Н.В. Шилкин, М.Н. Ефремов // АВОК. – 2015. – № 7. – С. 64-70.
17. Сынков, И.В. Особенности выбора климатических параметров при проектировании систем холодоснабжения СКВ // АВОК. – 2016. – № 3. – С. 64-71.
18. Харитонов, Б.П. «Энергоэффективный режим «Даичи». Мир Климата, 2016.
19. Система кондиционирования воздуха с аккумулятором холода для торгового центра / А.Л. Наумов [и др.] // АВОК. – 2017. – № 2. – С. 56-62.
20. Стронгин А.С. Повышение энергоэффективности инженерного оборудования крупных торгово-производственных центров на примере гипермаркетов сети «Глобус». / А.Н. Гаврилов, А.С. Стронгин // АВОК Северо-Запад, 2017. – № 4. – С. 70-72.

# ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ МЖД НА ПРИМЕРЕ ОПЫТА ГК ПИК

*Чудаков М.М., студент 1-го курса магистратуры 3 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Бусахин А.В., доц., к.т.н.*

Строительство многоквартирных жилых домов в Москве и Московской области ведется огромными темпами. Большая часть домов строится как коммерческое жильё.

Крупнейшим застройщиком в Москве и Московской области является ГК ПИК. С начала деятельности (1994 год) было построено более 25 миллиона квадратных метров жилья, обеспечив квартирами 1,5 миллиона человек. Несмотря на ускоренные темпы строительства, дома должны быть выполнены из качественных и безопасных материалов с соблюдением требований нормативной документации.

С каждым годом требования к проектированию, в частности инженерных систем многоквартирных домов возрастают, проживание становится более безопасным и комфортным. Так же на качество возводимого жилья влияет усиливающаяся конкуренция, количество застройщиков на рынке становится всё больше.

Для хорошего самочувствия и высокого уровня трудоспособности каждому человеку необходим свежий и чистый воздух. Обеспечить данное требование может система вентиляции. Эффективность работы систем вентиляции во многом зависит от правильного выполнения инженерных расчетов, применения надежного оборудования и условий эксплуатации.

В данной работе выполнен анализ механической и естественной систем вентиляций, выявлены их преимущества и недостатки на основании опыта строительства многоквартирных жилых домов ГК ПИК.

## 1. Вентиляция с естественным побуждением

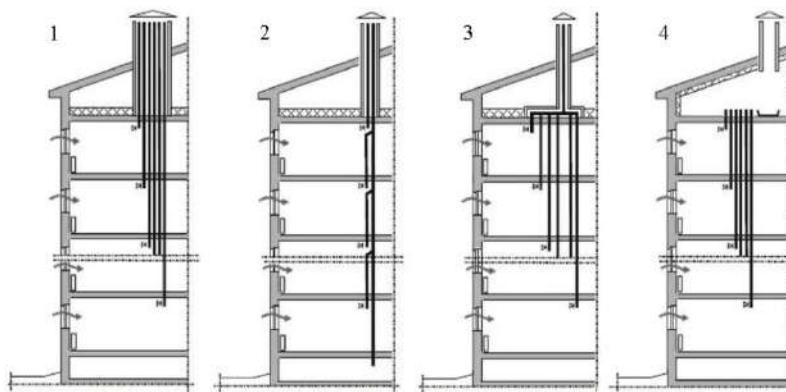
Работа естественной вентиляции основана на разности плотностей наружного и внутреннего (вытяжного) воздуха, система исключает любое оборудование, которое могло бы принудительно побуждать воздушные потоки к движению.

Приток наружного воздуха происходит через открытые форточки помещений или неоднородности ограждающих конструкций. Удаляется воздух через вытяжные решетки на кухнях, ванных комнат, санузлов.

Принципиальные схемы естественной вентиляции рассмотрим на рис. 1.

Наиболее распространенная схема естественной вентиляции в многоквартирных домах Москвы и Московской области, построенных в советское время, является схема с вертикальными сборными каналами (рис. 1, часть 2). Такая схема компактней, чем схемы с индивидуальными канала-

ми, является более аэродинамически устойчивой и отвечает требованиям противопожарной безопасности. Далее, при сравнениях естественной вентиляции с механической, будет принята именно эта схема, как наиболее распространенная и совершенная.

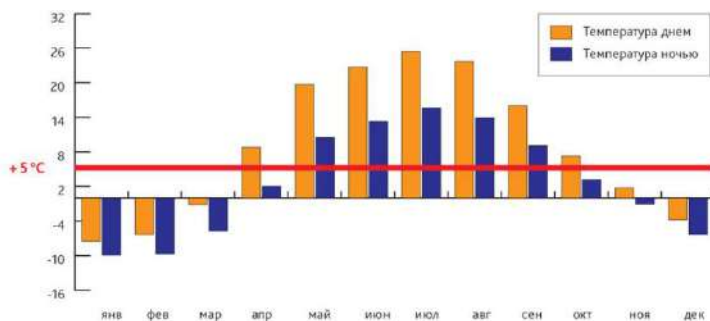


**Рис. 1.** Принципиальные схемы систем естественной вентиляции МЖД:

- 1 – без сборных каналов, 2 – с вертикальными сборными каналами,
- 3 – с горизонтальными сборными каналами на чердаке, 4 – с теплым чердаком

Необходимое условие для правильной работы естественной вентиляции – это температура наружного воздуха не выше  $+5^{\circ}\text{C}$  и безветренная погода. При увеличении температуры наружного воздуха тяга уменьшается.

В связи с этими условиями при применении естественной вентиляции в Москве и области возникает проблема с обеспечением требуемого воздухообмена. На рис. 2 рассмотрим среднюю температуру наружного воздуха по месяцам в Москве днем и ночью в течение года.



**Рис. 2.** График средней температуры наружного воздуха в г. Москва

По графику видно, что более половины года в помещениях квартиры не будет обеспечиваться требуемый воздухообмен, в связи с этим, применение естественной вентиляции в многоквартирных жилых домах Москвы и области не допустимо, согласно пункту 7.1.3 СП60.13330.2020.

## 2. Вентиляция с механическим побуждением

При вступлении в силу новой редакции СП 60 от 2020 года, при проектировании и строительстве многоквартирных жилых домов, будет предусматриваться вентиляция только с механическим побуждением.

Принцип работы механической вентиляции основан на применении оборудования для нагнетания воздуха (вентиляторов).

В отличие, от рассматриваемой ранее, естественной вентиляции, на работоспособность системы не влияет наружная температура и скорость ветра.

Механическая вентиляция делится на приточную и вытяжную.

Цель приточной вентиляции – обеспечить подачу чистого воздуха в помещение. Так же при помощи приточной установки можно изменять параметры воздуха.

В настоящее время воздухопроницаемость ограждающих конструкций стала ниже за счет герметичных пластиковых окон и высокой плотностью наружных ограждений поэтому для обеспечения требуемой инфильтрации необходимо предусмотрение приточной вентиляции.

При проектировании жилых домов ГК ПИК не предусматривает механическую приточную вентиляцию в квартирах, что позволяет сократить затраты на оборудование и увеличить полезную площадь помещений. Приток воздуха в квартиры осуществляется через регулируемые приточные клапаны, встроенные наружное ограждение помещения. Приточные клапаны оборудованы шумоглушителями и фильтрующими элементами.



Рис. 3. Приточный клапан



Вытяжная вентиляция удаляет воздух через вентиляционные решетки в кухнях и санузлах на вентканалах – спутниках, присоединяемых к сборным вертикальным вентканалам через воздушный затвор. В квартирах на последнем этаже предусматривается отдельный осевой вентилятор, для удаления воздуха.

На рис. 4 можно подробнее рассмотреть схему механической вентиляции, применяемой при проектировании многоквартирных жилых домов ГК ПИК.

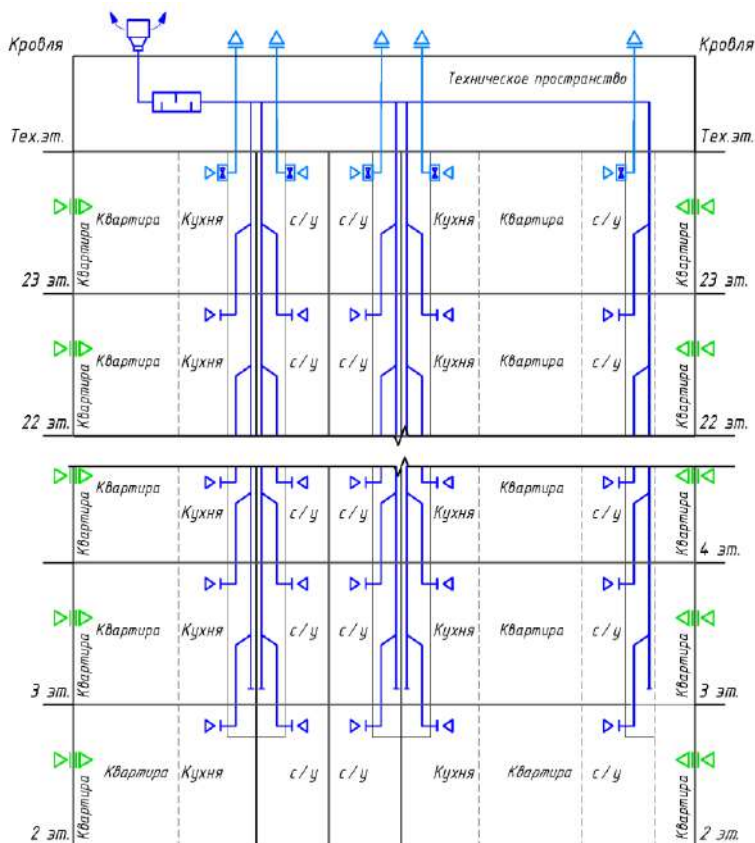


Рис. 4. Принципиальная схема вентиляции в квартирах ГК ПИК

### 3. Сравнение вентиляции с естественным и механическим побуждением для квартир

Обозначим основные преимущества и недостатки механической и естественной вентиляции.

Преимущества механической вентиляции, над естественной:

1. Обеспечение требуемого воздухообмена не зависимо от температуры наружного воздуха и скорости ветра.

2. Уменьшение площади воздуховодов за счет увеличения скорости воздуха, тем самым увеличивается полезная площадь квартиры или др. помещения.

3. Исключено перетягивание воздуха из соседних квартир (такой момент может возникнуть при естественной вентиляции, если в некоторых квартирах будет установлена местная вытяжная установка).

Недостатки механической вентиляции, при сравнении с естественной:

1. Увеличенные инвестиционные затраты на оборудование и монтаж.

2. Затраты на электроэнергию и периодическое обслуживание оборудования при эксплуатации.

3. Необходимость предусматривать шумозащитные мероприятия (например - установка шумоглушителей).

### **Вывод**

Не смотря на возможные экономические преимущества естественной вентиляции (в некоторых случаях применение механической вентиляции будет выгодней за счет уменьшения площади воздуховодов), только механическая может обеспечить требуемый воздухообмен в квартирах Москвы и Московской области. Нарушение воздухообмена в помещении с постоянным прибыванием людей может привести к заболеваниям различного характера, постоянной усталости и сбоям в работе механизмов терморегуляции организма.

Вопрос организации воздухообмена носит комплексный характер, поэтому важно не только грамотно спроектировать систему, но и правильно её смонтировать и эксплуатировать.

При проектировании многоквартирных жилых домов ГК ПИК использовала вытяжную вентиляцию с механическим побуждением еще до вступления в силу СП 60 редакцией от 2020 года, так как основной критерий при проектировании - обеспечение комфортного проживания людей.

### **Библиографический список**

1. СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003\* "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха"». – М.: Минстрой России, 2020. – 154 с.
2. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – Москва: Минрегион России, 2012. – 108 с.
3. Тертичник Е.И. Вентиляция. – М.: Изд-во АСВ, 2015. 608 с.
4. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2. / Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат, 1992. 416 с.

5. Естественная вентиляция жилых зданий [Электронный ресурс]. - НП "АВОК", Режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=67](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=67), свободный.

6. Применение систем механической вентиляции в жилых зданиях [Электронный ресурс]. - НП "АВОК", Режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=6267](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6267), свободный.

## НАГРУЗКИ НА ОТОПЛЕНИЕ ДЛЯ ЗДАНИЙ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ: СРАВНЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ И МЕТОДИК

*Здоровок А.В., студент 4-го курса 12 группы ИИЭСМ  
Озерчук Д.С., студентка 4-го курса 13 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Малявина Е.Г., проф., к.т.н.*

С повышением норм теплозащиты жилых, общественных и производственных зданий нашей страны в 2000-х годах, энергосбережение стало играть более важную роль, чем санитарно-гигиенические условия, но различие теплозащиты зданий различного функционального назначения осталось как при нормировании по санитарно-гигиеническим условиям.

Нормы теплозащиты диктуются не только теплотехническими соображениями, они также существенно влияют на экономику страны. С одной стороны повышение уровня теплозащиты увеличивает капитальные затраты строительства, с другой – снижает расход топлива на отопление, мощность и стоимость инженерных систем, обслуживающих здание [1].

В последние годы опубликовано множество статей о теплозащите зданий, в которых обсуждается масса проблем энергосбережения и обеспечения комфортных условий жизнедеятельности, а также предложены различные мероприятия для улучшения энергетической эффективности зданий. Так, например, в статье [2] указывается важность учёта плотности заселения квартир для правильной оценки необходимого расхода воздуха на вентиляцию помещений, а в статьях [3, 4] предлагается применять мероприятия, направленные на увеличение эффекта от потребления топливно-энергетических ресурсов, при реконструкции зданий. Однако, после повышения норм теплозащиты, нам не встретилось ни одной публикации, в которой обоснована необходимость различных требований к теплозащите зданий различного функционального назначения по условиям энергосбережения. При постоянном увеличении цены на топливо не ясна роль сниженной теплозащиты производственных зданий в формировании стоимости продукции, изготавливаемой в этих зданиях.

Целью настоящей статьи является определение влияния уровня теплозащиты на отопительную нагрузку в различных климатических условиях РФ и сравнение методики расчета теплопотерь, предложенной в СНиП 2.04.05-91 и в Проекте СП 60.13330.2020. Для достижения поставленной цели были определены расчетные теплопотери (отопительная нагрузка) и затраты теплоты в год на отопление пятиэтажных строений, теплозащита и тепловой режим в которых соответствуют нормативам жилого, общественного и производственного зданий.

Предлагаемая статья касается расчетных теплопотерь и расходов теплоты на отопление, поэтому уместно обсудить новшества методики СП 60.13330.2020.

Автор методики расчета теплопотерь СП 60.13330.2020 [5] предлагает вести расчет, учитывая линейные и точечные неоднородности в ограждающих конструкциях каждого отдельно взятого помещения. Но это предложение сложно реализовать, так как теплопотери рассчитывают специалисты по отоплению, а теплотехнический расчёт ограждающих конструкций поручается выполнять архитекторам и конструкторам.

В методике СП 60.13330.2020 не учитываются добавочные теплопотери. Отказ от учёта различной нагрузки в помещениях ориентированных по разным сторонам света аргументирован завышением конвективной части теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции и довольно высокой эксплуатационной влажностью при нормировании величины теплопроводности строительных материалов в СП 50.13330.2012. Но эти утверждения не верны, так как добавка на ориентацию учитывает повышенную влажность не только за счёт меньшего облучения солнцем, но и за счёт более холодных ветров [6].

Также отсутствует добавка на угол из-за учета линейной теплотехнической неоднородности, вносимой изгибом наружной стены. Но этот учет не компенсирует перевод обмера наружных ограждений с наружного на внутренний [5]. Снижение радиационной температуры угловых комнат можно учесть увеличением температуры воздуха в них на 2 °С, но это никак не нормируется в методике СП 60.13330.2020. Без учета снижения радиационной температуры на границе обслуживаемой зоны помещения упразднение этой добавки не корректно [6, 7].

В методике СП 60.13330.2020 расчет количества теплоты, требуемой на нагрев наружного воздуха, врывающегося через входные наружные двери, входит в расчет инфильтрационных теплопотерь. Для этого расчета нужны справочные данные о сопротивлении воздухопроницанию входных дверей. Эти сопротивления в разделе проекта «Энергоэффективность» обычно принимаются в диапазоне 0,12–0,16 м<sup>2</sup>·ч/кг при разности давлений 10 Па, но откуда эти данные взялись – неизвестно.

В данной статье сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций в расчетах приняты равными требуемым сопротивлениям теплопередаче по таблице 3 СП 50.13330. 2012 с Изменением N 1. Считается, что все неоднородности в ограждающих конструкциях уже учтены.

Рассматриваемое нами здание с размерами 29,78×11,98 м имеет пять этажей, высота этажа от пола до пола 3,2 м. Чердак и подвал неотапливаемые. Высота вентиляционной шахты над чердачным перекрытием 3,9 м. Площади наружных ограждающих конструкций выписаны в табл. 1.

Температура внутреннего воздуха основных помещений во всех зданиях принята 20°С, а в жилых комнатах Улан-Удэ и Воркуты 21°С, поскольку температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 в этих городах ниже минус 31°С. Согласно МГСН 3.01-01 температура внутреннего воздуха угловых комнат жилых зданий принята на 2°С выше температуры рядовых комнат. В общественных и производственных помещениях учитывается добавка 5% к основным теплопотерям каждого верти-

кального ограждения помещения. По ГОСТ 30494 в кухнях жилых зданий принята температура 18°C, в лестничных клетках 14°C, а в лестничных клетках общественных и производственных зданий – 16°C.

Таблица 1

**Площади ограждающих конструкций, ориентированных на различные стороны света**

Сторона света	наружных стен, м <sup>2</sup>	окон, м <sup>2</sup>	входных дверей, м <sup>2</sup>	перекрытия над подвалом, м <sup>2</sup>	чердачного перекрытия, м <sup>2</sup>
СВ	363,20	108	5,28	325,6	325,6
ЮВ	169,18	22,5	-		
ЮЗ	363,98	112,5	-		
СЗ	169,18	22,5	-		

Климатические характеристики городов, для которых определялась отопительная нагрузка и расходы теплоты на отопление, выписаны в табл. 2. Города поставлены по убыванию расчетной температуры наружного воздуха для отопления. На отопительную нагрузку, кроме разности внутренней и наружной температуры, также влияет и скорость ветра. Есть города, в которых сочетается низкая расчетная температура и высокая расчетная скорость ветра (Воркута), а есть города, в которых не самая низкая расчетная температура наружного воздуха сочетается с довольно высокой расчетной скоростью ветра (Феодосия). Также видно, что порядок городов по убыванию числа градусосуток отопительного периода не совпадает с порядком городов по убыванию средней температуры наиболее холодной пятидневки, а также с порядком по уменьшению средней температуры отопительного периода, так как важную роль ещё играет продолжительность отопительного периода.

Сопrotивление теплопередаче всех ограждающих конструкций, кроме входной двери в здание, определяется с помощью величины ГСОП, а для входных дверей зависит от температуры наиболее холодной пятидневки. В табл. 3 вписаны сопротивления теплопередаче всех наружных ограждающих конструкций, а также сопротивления воздухопроницанию окон.

Сопrotивление воздухопроницанию окон для жилых и общественных зданий равны, так как предельная величина нормируемой поперечной воздухопроницаемости окон в пластиковых или алюминиевых переплѣтах для зданий обоих функциональных назначений равна 5 кг/(м<sup>2</sup>·ч). В производственных зданиях – не более 8 кг/(м<sup>2</sup>·ч). Поэтому для производственных зданий требуемое сопротивление воздухопроницанию окон существенно ниже. Для входных дверей всех зданий сопротивление воздухопроницанию принято 0,16 м<sup>2</sup>·ч/кг при разности наружного и внутреннего давлений воздуха 10 Па.

Таблица 2

## Климатическая характеристика городов, принятых для расчетов

Район строительства	Температура воздуха наиболее холодной пяти-дневки, °С	Средняя температура воздуха за отопительный период, °С	Продолжительность отопительного периода, сут	Расчётная скорость ветра, м/с	Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней суточной температурой воздуха $\leq 8$ °С	Градусо-сутки отопительного периода, °Ссут/год
Сочи	-2	6,6	94	2,5	3,5	1259
Феодосия	-12	3,6	135	5,4	5 (по Керчи)	2214
Москва	-25	-2,2	205	2	2	4551
Магадан	-29	-7,5	279	4,8	3,9	7972
Улан-Удэ	-35	-10,3	230	2,1	1,9	6969
Воркута	-41	-9,1	306	10,1	5,8	8905

Таблица 3

## Теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций

Район строительства	Приведённое сопротивление теплопередаче, $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$				Расчетное сопротивление воздухопроницанию окон, $m^2 \cdot ч / кг$ , при $\Delta P = 10$ Па
	Наружные стены	Окна	Перекрытие над подвалом и чердачное перекрытие	Входная дверь в здание	
1	2	3	4	5	6
Жилое здание					
Сочи	1,84	0,49	2,47	0,38	0,24
Феодосия	2,17	0,50	2,89	0,55	0,39
Москва	2,99	0,66	3,95	0,77	0,37
Магадан	4,09	0,747	5,35	0,85	0,47
Улан-Удэ	3,84	0,74	5,04	0,95	0,43
Воркута	4,52	0,76	5,91	1,05	0,80

1	2	3	4	5	6
Общественное здание					
Сочи	1,58	0,49	1,74	0,34	0,24
Феодосия	1,86	0,50	2,07	0,49	0,39
Москва	2,57	0,66	2,89	0,69	0,37
Магадан	3,59	0,75	4,09	0,75	0,47
Улан-Удэ	3,29	0,74	3,74	0,84	0,43
Воркута	3,87	0,76	4,42	0,93	0,80
Производственное здание					
Сочи	1,25	0,23	1,25	0,22	0,15
Феодосия	1,44	0,26	1,44	0,32	0,25
Москва	1,91	0,31	1,91	0,44	0,23
Магадан	2,59	0,40	2,59	0,48	0,29
Улан-Удэ	2,39	0,37	2,39	0,54	0,27
Воркута	2,78	0,42	2,78	0,60	0,50

Заметно, что сопротивления теплопередачи стен и перекрытий последовательно снижается от жилых зданий к производственным, причём значительно. Но, как мы уже говорили ранее, логика этого снижения или не была опубликована никогда, или затерялась в веках. Различные нормы теплозащиты для зданий разного назначения могут помешать при перепрофилировании функционального назначения здания, что иногда требуется.

Расчетные теплотери зданий через каждую ограждающую конструкцию приведены в табл. 4. Трансмиссионные теплотери через окна общественных и жилых зданий различны, так как в кухнях более низкая температура.

Расчетное значение температуры наружного воздуха в Магадане значительно отличается от значений температур в Москве и Феодосии. Но, несмотря на это, расчетные трансмиссионные теплотери через наружные стены, перекрытия над неотапливаемыми подвалами и чердачные перекрытия в Магадане меньше. Это можно объяснить соотношением требуемых сопротивлений теплопередаче ограждений, взятых по ГСОП в разных городах.

Немалую роль на потребность в теплоте на нагрев инфильтрационного воздуха, проникающего через окна, оказывает расчетная скорость ветра. Так, например, в Улан-Удэ эти теплотери меньше, чем в Феодосии.

Расчет затрат теплоты на нагрев воздуха, проникающего через неплотности в окнах, в СНиП 2.04.05-91 и СП 60 производится по одинаковым



методикам. Теплопотери на нагрев инфильтрационного воздуха, проникающего через входные двойные двери с тамбуром, вычислены добавкой  $0,27H$  к основным теплопотерям, где  $H$  – высота от земли до верха вентиляционной шахты. По методике СП 60 этот расчет выполнен с учетом разности давлений воздуха, которые формируются под действием ветрового и теплового напоров на наружной и внутренней поверхностях дверей и сопротивления воздухопроницанию. В расчете в суммарных теплопотерях учтены инфильтрационные теплопотери по действующим нормам СП 60. Сопротивление воздухопроницанию входных дверей в жилых, общественных и производственных зданиях принято одинаковым, но из-за различий в температуре лестничных клеток инфильтрационные теплопотери через входные двери в зданиях различны.

Таблица 4

### Структура теплопотерь зданий

Район строительства	Трансмиссионные, Вт, через					Инфильтрационные, Вт, через		
	стены	окна	входные двери	чердачное перекрытие	перекрытие над подвалом	окна	входные двери по СП 60	входные двери по СНиП 2.04.05-91
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Жилое здание</b>								
Сочи	13668	12353	244	2185,67	1457,11	3652,61	123,69	1193,12
Феодосия	16784	17596	274	2727,97	1818,65	7578,53	253,53	1340,35
Москва	17081	19045	294	2813,84	1875,89	6154,61	470,05	1437,53
Магадан	13590	18423	294	2263,32	1508,88	9030,93	546,92	1438,66
Улан-Удэ	16445	21078	298	2723,98	1815,99	7484,54	671,12	1458,79
Воркута	15468	22866	303	2575,29	1716,86	16926,48	805,97	1481,48
<b>Общественное здание</b>								
Сочи	15955	12422	310	3073,79	2049,19	3652,61	129,72	1513,70
Феодосия	19715	17922	331	3776,39	2517,59	7578,53	261,36	1618,81
Москва	20196	19087	345	3825,44	2550,30	6154,61	479,60	1685,62
Магадан	15714	18540	348	2948,51	1965,68	9030,93	556,92	1699,05
Улан-Удэ	19263	21106	351	3624,27	2416,18	7484,54	681,71	1715,52
Воркута	18168	22823	354	3405,96	2270,64	16926,48	817,09	1728,76

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Производственное здание								
Сочи	20109	26488	482	4274,16	2849,44	5844,17	129,72	2354,64
Феодосия	25473	35443	515	5430,85	3620,56	12125,65	261,36	2518,15
Москва	27122	40236	537	5793,34	3862,23	9847,37	479,60	2622,08
Магадан	21754	34811	541	4648,50	3099,00	14449,49	556,92	2642,96
Улан-Удэ	26481	41719	546	5661,16	3774,10	11975,26	681,71	2668,59
Воркута	25293	40992	550	5409,30	3606,20	27082,37	817,09	2689,18

Значения теплопотерь на нагрев инфильтрационного воздуха, врывающегося через входные двери, по старой методике были значительно завышены, поскольку старая методика учитывает сопротивление теплопередаче дверей. В методике СП 60 на инфильтрационные теплопотери через входные двери влияют только расчетная температура наружного воздуха и аэродинамические характеристики дверей, а также она учитывает влияние скорости ветра, что можно увидеть, сравнив инфильтрационные теплопотери в Улан-Удэ и Воркуте, и в Сочи и Феодосии.

Проанализировав структуру теплопотерь в табл. 4, можно увидеть, что инфильтрационные теплопотери через окна больше суммы трансмиссионных теплопотерь через чердачное перекрытие и перекрытие над неотапливаемом подвалом вне зависимости от расчетной скорости ветра во всех рассматриваемых городах. Сопротивления воздухопроницанию окон приняты по величине требуемых значений, исходя из нормируемых воздухопроницаемостей окон. В настоящее время чаще всего применяются более плотные окна.

В табл. 5 приведены расчетные трансмиссионные и инфильтрационные теплопотери, а также сезонные затраты теплоты на отопление.

Сравнивая порядок городов по убыванию суммарных теплопотерь и суммарных затрат теплоты, можно увидеть, что этот порядок разный. В списке по убыванию суммарных затрат теплоты для зданий различного функционального назначения вторым является город Магадан, а по убыванию величины расчетных теплопотерь – Улан-Удэ.

В сравнении соотношения нагрузок на систему отопления и сезонных затрат теплоты для жилых, общественных и производственных зданий не было отмечено ничего необычного: в производственных зданиях эта нагрузка наибольшая, а в жилых – наименьшая. В производственных зданиях нагрузка возрастает в 1,75–1,86 раз. Без проведения специальных исследований мы не можем однозначно сказать, что это является экономически выгодным.

## Расчетные теплопотери здания и расход теплоты на отопление

Район строительства	Расчетные теплопотери, Вт			Сезонные затраты теплоты, кВт·ч		
	трансмиссионные	инфильтрационные	суммарные	трансмиссионные	инфильтрационные	суммарные
Жилое здание						
Сочи	29908	3776,30	33684,62	42256,26	6347,81	48604
Феодосия	39201	7832,06	47033,61	66789,88	10697,32	77487
Москва	41111	6624,65	47736,33	101617,48	10177,79	111795
Магадан	36080	9577,85	45658,62	142333,29	25392,55	167725
Улан-Удэ	42362	8155,66	50518,65	128959,80	15173,54	144133
Воркута	42929	17732,44	60662,13	149660,48	26852,49	176512
Общественное здание						
Сочи	33811	3846,18	37657,40	48556,67	6347,81	54904
Феодосия	44263	7960,91	52224,32	75557,08	10697,32	86254
Москва	46004	6723,76	52727,98	114892,83	10177,79	125070
Магадан	39517	9726,40	49243,66	156329,96	25392,55	181722
Улан-Удэ	46761	8267,84	55029,70	144368,49	15173,54	159542
Воркута	47023	18080,62	65103,83	166289,69	26852,49	193142
Производственное здание						
Сочи	54203	5973,89	60177,27	76832,32	10137,32	86969
Феодосия	70484	12387,01	82871,24	119362,79	16664,87	136027
Москва	77551	10326,97	87878,06	191882,51	16358,40	208240
Магадан	64854	15006,40	79860,70	255919,98	41127,25	297047
Улан-Удэ	78181	12656,97	90838,91	240241,71	24143,01	264384
Воркута	75852	27899,45	103751,8	268066,58	42933,06	310999

Выводы. 1. Различные нормы теплозащиты зданий различного функционального назначения усложняют проектирование зданий и в ряде случаев могут быть препятствием для перепрофилирования назначения здания.

2. Принятые нормы теплозащиты зданий различного функционального назначения необходимо экономически обосновать.

3. Несмотря на то, что требуемые сопротивления теплопередаче и воздухопроницанию ограждающих конструкций нормируются исходя из попытки выровнять затраты теплоты на отопление в различных районах РФ, видно, что работы в этом направлении еще много. Может не стоит выравнивать, а стоит в нормах учесть стоимость топлива в различных районах РФ.

4. Желательно согласовать подход к выбору теплозащиты наружных входных дверей с подходом к выбору теплозащиты остальных наружных ограждающих конструкций и привести справочные данные по реальному сопротивлению воздухопроницанию входных дверей с тамбурами и без.

5. В методике расчета теплопотерь необходимо повышением расчетной температуры углового помещения или добавкой к основным теплопотерям учесть дополнительное возрастание теплопотерь в этом помещении не из-за кривизны наружной стены.

6. Необходимо также вернуть добавки на ориентацию по сторонам света в методику расчета теплопотерь, так как они учитывают различную влажность строительных материалов стен, выходящих на разные стороны.

#### Библиографический список

1. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Экономическое обоснование выбора теплозащиты офисных зданий. Известия вузов. Строительство. 2018. №9. С. 56 – 65.

2. Ананьев А.И., Рымаров А.Г., Войтович Е.В., Латушкин А.П. Влияние социальных факторов на требуемый уровень тепловой защиты наружных стен жилых зданий // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 7 (106). С. 741–746. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.7.741-746.

3. Леонова А.Н., Курочка М.В. Методы повышения энергоэффективности зданий при реконструкции // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 7 (118). С. 805–813. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.7.805-813.

4. Осипов С.Н. О некоторых особенностях энергоснабжения жилых зданий в отопительный период / С.Н. Осипов, В.М. Пилипенко // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. 2017. Т. 60, № 1. С. 77–96. DOI: 10.21122/1029-7448-2017-60-1-77-96.

5. Неклюдов А.Ю. Расчет характеристик энергопотребления здания при определении трансмиссионных тепловых потерь. Жилищное строительство. 2016. №7. С 11 – 14.

6. Сканава А.Н. Конструирование и расчет систем водяного и воздушного отопления зданий. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1983. 304 с.

7. Малявина Е.Г., Умнякова Н.П. Величина добавки к основным теплопотерям помещения с числом наружных стен более одной. Технология текстильной промышленности. №2 (368). 2017. С. 291 – 296.

## СРАВНЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К УРОВНЮ ТЕПЛОЗАЩИТЫ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ В СТРАНАХ ЕС И РОССИИ

*Петров Г.А., студень 4-го курса 13 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Фролова А.А., доц., к.т.н.*

В каждой современной стране существуют требования к уровню теплозащиты здания. Эти требования в первую очередь направлены на увеличение энергоэффективности здания [1-3]. Передовыми в этом направлении являются нормы Европейского союза (далее ЕС), которые каждые 5 лет пересматриваются для ужесточения требований. Однако каждая страна ЕС обособленно выпускает свои нормы тепловой защиты, которые сильно отличаются друг от друга из-за таких факторов как: климатические, экономические, а также политики в области энергосбережения [4].

В ЕС в качестве основной характеристики ограждающей конструкции принят U-фактор – коэффициент теплопередачи однородной ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), без учета имеющихся в ней мостиков холода, искривлений и т.д [5]. Именно допуски по этим однородностям каждая страна регулирует отдельно, что влечет сильное изменение самого U-фактора для каждой страны.

Эта интересная особенность расчета и заставила нас сравнить наши нормативные документы и зарубежные, и понять, насколько сильно они отличаются, и в какую сторону.

В качестве примеров для сравнения, были выбраны нормы следующих европейских странах:

1. Финляндия - National Building Code of Finland 2012 – Section D3 on Energy Management in Buildings;
2. Швеция - Boverket's Building Regulations, BBR18 - (BFS 2011:26);
3. Ирландия - Building Regulations: Part L Conservation of Fuel and Energy: Dwellings and Part L - Conservation of Fuel and Energy Buildings other than Dwellings;
4. Германия - Energy Conservation Regulations (EnEV);
5. Дания - Building Regulation 10 (BR10);
6. Англия и Уэльс - The Building Regulations 2010 Conservation of fuel and power in new dwellings (L1A) and in new buildings other than dwellings (L2A);
7. Австрия - OIB - Richtlinie 6;
8. Нидерланды - Bouwbesluit 2012 - Chapter 5 (NEN 7120:2011).

Методики расчета в России и ЕС существенно отличаются: в ЕС при расчете ГСОП температура внутреннего воздуха принимается равной 18 °C для общественных зданий, а температура наружного воздуха, при которой начинается отопительный период, принимается равной 15,5 °C. Именно поэтому требуется пересчет ГСОП для возможности сравнения уровней тепловой защиты здания [6].

Величина  $U$ -фактора в ряде стран (Германия, Финляндия) не привязана к климатическим различиям конкретных районов страны, а представлена в нормативных документах для страны в целом. Нормируемые величины  $U$ -фактора для различных европейских стран и значения ГСОП для них сведены в график.

Минимальные требования по уровню тепловой защиты в России установлены в своде правил 50.13330.2012 (далее СП 50). В нем установлены на двух уровнях требуемые сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций  $R_0^{TP}$ ,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ ,

– приведенное сопротивление теплопередаче реальной конструкции  $R_0^{IP}$ ,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ , по условиям энергосбережения должно быть равно базовому значению требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции  $R_0^{TP}$ ,

– приведенное сопротивление теплопередаче реальной конструкции  $R_0^{IP}$ ,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ , при условии не превышения нормируемых СП 50 величин удельного годового потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию, может быть уменьшено понижающими коэффициентами к рассчитанным требуемым сопротивлениям теплопередаче по энергосбережению:  $R_0^{IP} = R_0^{TP} \cdot m_p$  при  $m_p = 0,63$  для стен,  $m_p = 0,80$  для остальных ограждающих конструкций (кроме светопрозрачных),  $m_p = 1,00$  для светопрозрачных конструкций.

Для определения этих величин необходимо рассчитать ГСОП по формуле (1):

$$ГСОП = (t_g - t_{om}) \cdot z_{om} \quad (1)$$

где  $t_{om}$ ,  $z_{om}$  - средняя температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ , и продолжительность, сут/год, отопительного периода, которые по СП 131.13330.2012 принимаются с учетом температуры начала и окончания отопительного периода равной  $8^{\circ}\text{C}$ ;  $t_g$  - расчетная температура внутреннего воздуха здания,  $^{\circ}\text{C}$ , принимаемая в РФ по ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» для административных и офисных зданий равной  $20^{\circ}\text{C}$ .

В нормативном документе РФ по теплозащите зданий  $U$ -фактор определяется по формуле (2), как величина обратная условному сопротивлению теплопередаче ограждающей конструкции  $R_0^{усл}$  то есть сопротивлению теплопередаче однородной части конструкции,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ , которое может быть определено сложением термических сопротивлений всех ее слоев и сопротивлений теплоотдаче на обеих поверхностях конструкции:

$$U_{\max} = \frac{1}{R_0^{усл}} \quad (2)$$

Для пересчета нормируемого значения приведенного сопротивления теплопередаче в U-фактор можно использовать коэффициент теплотехнической однородности  $r$ , который являясь вспомогательной величиной, характеризует эффективность утепления конструкции и определяется по формуле:

$$r = R_0^{np} \cdot \frac{1}{R_0^{усл}} = R_0^{np} \cdot U_{\max} \quad (3)$$

где  $R_0^{TP}$  – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ )/Вт, следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, (ГСОП),  $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$ , региона строительства;  $R_0^{усл}$  – осредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания либо выделенной ограждающей конструкции, ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ )/Вт;  $U_{\max}$  – максимально допустимый европейскими нормами коэффициент теплопередачи однородной  $i$ -той части фрагмента теплозащитной оболочки здания (удельные потери теплоты через плоски элемент  $i$ -го вида), Вт/( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ ).

Таким образом, задача состоит в том, чтобы найти города со значениями ГСОП, рассчитанными по европейской методике, близкими к значениям ГСОП для европейских стран. Затем, для выбранных городов определить значение ГСОП по российской методике и определить по нормам соответствующие этим ГСОП расчетные значения  $R_0^{IP}$ . После этого, пользуясь указанными значениями коэффициента теплотехнической однородности, найти величину  $U_{\max}$ .

Для сравнения выбраны конструкции с двумя типами фасада здания: системы фасадные теплоизоляционные композиционные (далее СФТК) с наружными штукатурными слоями и навесные фасадные системы (далее НФС). Из обобщения результатов многовариантных расчетов приведенных сопротивлений теплопередаче выяснено, что СФТК соответствует среднее значение коэффициента теплотехнической однородности  $r=0,7$ , а НФС  $r=0,5$ . Указанное расхождение в значениях коэффициента теплотехнической однородности свидетельствует о том, что в РФ при одном и том же приведенном сопротивлении теплопередаче  $R_0^{IP}$  наружных стен с различным фасадом их условные сопротивления теплопередаче  $R_0^{усл}$  окажутся различными. Поэтому европейские нормы теплозащиты могут быть ближе

к теплозащите одной конструкции и расходиться с теплозащитой другой, хотя эти конструкции соответствуют одной норме РФ по приведенному сопротивлению теплопередаче.

Результаты расчетов для выбранных городов представлены на рис. 1.



**Рис. 1.** Сравнение  $U_{max}$  в городах России и ЕС

Сравнивая полученные можно заметить, что в большинстве случаев нормирование в Европейских странах жестче. Эта закономерность прослеживается из-за ужесточения политики в области энергосбережения.

Обработывая результаты с диаграммы, замечаем серьезное усиление нормативных документов ЕС для ряда стран: Финляндии, Швеции и Ирландии. В сравнении Германии, Дании и Англии замечаем усиленные требования для навесных фасадных систем и смягченные требования для теплоизоляционных композитных систем.

Неожиданная ситуация происходит с нормами Австрии и Нидерландов, которые в сравнении с Российскими городами сильно заметно уступают.

Вывод. Различия в методиках приводят к достаточно большому разбросу ГСОП и расхождению значений из-за не включения теплотехнических неоднородностей в конструкции. Кроме того, для выбора того или иного теплозащиты необходимо рассматривать годовое энергопотребление системами климатизации, а не только учитывать затраты теплоты в отопительный период года [7]. Важен в этом вопросе и экономический подход к затратам на поддержание допустимых параметров микроклимата в течение года и затратам на устройство дополнительного доутепления ограждающих конструкций с целью повышения сопротивления теплопередаче. Таким образом, общего подхода по нормированию теплозащиты ограждающих конструкций нет и для адекватной оценки необходимо учитывать как климатические, так и экономические особенности района строительства.



## Библиографический список

1. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Влияние климатических особенностей района строительства на уровень энергоэффективной тепловой защиты административных зданий сельскохозяйственного назначения // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 111-114.
2. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Экономическое обоснование выбора теплозащиты офисных зданий // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2018. №9 (717). С. 56-65.
3. Самарин О.Д., Лушин К.И. Оценка влияния изменения климата на энергопотребление систем обеспечения микроклимата зданий // Жилищное строительство. 2020. №1-2. С. 21-24.
4. Горшков А.С., Миков В.Л. Проектирование ограждающих конструкций в странах Европейского союза и России // Светопрозрачные конструкции. 2017. №5(115). С. 46-54.
5. Гагарин В.Г., Дмитриев К.А. Учет теплотехнических неоднородностей при оценке теплозащиты ограждающих конструкций в России европейских странах // Строительные материалы. 2013. №6. С. 14-16.
6. Гагарин В.Г., Чжоу Чжибо. О расчете градусо-суток отопительного периода при различных значениях граничных температур // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды: докл. 16-й Междун. конф., Флоренция, 16-29 сент. 2018г. Волгоград: ВолгГМУ, 2018, С. 183-190.
7. Катцов В.М. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. Санкт-Петербург. ФГБУ «ГГО». 2017. 106 с.

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ С НАРУЖНЫМИ СТЕНАМИ ИЗ КЕРАМЗИТОПЕНОБЕТОННЫХ БЛОКОВ

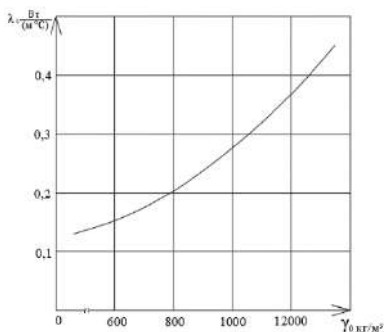
*Денищikov Н.А., студент 4-го курса 13 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Рымаров А.Г., доц., к.т.н.*

Энергосбережение в реалиях современного строительства зданий в России одна из самых важных задач, которую зачастую пытаются решить за счет современных утеплительных материалов. Однако, добиться снижения теплопотерь через наружные стены здания, можно и другим путем. Например, за счет создания наружных стен из послойного формирования керамзитопенобетонных блоков.

### Теплофизические свойства керамзитобетона

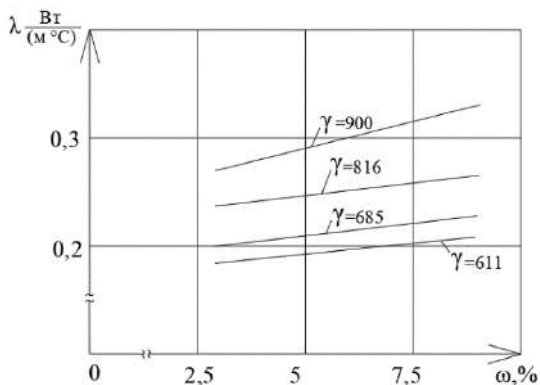
При эксплуатации конструкций однородной структуры, выполненной из керамзитопенобетона в холодный период максимальное количество влаги накапливается примерно на удалении 0,5-0,33 от толщины стены считая от наружной поверхности наружной стены. В этой ситуации видется целесообразным в этой области предусмотреть строительный материал с меньшим влагопоглощением, такое решение позволяет повысить теплозащитные характеристики наружных стен. Сделать такую конструкцию стены возможно только при послойном формировании керамзитобетонных блоков с различающимися теплотехническими свойствами по толщине

Зависимость коэффициента теплопроводности в сухом состоянии от плотности (рис. 1) не линейная. Важно отметить, что существенное отклонение от линейного характера зависимости происходит при  $\rho$  керамзитопенобетона от 800-1200  $\text{кг}/\text{м}^3$ . В данной области  $\rho$  (800-1200  $\text{кг}/\text{м}^3$ ) характер зависимости близок к пропорциональной функции. С увеличением пористости темп роста коэффициента теплопроводности  $\lambda$  увеличивается.



**Рис. 1** Зависимость коэффициента теплопроводности керамзитопенобетонных блоков от плотности в сухом состоянии

На рис. 1 приведенные зависимости соответствуют сухому состоянию керамзитопенобетона. Однако при эксплуатации мы имеем дело с условиями эксплуатации «А» или «Б», и в этих условиях теплопроводность материала ощутимо отличается от сухого состояния (рис. 2). Следует отметить, что теплопроводность  $\lambda$  материала дополнительно также зависит от переноса пара (влагопередача).



**Рис. 2.** Зависимость коэффициента теплопроводности керамзитопенобетонных блоков различной плотности от влагосодержания

На рис.2 зависимость коэффициента теплопроводности  $\lambda$  от влажности описывается прямыми линиями. При снижении влажности линии сближаются, при увеличении расходятся. В сравнении с керамзитобетоном значение коэффициента теплопроводности  $\lambda$  у керамзитопенобетона соответствует керамзитобетону, имеющему  $\lambda=0,20$  Вт/(м $\times$ °С). В сравнении с пенобетоном при той же плотности значение коэффициента теплопроводности  $\lambda$  соответствует  $0,22$  Вт/(м $\times$ °С), т. е. несколько большую величину, превышающую на 10 %. При плотности 700–900 кг/м<sup>3</sup> эта разница увеличивается до величины  $0,27$ – $0,37$  Вт/(м $\times$ °С).

Соседство в конструкции стены двух материалов с существенно отличающимися влажностными характеристиками в условиях эксплуатации будет способствовать снижению влажностного режима наружной стены и повышению теплозащитных качеств.

Линии на рис. 3 отображают сорбцию и десорбцию. Данные графики нам показывают, что керамзитопенобетон  $\rho = 680$  кг/м<sup>3</sup> имеет меньшую способностью поглощать влагу из воздуха в сравнении с плотным керамзитопенобетонном, например, с плотностью  $\rho = 840$  кг/м<sup>3</sup> и, тем более, с плотностью  $\rho = 1100$  кг/м<sup>3</sup>. Можно обратить внимание, что как правило изотермы сорбции имеют меньшую влагопоглощающую способность керамзитопенобетона при низкой плотности материала в сравнении с более плотным. Данный факт обусловлен большим значением коэффициента паропроницаемости.

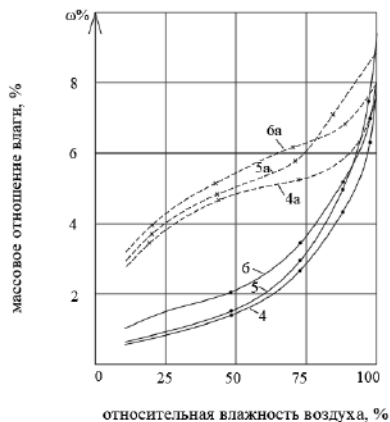
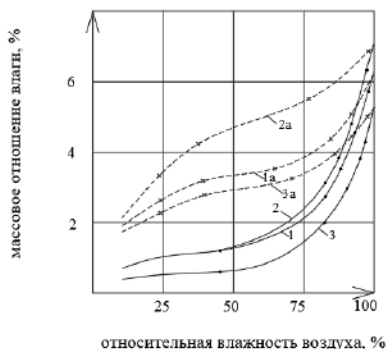


Рис.3. Изотермы сорбции и десорбции керамзитопенобетона различной плотности  
 1, 2, 3, 4, 5, 6 - сорбция; 3, 3а - то же,  $\gamma = 670 \text{ кг/м}^3$ ;  
 1а, 2а, 3а, 4а, 5а, 6а - десорбция; 4, 4а - то же,  $\gamma = 810 \text{ кг/м}^3$ ;  
 1, 1а - керамзитопенобетон  $\gamma = 870 \text{ кг/м}^3$ ; 5, 5а - то же,  $\gamma = 840 \text{ кг/м}^3$ ;  
 2, 2а - то же,  $\gamma = 1090 \text{ кг/м}^3$ ; 6, 6а - то же,  $\gamma = 1110 \text{ кг/м}^3$ ;

Рис. 3. Изотермы сорбции керамзитопенобетона различной плотности  
 1, 2, 3, 4, 5, 6 – сорбция; 1а, 2а, 3а, 4а, 5а, 6а – десорбция; 1, 1а – керамзитопенобетон  
 $870 \text{ кг/м}^3$ ; 2, 2а – то же  $1090 \text{ кг/м}^3$ ; 3, 3а – то же  $670 \text{ кг/м}^3$ ; 4, 4а – то же  $810 \text{ кг/м}^3$ ;  
 5, 5а – то же  $840 \text{ кг/м}^3$ ; 6, 6а – то же  $1110 \text{ кг/м}^3$

## Вывод

Произведённый в данной работе анализ влажностного режима однородных фрагментов наружных стен из керамзитопенобетона различной плотности показывает нам значительно меньшую способность накапливать в себя влагу керамзитобетоном с  $\rho = 600\text{--}715 \text{ кг/м}^3$  в сравнении с  $\rho = 850\text{--}1100 \text{ кг/м}^3$  в условиях эксплуатации из-за низких сорбционных свойств и способности отдавать влагу наружному воздуху за счет большей паропроницаемости.

## Библиографический список

1. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
2. СНиП 23-02 Расчетные теплотехнические показатели бетонов на природных пористых заполнителях, теплоемкость, теплопроводность и теплоусвоение в зависимости от плотности и влажности, паропроницаемость.
3. СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.
4. СНиП II-22-81 Каменные и армокаменные конструкции.
5. ГОСТ 6133-2019 Камни бетонные стеновые.

# СПОСОБЫ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Никишова А.А., студент 3-го курса 11 группы ИИЭСМ НИУ МГСУ  
Научный руководитель – Зубарев К.П., ст. преп., к.т.н.*

## Аннотация

В связи с различными назначениями зданий и сооружений, климатическими и инфраструктурными условиями, разнообразием архитектурных и технических решений проектировщиками используются различные способы отопления здания. В статье рассматривается разнообразие систем отопления и отопительных приборов в соответствии с назначением здания или сооружения.

## Введение

В связи с климатическими условиями, долгими переходным и холодным периодами года, когда температура наружного воздуха опускается меньше 8-10 °С, вопрос отопления всех зданий и сооружений является наиболее актуальным. Исследователи изучают преимущества и недостатки тех или иных систем. При проектировании новых и реконструкции старых зданий и сооружений используют различные системы отопления и виды отопительных приборов. В настоящее время всё ещё актуален поиск новых, видоизменение и улучшение старых решений в области отопления зданий и сооружений. Исследователи ищут наиболее экономически выгодные и эффективные способы отопления, конфигурации и материалы для отопительных приборов [1-14].

## Обзор литературы

### Энергоэффективность системы отопления

Ищенко А.В., канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии и организация строительного производства», Национального исследовательского Московского государственного строительного университета с соавторами рассматривали альтернативный вариант отопительной системой в многоэтажных жилых зданиях с помощью водяных теплых полов. Ими были проанализированы различные показатели целесообразности использования и представлены сравнения преимуществ и недостатков систем с конвективно-лучистыми радиаторами отопительными приборами и водяных тёплых полов. Проведенные исследования говорят об некотором удорожании первоначальных затрат на установку систем водяных теплых полов за счёт цены оборудования, по сравнению с обычной системой, но за счет снижения температуры подаваемого теплоносителя разницы теплоносителя до

55°C, затраты на его нагрев снизятся. Система теплых полов дает возможность снизить среднюю температуру воздуха в обогреваемом помещении на 1–2 °С без ухудшения условий комфорта человека, что приведёт к экономии электроэнергии на нагрев помещения на 6-12%, а при высоте потолков более 3 м до 50%. Это говорит о более высокой энергоэффективности тёплых полов, чем у систем с радиаторами [15].

Усиков С.М. к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский Государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) рассмотрел варианты оценки электрического потребления и определил энергетическую эффективность двухтрубной насосной системы водяного отопления. При эксплуатации зданий расходуется тепловая и электрическая энергии, тепловая расходуется на компенсацию тепловых потерь зданием и на дополнительные конструктивные издержки системы, электрическая на обеспечение работы циркуляционных, смесительных и подпиточных насосов, на работу средств автоматического регулирования на источнике теплоты. Разработана методика для оценки энергетической эффективности системы отопления с точки зрения потребления электроэнергии с помощью безразмерного коэффициента  $\eta_{эл}$ , %. Коэффициент  $\eta_{эл}$  учитывает конструктивные и эксплуатационные особенности системы, при превышении 100% в расчете и выборе оборудования при конструировании системы есть ошибка, этот коэффициент  $\eta_{эл}$  может служить показателем энергетической эффективности системы [16].

Представлен безразмерный коэффициент, предложенный Усиковым С.М. [16]:

$$\eta_{эл} = 100 \frac{N_{мин.н}}{N_{нас}}. \quad (1)$$

где  $\eta_{эл}$  – безразмерный коэффициент оценки энергетической эффективности системы отопления, %;  $N_{мин.н}$  – минимально необходимые затраты электроэнергии для качественной работы системы отопления, Вт;  $N_{нас}$  – потребляемая мощность смесительным, циркуляционным, или смесительно-циркуляционным насосом системы отопления, Вт (определяется согласно проектной документации).

На базе данного исследования могут быть разработаны нормативные документы, оценивающие энергетическую эффективность систем отопления [16].

Тихомиров Д.А., доктор технических наук, Всероссийский институт электрификации сельского хозяйства с соавторами разработали теплоаккумуляционный электроотопительный прибор для животноводческих помещений, в котором помимо теплоаккумулирующего сердечника с установленными электрическими нагревательными элементами (ТЭН), установлен

электроконвектор прямого нагрева с оперёнными ТЭНами, позволяющий поддерживать необходимую температуру в отапливаемом помещении в режиме “зарядки” прибора. Представлен теплоаккумуляционный электроотопительный прибор для животноводческих помещений (рис. 1).



**Рис. 1.** Теплоаккумуляционный электроотопительный прибор для животноводческих помещений [17]

Представлен электроконвектор прямого нагрева (рис. 2).



**Рис. 2.** Электроконвектор прямого нагрева [17]

Данный прибор позволяет повысить эффективность использования энергоносителей в сельскохозяйственном производстве за счет снижения затраты энергии на производство продукции. В связи с явлением “ночных провалов” суточного графика потребления электроэнергии существует дифференцированный тариф оплаты электроэнергии в ночные часы. За счёт аккумуляции энергии данной установкой возможно снижение затрат на оплату электроэнергии до 40% [17].

Никитеным М.Н. кандидатом технических наук, доцентом кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарского государственного технического университета проводились исследования численных моделей установок отопительных приборов разными вариантами. В ходе которого были получены коэффициенты теплоотдачи и проанализирована эффективность прибора при разных установках, показывающая, что при установке под подоконником снижается эффективность на 3-4%, наличие экрана увеличивает эффективность на 8-10%, снижение температуры теплоносителя снижает эффективность на 13-18%. По полученным данным был сделан вывод, что эффективность отопительных приборов зависит от множества факторов и индивидуальный расчёт интенсивности теплоотдачи необходим для каждого случая [18].

Чулков А.А. из Самарского государственного технического университета с соавторами проводили исследования динамических характеристик (показатель номинального теплового потока и время выхода прибора на стационарный режим работы (время нагрева) алюминиевых, чугунных и биметаллических радиаторов. В связи с постановлением правительства об экономии тепловой энергии предложено осуществлять прерывистый режим теплоподдачи, что приводит к нестационарному тепловому режиму помещений. В таком случае для подбора отопительных приборов важную роль сыграют показатель номинального теплового потока и время выхода прибора на стационарный режим работы. В ходе экспериментальных определений динамических характеристик отопительных приборов было выявлено несовпадение между ними и расчетными и результатами. Ими была разработана инженерная методика расчета динамических характеристик отопительных приборов. Так же было выявлено, что в условиях прерывистого отопления целесообразно использовать алюминиевые и биметаллические радиаторы [19].

### **Применение новых материалов**

Околелов В.В. с соавтором запатентовали шестислойную трубу для систем отопления и горячего водоснабжения, армированная стекловолокном. Главные особенности данной разработки – это материал, используемый для производства, полипропилен, а также повышение прочности и барьерных свойств по отношению к кислороду. Эта труба содержит 6 слоев, внутренний слой, изготовленный из гибкого термостабилизированного полибутилена, адгезивный слой, соединяющий внутренний слой с после-



дующим за ним алюминиевым слоем, который образует барьер для кислорода, далее идет адгезивный слой, который соединяет алюминиевый слой со слоем из полиэфирных волокон, и за ним – наружный слой из полиэтилена высокого качества [20].

Гуреев В.М. кандидат тех. наук Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева с соавторами предложили для уменьшения затрат на производство отопительных приборов использовать неметаллический материал полипропилен PPRC. Исследования показали, что данный материал позволяет делать эксплуатацию более безопасной, за счёт низкого коэффициента теплопроводности. Полипропилен вполне может стать новым материалом для промышленного изготовления отопительных приборов [21].

### **Теплый пол как разновидность системы отопления**

Сейчас всё чаще применяются новые архитектурные решения. Сплошное остекление - это красиво и необычно, такое остекление применяют в торговых центрах, в офисных и жилых зданиях, в частных загородных домах. Производители настенных конвекторов и радиаторов не предполагают, что кто-то будет видеть тыльную сторону прибора, дизайн и специфика установки не предусматривают возможность расположения такого прибора напротив окна. Это загромождает пространство и портит основную задумку архитектора – красивый вид из окна. В таких случаях актуально применять плинтусную систему водяного отопления, так же возможным решением станут разработки водяных тёплых полов, как альтернативной системы отопления [22].

Пухкал В.А. канд. техн. наук, доцент Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета с соавторами проводили исследования плинтусной системы водяного отопления. Ими была разработана трехмерная модель конвектора плинтусного типа и теплообменного элемента, на базе которых проводились экспериментальные и математические разработки данной системы. Результаты показывают, что условия комфортного пребывания человека обеспечиваются, а это главная задача систем отопления [23].

### **Отопление теплиц**

Павлов М. В., канд. техн. наук, доцент, Вологодский государственный университет с соавтором исследовали комбинированную систему отопления теплицы и влияние различных факторов на тепловую мощность такой системы. Ими предложено использовать конвективные отопительные приборы для подогрева воздуха и инфракрасные излучатели для прогрева почвы. В ходе исследований были получены закономерности, зависимости: расчетной тепловой мощности системы от температуры наружного воздуха (в течение отопительного сезона); между расчетной тепловой мощностью и

термическим сопротивлением ограждения; тепловой мощности системы лучисто-конвективного отопления зимней теплицы от коэффициента поглощения поверхности почвы  $A$ , % и т.д., позволяющие оценивать эффективность данной системы отопления. Традиционные водяной или воздушный способы обогрева теплиц затратнее предложенной на 30-50 %. Основываясь на построенных зависимостях, ими была разработана инженерная методика расчёта [24–25].

### Патенты

Левцевым А.П., Макеевым А.Н. и Широковым М.С. запатентован отопительный прибор, позволяющий увеличить полезное использование потенциала температурного напора теплоносителя и его располагаемого напора для обеспечения интенсифицированного процесса конвективного теплообмена, осуществлять работу отопительного прибора в любом пространственном расположении, а также повысить надежность работы за счет использования относительно простой конструкции [26].

Представлен отопительный прибор (рис. 3).

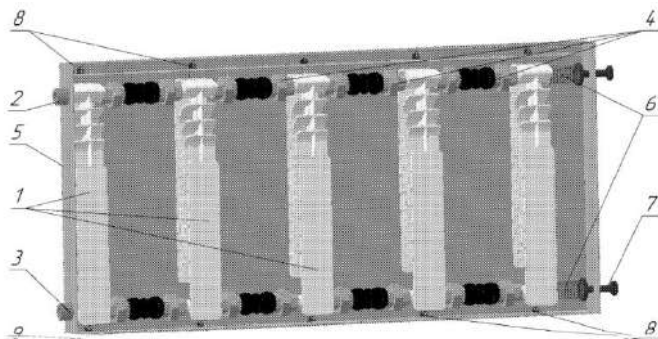


Рис. 3. Отопительный прибор [26]

Суйдимов К.О. зарегистрировал новую программу для ЭВМ по определению количества секций отопительного прибора. Программа автоматизирует сбор данных, подготовка к расчету и обработка данных, расчет числа секций отопительного прибора [27].

### Регулируемость системы отопления

Панферов С.В. кандидат технических наук Южно-Уральского государственного университета с соавтором предложили четыре варианта решения задачи управления отоплением зданий при существенном снижении температуры теплоносителя. В ходе работ было определен допустимый диапазон

снижения температуры воды, поступающей в систему отопления, при котором за счет увеличения расхода каждому потребителю доставляется нужное количество теплоты. Этот диапазон зависит от температуры наружного воздуха, показано, что при её значительном и резком снижении, то качество теплоснабжения при низкотемпературном режиме теплоносителя снижается [28].

Панферов С.В., кандидат технических наук Южно-Уральский государственный университет с соавтором решали задачу об управляемости температурного режима зданий в связи с различием требуемых температур помещений. Ими предложено решать эту задачу с помощью матричной системы дифференциальных уравнений первого порядка. В ходе исследований были найдены условия полной управляемости системы отопления, для которой необходимо различия по теплозащитным и теплоинерционным свойствам, либо по характеристикам отопительных приборов в различных помещениях. В большинстве практических случаев таких различий нет, поэтому температурный режим считается неполностью управляемым [29].

Усиков С.М. кандидат технических наук ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский Государственный строительный университет» проводил расчетное исследование диапазона теплоотдачи отопительных приборов. В ходе которого было предложено три зоны рассмотрения характеристики теплоотдачи от отопительных приборов, при учете которых можно выбрать оптимальный диапазон работы отопительных приборов. После исследований были сделаны выводы о зависимости между пределами теплоотдачи и конструкции отопительных приборов, конкретно отопительные приборы типа конвектор имеет больший диапазон регулирования теплоотдачи. При выборе отопительных приборов нужно проводить дополнительные расчёты, предложенные в исследовании [30].

#### Библиографический список

1. Павлов М.В., Карпов Д.Ф. Метод расчета лучисто-конвективного отопления зимней теплицы // Приволжский научный журнал. 2020. № 1. С. 113–120.
2. Левцев А.П., Лысяков А.И., Лапин Е.С., Панкратьев Р.В. Моделирование гидродинамических параметров системы отопления здания с пульсирующим течением теплоносителя // Инновации и инвестиции. 2019. № 9. С. 232–236.
3. Гильфанов К.Х., Гайнуллин Р.Н., Нгуен Тиен Энергосберегающая система отопления объектов электроэнергетики // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2020. Т. 12. № 1(45). С. 46–53.
4. Суханова И.И., Гнедых В.С., Демшина Д.А. Анализ гидравлического и аэродинамического расчетов систем отопления и вентиляции на основе BIM-моделирования // Инженерный вестник Дона. 2019. № 9(60). С. 6.
5. Zubarev K.P., Gagarin V.G. Determining the coefficient of mineral wool vapor permeability in vertical position // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2021. Vol. 1259. P. 593–600.

6. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Assessment of enclosing structure unsteady-state moisture behavior using moisture potential theory // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 918. № 012113.
7. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Graphical method for determination of maximum wetting plane position in enclosing structures of buildings // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 753. № 022046.
8. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Position control of maximum wetting plane for building walls with foam polystyrene heat insulator // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 753. № 022045.
9. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Moisture behavior calculation of single-layer enclosing structure by means of discrete-continuous method // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 170. № 03014.
10. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Unsteady-state moisture behavior calculation for multilayer enclosing structure made of capillary-porous materials // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. Vol. 177. № 012021.
11. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Assessment of enclosing structure moisture regime using moisture potential theory // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 193. № 03053.
12. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Mathematical model using discrete-continuous approach for moisture transfer in enclosing construction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. № 022023.
13. Zubarev K.P., Gagarin V.G. Experimental comparison of construction material vapor permeability in case of horizontal or vertical sample position // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. № 032082.
14. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. The moisture regime calculation of single-layered enclosing structures on the basis of the application of the discrete-continuum method // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 456. № 012105.
15. Ищенко А.В., Шишкунова Д.В., Юн Т.М. Водяные теплые полы, как альтернативная система отопления в многоэтажном строительстве // Строительное производство. 2020. № 1. С. 60–64.
16. Усиков С.М. Оценка энергетической эффективности систем водяного отопления с точки зрения потребления электроэнергии // Инновации и инвестиции. 2019. № 3. С. 259–264.
17. Тихомиров Д.А., Дудин С.Н., Трунов С.С. Электрический отопительный прибор для животноводческих помещений с аккумуляцией теплоты // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 11-4. С. 122–125.
18. Никитен М.Н. Исследование интенсивности теплоотдачи отопительного прибора в зависимости от способа установки // Градостроительство и архитектура 2019. Т. 9. № 1. С. 33–37.

19. Чулков А.А., Вытчиков Ю.С. и Кудинов И.В. Исследование динамических характеристик отопительных приборов // Градостроительство и архитектура. 2016. № 4. С. 44–48.

20. Патент на изобретение 2583494 Российская Федерация, МПК F16L 9/12. Шестислойную трубу для систем отопления и горячего водоснабжения, армированная стекловолокном / Околелов В.В., Котельников Д.Н.; заявители и патентообладатели Общество с ограниченной ответственностью "Производственная компания контур" – № 2014133237/06; заявл. 12.08.2014; опубл. 10.05.2016; Бюл. № 13. –7 с.

21. Гуреев В.М., Ермаков А.М., Гельманов Р.Р., Калимуллин Р.Р. Разработка перспективных отопительных приборов из неметаллических материалов // Энергетика Татарстана. 2010. № 3(19). С. 59–62.

22. Статья подготовлена пресс-службой компании «Терморос» JAGA Отопительные приборы для зданий со сплошным остеклением // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2012. № 121. С. 48–49.

23. Пухкал В.А., Суханов К.О., Гримитлин А.М. Обеспечение теплового комфорта в помещениях с плинтусной системой водяного отопления // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6. С. 156–162.

24. Павлов М.В., Карпов Д.Ф. Исследование влияния различных факторов на тепловую мощность лучисто-конвективной системы отопления зимней теплицы // Вестник Томского государственного архитектурно строительного университета. 2019. Т. 21. № 6. С. 149–161.

25. Павлов М.В., Карпов Д.Ф. Метод расчета лучисто-конвективного отопления зимней теплицы // Приволжский научный журнал. 2020. № 1. С. 113–120.

26. Патент на изобретение 181077 Российская Федерация, МПК F24H 3/00. Отопительный прибор / Левцев А.П., Макеев А.Н. и Широков М.С.; заявители и патентообладатели Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва" – № 2017147007; заявл. 29.12.2017; опубл. 04.07.2018; Бюл. № 19 –6 с.

27. Патент на изобретение 2020615806 Российская Федерация, программа ЭВМ. Определение числа секций отопительного прибора, требуемого для установки / Суйдимов К.О.; заявители и патентообладатели Суйдимов К.О. – № 2020614764; заявл. 04.05.2020; опубл. 02.06.2020; Бюл. № 6 – 1 с.

28. Панферов С.В., Панферов В.И. Управление отоплением зданий при низкотемпературных режимах теплоснабжения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: строительство и архитектура. 2018. Т. 18. № 3. С. 60–67.

29. Панферов С.В., Панферов В.И. Об управляемости температурного режима отапливаемых зданий // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: строительство и архитектура. 2019. Т. 19. № 2. С. 62–66.

30. Усиков С.М. Диапазон регулирования теплоотдачи отопительных приборов при количественном автоматическом регулировании // Интернет-журнал науковедение. 2017. Т. 9. № 3. С. 34.

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

*Бородулина А.И., студент 2-го курса 12 группы ИИЭСМ НИУ МГСУ*

*Галлямова А.Р., студент 2-го курса 13 группы ИИЭСМ НИУ МГСУ*

*Научный руководитель – Зубарев К.П., ст. преп., к.т.н.*

### Аннотация

Сопротивление теплопередаче ограждений является одним из важных теплотехнических параметров, рассчитываемых при проектировании здания или сооружения. В данной статье представлены формулы условного, приведенного и требуемого сопротивлений теплопередаче, проведен обзор литературы, раскрывающий теоретические методы, предложенные О.Д. Самариним и Т.А. Мусориной, М.Р. Петриченко с соавторами, представлен экспериментальный метод определения сопротивления теплопередаче.

### Введение

Во все времена строительство являлось одной из больших отраслей человеческой деятельности. Из года в год в мире возводятся новые сооружения и дома, проживание в которых не будет комфортным без грамотно выполненного теплотехнического расчета. Профессионально и грамотно выполненный теплотехнический расчет не только гарантирует комфортное пребывание и существование человека в помещении, но и помогает экономить энергию, которая необходима для поддержания необходимых условий для жизни людей. [1-10]

### Обзор литературы

#### Сопротивление теплопередаче и его виды

«*Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций* – это теплотехнический коэффициент, который характеризует уровень теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций. Чем больше сопротивление теплопередаче, тем выше ее теплоизоляционные свойства, т.е. тем меньший тепловой поток проходит через эту конструкцию, тем меньше потери тепла через нее». [11]

Принято выделять 2 понятийных блока:

- 1) Общее сопротивление теплопередаче конструкции
- 2) Термическое сопротивление конструкции

Общее сопротивление теплопередаче определяется по следующей формуле:

$$R_0 = R_B + \sum R_{T,i} + R_H \quad (1)$$

где, сумма термических сопротивлений отдельных слоев ограждения:

$$R_T = R_{T,1} + R_{T,2} + \dots + R_{B.n.} + \dots + R_{T,n} \quad (2)$$

Термическое сопротивление конструкции определяется по формуле:

$$R_K = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{\alpha 1} \quad (3)$$

где  $R_1, R_2, \dots, R_n$  – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции,  $\frac{M^2 \cdot C}{Bm}$ ;  $R_{\alpha 1}$  – термическое сопротивление замкнутой системы воздушной прослойки

Выделяют несколько видов сопротивления теплопередаче:

- Приведенное

$$R_0^{IP} = \frac{1}{\frac{1}{R_0^{VCL}} + \sum l_j \psi_j + \sum n_k \chi_k} \quad (4)$$

где,  $R_0^{VCL}$  – условное сопротивление теплопередаче;  $l_j$  – протяженность линейной неоднородности j-го вида, приходящаяся на 1 м<sup>2</sup> фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции,  $\frac{M}{MM^2}$ ;  $\psi_j$  – удельные потери теплоты через линейную неоднородность j-го вида,  $\frac{Bm}{M^2 \cdot C}$  полученные расчетом двухмерного температурного поля;  $n_k$  – протяженность линейной неоднородности k-го вида, приходящаяся на 1 м<sup>2</sup> фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции,  $\frac{M}{MM^2}$ ;  $\chi_k$  – удельные потери теплоты через точечную неоднородность k-го вида,  $\frac{Bm}{C}$  полученные расчетом трехмерного температурного поля.

- Условное

$$R_0^{VCL} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_s \frac{\delta_s}{\lambda_s} + \frac{1}{\alpha_H} \quad (5)$$

$\frac{1}{\alpha_B}$  – сопротивление теплоотдачи между внутренней поверхностью стены и внутренним воздухом;  $\sum_s \frac{\delta_s}{\lambda_s}$  – сопротивление теплопроводности по глади

стен;  $\frac{1}{\alpha_H}$  - сопротивление теплоотдачи между наружной поверхностью стены и наружным воздухом.

Такое сопротивление считается в идеальных условиях

- Требуемое

$$R_0^{TP} = \frac{(t_B - t_H)}{\Delta t^H \cdot \alpha_B} . \quad (6)$$

где  $t_B$  – температура внутреннего воздуха, °С;  $t_H$  – расчетная зимняя температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки, °С;  $\Delta t^H$  – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С;  $\alpha_B$  - коэффициент теплоотдачи

Приведенное сопротивление относится ко всей конструкции или ее участку. [12]

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции  $R_0^{\text{норм}}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{С}}{\text{Вт}}$ , следует определять по формуле

$$R_0^{\text{НОРМ}} = R_0^{TP} m_p . \quad (7)$$

Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, определяют по формуле [12]

$$ГСОП = (t_B - t_{оп}) Z_{оп} . \quad (8)$$

где  $t_B$  – температура внутреннего воздуха, °С;  $t_{оп}$  – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С;  $Z_{оп}$  – продолжительность отопительного периода, сут/год.

### **Теоретические методы определения сопротивления теплопередаче**

Исследованием различных методов сопротивления теплопередаче занимаются многие современные ученые.

Сотрудник кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция» НИУ МГСУ О.Д. Самарин в своей статье «Обоснование упрощенного метода определения теплопотерь через подземные части ограждения здания» рассматривает методику более точного расчета сопротивления теплопередаче подземных частей или помещений здания. Он сравнивает



метод, в котором выделяется четвертьбесконечный массив, заключенный между двумя полуплоскостями, показывающими, соответственно, стенку подвала и поверхность грунта, со стандартным методом определения теплопотерь в грунте – разделением подземных конструкций на части, начиная от уровня земли. Стоит заметить, что в стандартном методе для каждой части будет рассчитано свое сопротивление теплопередаче. [13-19]

Для расчета по упрощенной методике автор выделяет дополнительные условные слои толщиной [13]

$$\delta_B = \frac{\lambda}{\alpha_B}. \quad (9)$$

$$\delta_H = \frac{\lambda}{\alpha_H}. \quad (10)$$

где  $\lambda$  – теплопроводность массива грунта;  $\alpha_B$  и  $\alpha_H$  – коэффициенты полного теплообмена между грунтом и окружающей средой и стенкой подвального помещения.

Чтобы посчитать сопротивление теплопередаче, необходимо взять температуры на границах данных вспомогательных слоев. На вспомогательных поверхностях задаются постоянные температуры, равные температурам наружного воздуха и воздуха внутри подвала. Для решения поставленной задачи О.Д. Самарин использует метод источников и стоков. Использование этой методики допустимо, поскольку для стационарных условий распространение теплоты в твердых телах подчиняется уравнению Лапласа. Автор статьи с помощью представленной методики определяет, что источником служит точечный вихрь, вследствие чего линии тока представляют собой концентрические окружности. [13]

$$l = \frac{\pi r}{2} \quad (11)$$

где  $r$  – радиус окружности

Далее определяется плотность теплового потока для каждой линии:

$$q = \frac{\lambda}{l} (t_B - t_H) = \frac{2\lambda}{\pi r} (t_B - t_H). \quad (12)$$

Общий линейный тепловой поток между двумя линиями тока  $Q_{1-2}$  находится с помощью интегрирования выражения [13]

$$\frac{2\lambda}{\pi r} (t_B - t_H). \quad (13)$$

$$Q_{1-2} = \int_{r_1}^{r_2} \frac{2\lambda}{\pi r} (t_B - t_H) dr = \frac{2\lambda}{\pi} (t_B - t_H) \ln \left( \frac{r_2}{r_1} \right). \quad (14)$$

Для поверхности стены известной ширины  $\delta$  вычисляем сопротивление теплопередаче по представленной ниже формуле:

$$R_{1-2} = \frac{(t_B - t_H) A_{1-2}}{Q_{1-2}} = \frac{\pi (r_2 - r_1)}{2\lambda \ln \left( \frac{r_2}{r_1} \right)} = \frac{\pi \delta}{2\lambda \ln \left( \frac{r_2}{r_1} \right)}. \quad (15)$$

Именно эта формула помогает более точно рассчитать теплотери подземных помещений и конструкций.

Группа ученых из Санкт-Петербурга Т.А. Мусорина, М.Р. Петриченко, Д.Д. Забова, О.С. Гамаюнова в своем труде «Определение активного и реактивного сопротивления для однослойного стенового ограждения» рассматривает активное и реактивное термические сопротивления, которые в сумме образуют общее термическое сопротивление. Ученым удалось установить зависимость активного сопротивления от общего, его различие с реактивной составляющей. [20-27]

Активное термическое сопротивление – это одна из составляющих полного термического сопротивления, отвечающая за стационарный режим подачи тепла и определяемая в любой точке стенового ограждения при фиксированном значении параметра времени. Реактивная составляющая отвечает за нестационарный режим. [20]

Активное сопротивление стены  $R_a$  можно вычислить, применяя следующую формулу:

$$R_a = \frac{1}{\rho C w_T} = \frac{\delta_T}{\lambda}. \quad (16)$$

Так же с помощью аналогичного выражения можно записать и полное термическое сопротивление  $R$ :

$$R = \frac{1}{\rho C w_q} = \frac{\delta_q}{\lambda}. \quad (17)$$

Где  $w_T$  и  $w_q$  - скоростями распространения температурной волны и волны теплового потока;  $\delta_T$  – толщина температурного пограничного слоя;  $\delta_q$  – толщина теплового пограничного слоя.

В зависимости, выведенной авторами статьи, выполняются условия равенства волновых чисел Пекле:

$$\frac{w_T \delta_T}{a} = \frac{w_q \delta_q}{a} = 1. \quad (18)$$

Коэффициент  $a$  в вышепредставленных выражениях является коэффициентом температуропроводности.

Из этого тождества получается следующее отношение полного термического сопротивления  $R$  к активному термическому сопротивлению  $R_a$  :

$$\frac{R}{R_a} = \frac{w_T}{w_q} = \frac{\delta_T}{\delta_q}. \quad (19)$$

Группе ученых удалось вывести другое определение активного и полного термических сопротивлений. Оно имеет следующий вид:

$$\frac{\delta_T}{\delta} = \frac{\partial_t^{-1/2} \theta_0}{\theta_0} \quad (20) \text{ и } (21)$$

$$\frac{\delta_q}{\delta} = \frac{\theta_0}{\partial_t^{1/2} \theta_0}$$

где  $\theta_0$  - перепад температур на грани  $y=0$

Из вышерасположенных формул получается следующая зависимость между общим и активным термическими сопротивлениями:

$$\frac{R}{R_a} = \frac{\theta_0^2}{(\partial_t^{-1/2} \theta_0)(\partial_t^{1/2} \theta_0)}. \quad (22)$$

Благодаря этим формулам ученые смогли получить данные результаты:

- Удалось установить отношения толщин температурного и теплового слоев к общей толщине стены, зависимость между полным и активным термическими сопротивлениями при стационарном температурном режиме однородной стенки. Описанные отношения и зависимость имеют следующие виды:

$\frac{\delta_T}{\delta} = \frac{1}{2}$  (отношение толщины температурного слоя к общей толщине исследуемой стены)

$\frac{\delta_q}{\delta} = 1$  (отношение толщины теплового слоя к общей толщине исследуемой стены)

$$\frac{R}{R_a} = 2. \quad (23)$$

• При периодическом изменении температуры в точке  $y=0$  для полуограниченной стены, принимая за период изменения температуры величину  $t_0$ , для глубины проникновения температурной волны можно получить данное выражение:

$$\delta_r = \sqrt{\frac{at_0}{\pi}}. \quad (24)$$

• Однако, для теплоустойчивости стенового ограждения обязательно выполнение неравенства  $\delta_r < \delta$

В ситуации, когда толщина температурного слоя много меньше общей толщины стены, будут выполняться приведенные ниже равенства:

$$R_r = R - R_a \quad (25)$$

$$R = R_a \cdot \frac{\pi}{2} \quad (26)$$

где  $R_r$  – реактивное сопротивление

Следует вывод, что, чтобы найти остальные составляющие термического сопротивления, необходимо из общего термического сопротивления вычесть активное. Реактивное сопротивление будет возрастать с увеличением значения  $\lambda\rho C$ . [20]

### Экспериментальные методы

Определение сопротивления теплопередаче может осуществляться с помощью не только теоретических методов, но и экспериментальных. Одним из них является метод осреднения результатов, который будет рассмотрен ниже.

Сущность данного метода заключается в поиске среднего значения плотности теплового потока  $q$  в каждом периоде с установившимся температурным режимом. Данные периоды выявляются посредством

обработки данных, полученных при снятии показаний в экспериментах. [28-30] Измерения плотности теплового потока, температуры внутреннего и наружного воздуха ( $t_B$  и  $t_H$ ) производятся на термически однородной зоне, так называемом базовом участке. Обработка данных включает в себя построение графиков изменения измеряемых величин в зависимости от времени. Под участками с установившимся температурным режимом принимают те участки графика, где отклонения  $t_H$  от средней температуры участка не выходят за пределы  $\pm 2,5^\circ\text{C}$ . [28] Далее вычисляется среднее значение сопротивления теплопередаче на участке. Следующим шагом считают фактическую плотность теплового потока  $q_\phi$  по формуле:

$$q_\phi = \frac{q(t_B - t_H)}{(t_B - t_H) - q(R_T - R_C)}. \quad (27)$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции вычисляется так:

$$R_0 = \frac{(t_B - t_H)}{q_\phi}. \quad (28)$$

#### Библиографический список

1. Zubarev K.P., Gagarin V.G. Determining the coefficient of mineral wool vapor permeability in vertical position // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2021. Vol. 1259. P. 593–600.
2. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Assessment of enclosing structure unsteady-state moisture behavior using moisture potential theory // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 918. № 012113.
3. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Graphical method for determination of maximum wetting plane position in enclosing structures of buildings // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 753. № 022046.
4. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Position control of maximum wetting plane for building walls with foam polystyrene heat insulator // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 753. № 022045.
5. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Moisture behavior calculation of single-layer enclosing structure by means of discrete-continuous method // *MATEC Web of Conferences*. 2018. Vol. 170. № 03014.
6. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Unsteady-state moisture behavior calculation for multilayer enclosing structure made of capillary-porous materials // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2018. Vol. 177. № 012021.

7. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Assessment of enclosing structure moisture regime using moisture potential theory // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 193. № 03053.

8. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Mathematical model using discrete-continuous approach for moisture transfer in enclosing construction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. № 022023.

9. Zubarev K.P., Gagarin V.G. Experimental comparison of construction material vapor permeability in case of horizontal or vertical sample position // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. № 032082.

10. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. The moisture regime calculation of single-layered enclosing Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 456. № 012105.

11. Малявина Е.Г. Теплотери здания: справочное пособие. М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. 144 с.

12. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.

13. Самарин О.Д. Обоснование упрощенного метода определения теплотерь через подземные части ограждений здания // Вестник МГСУ. 2016. № 1. С. 118-125.

14. Малявина Е.Г., Иванов Д.С. Расчет трехмерного температурного поля грунта с учетом промерзания при определении теплотерь // Вестник МГСУ. 2011. № 3–1. С. 371-376.

15. Малявина Е.Г., Иванов Д.С. Определение теплотерь подземной части зданий расчетом трехмерного температурного поля грунта // Вестник МГСУ 2011. №7 С. 209-215.

16. Гиндоян А.Г., Грушко В.Я., Сундуков И.Ю. Исследование теплотерь через полы по грунту // Строительная физика в XXI веке: материалы научн.-техн. конф. / под ред. И.Л. Шубина. М. : НИИСФ РААСН, 2006. С. 207–211.

17. Самарин О.Д. Расчет температуры на внутренней поверхности наружного угла здания с современным уровнем защиты // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2005. №8. С. 52-56.

18. Парфентьев Н.А., Парфентьева Н.А. Математическое моделирование теплового режима конструкции при фазовых переходах // Вестник МГСУ. 2011. № 4. С. 320-322.

19. Малявина Е.Г. Строительная теплофизика и проблемы утепления современных зданий // АВОК. 2009. №1.

20. Мусорина Т.А., Петриченко М.Р., Заборова Д.Д., Гамаюнова О.С. Определение активного и реактивного сопротивления для однослойного стенового ограждения // Вестник МГСУ. 2020. №8. С. 1126-1134.

21. Мусорина Т. А., Заборова Д.Д., Гамаюнова О.С., Петриченко М.Р. Термическое сопротивление однородного стенового ограждения // Проблемы газодинамики и тепломассообмена в энергетических установках: мат. XXII Школы-семинара молодых ученых и специалистов под руководством академика РАН А.И.Леонтьева. М.: Шанс, 2019. С.209-211.

22. Самарин О.Д. Энергетический баланс гражданских зданий и возможные направления энергосбережения // Жилищное строительство. 2012. №8. С. 2–4.

23. Самарин О.Д. Периодические температурные колебания в цилиндрическом слое при большой толщине стенки // Инженерно-строительный журнал.2019.№1 (85). С.51-58.

24. Козинец Г.Л., Локтионова Е.А., Мусорина Т.А., Петриченко М.Р. Термическое сопротивление однородной изотропной теплопроводной среды // Строительство и техногенная безопасность. 2019. №16. С. 105-110

25. Корниенко С.В. Проблемы теплозащиты наружных стен современных зданий // Интернет- вестник ВолгГАСУ. Серия: Полиматематическая.2013 №1. С. 13.

26. Гагарин В.Г. Теплофизические проблемы современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий // Academia . Архитектура и строительство . 2009. №5. С. 297-305

27. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность. М.: АСВ, 2009.296 с.

28. Пилипенко Н.В.,Лазуренко Н.В. Методика Определения Сопротивления Теплопередаче Ограждающих конструкций зданий различного назначения.

29. ГОСТ 26254-84 Методы определения теплопередаче ограждающих конструкций.

30. Могунов В.А. Обобщение опыта натуральных экспериментальных обследований объектов ЖКХ // отчет НИИСФ РААСН. М., 2005.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГИОНОВ РОССИИ ДЛЯ ПЕРВООЧЕРЕДНОГО ВНЕДРЕНИЯ ЗДАНИЙ С НУЛЕВЫМ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭНЕРГИИ

*Хромов Е.В., студент 2-го курса 14 группы ИИЭСМ; Павленко Е.Д., студент 2-го курса 14 группы ИИЭСМ*

*Научный руководитель – Лушин К.И., доц., к.т.н.*

Минимизация потребления всех видов энергии и ресурсов при эксплуатации здания является одной из наиболее актуальных задач в строительстве. А идея создания здания с нулевым потреблением энергии вызывает живой интерес потребителей в самых разных странах.

Специалисты в нашей стране сдержанно критикуют возможность внедрения соответствующих технологий в подавляющем большинстве регионов России. Однако, местные особенности различных территорий нашей страны чрезвычайно разнятся и в этой работе авторы анализируют несколько регионов с выраженными климатическими особенностями с точки зрения поиска наилучших условий [1]. Значительный вклад в возможность реализации проектов с минимальным потреблением всех видов энергии делают так же конструктивные особенности ограждающих конструкций здания, особенности технических решений по отоплению и теплоснабжению, устройство механической вентиляции и применение оборудования по утилизации сбросной теплоты канализационных стоков и вытяжного воздуха.

В качестве объекта для анализа был принят типовой проект индивидуального жилого здания массового применения, который показан на рис. 1. Проект не корректируется с учетом особенностей региона с целью получения значений для объективного анализа режимов эксплуатации одних и тех же конструкций [2] в различных климатических условиях.



**Рис. 1.** Модельное здание (источник – сайт «Хорошие дома»; <https://www.project-home.ru/>)



В проекте на этом этапе анализа не производится корректировка степени тепловой защиты, которая остается на уровне, продиктованном нормативными требованиями для региона. А также не производятся действия по оптимизации конструктивных и геометрических характеристик под требования так называемой «солнечной архитектуры».

Для здания была определена удельная отопительная характеристика, на величину которой через варьирование требований по теплозащитным характеристикам продолжали влиять климатические характеристики региона<sup>1</sup>.

Для приведения к единообразию получаемых значений и упрощения анализа [3, 4] сделан ряд допущений. Потребление энергии на нужды горячего водоснабжения считается одинаковым для всех регионов и поэтому исключено из сравнительного анализа. На первом этапе исследования авторы не учитывают доступность различных видов энергии в зависимости от региона, а также стоимость ее единицы с учетом времени суток. Режим эксплуатации здания так же не зависит от региона, поэтому воздухообмен, энергозатраты на привод вентиляторов, а также интенсивность бытовых тепловыделений приняты одинаковыми для всех случаев и для упрощения представления результатов в анализ не включены.

Для выявления региона с высоким потенциалом внедрения зданий с минимальным или даже нулевым потреблением энергии необходимо анализировать как минимум два ключевых критерия: 1) общее потребление всех видов энергии в годовом цикле эксплуатации; 2) наличие доступных источников необходимой расчетной мощности. Второе условие дополнительно позволяет определить возможности использования внутренних выделений теплоты, а также всевозможных внешних возобновляемых источников энергии для компенсации энергозатрат здания. Общее же потребление всех видов энергии в годовом цикле эксплуатации позволяет с большей надежностью определить наиболее целесообразные источники энергии и конструктивные особенности систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

Расчетная мощность и годовое потребление энергии системой отопления определялись по укрупненной методике (1), которая позволяет найти удельную тепловую характеристику зданий. Этот подход позволяет учитывать конструктивные и геометрические характеристики здания. В ней применяются коэффициенты теплопередачи окон, стен, потолков, полов, а также учитывается соотношение размера окон по отношению площади стен.

$$q = \frac{P}{S} \quad k_c + \varphi k_{ок} - k_c + \frac{1}{H} k_{пт} + k_{пл} \quad 1 + \mu, \text{ Вт/м}^3 \text{ } ^\circ\text{C(1)}$$

---

<sup>1</sup> СП 131.13330.2018 "Строительная климатология".

где  $\phi$ - коэффициент остекления наружных стен,  $\mu$ - коэффициент инфильтрации,  $P$ - периметр здания,  $S$ - площадь здания,  $H$  – высота здания,  $k_{ок}$ ,  $k_c$ ,  $k_{пт}$ ,  $k_{пл}$  – коэффициенты теплопередачи.

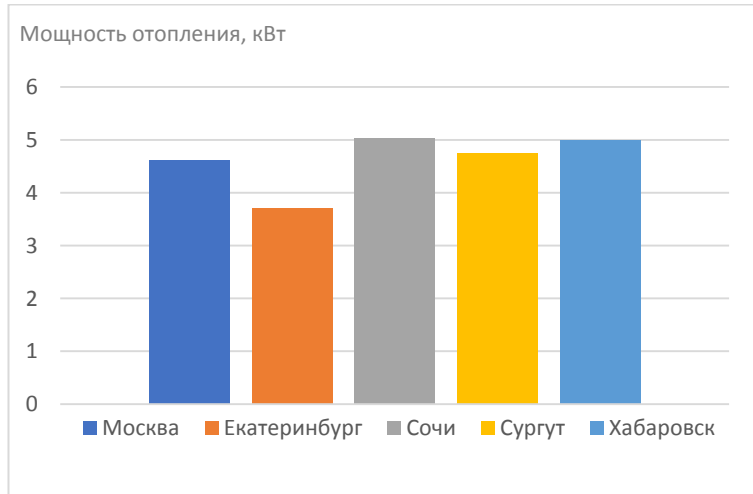
Зависимость (1) представляет из себя известную формулу профессора Н.С. Ермолаева. Правда, с небольшими модификациями. Ее использование в этом исследовании продемонстрировало существенные различия удельных отопительных характеристик для одного и того же здания в разных климатических условиях, что отчасти нарушает сложившиеся представления об этой величине. Однако, такой результат легко объясняется тем, что в расчете коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций были заранее учтены их зависимости от климатических характеристик региона застройки<sup>2</sup>.

Для определения установочной мощности системы отопления использовалась следующая хорошо известная формула (2):

$$Q = q * V * (t_{в} - t_{нх}), \text{ кВт} \quad (2)$$

где  $q$  – удельная тепловая характеристика зданий,  $V$  – объём здания,  $m^3$ ;  $t_{в}$ - температура внутри здания,  $^{\circ}C$ ;  $t_{нх}$ - расчетная наружная температура в холодный период,  $^{\circ}C$ .

Результат такого расчета для ряда регионов в Российской Федерации представлен на рис. 2.



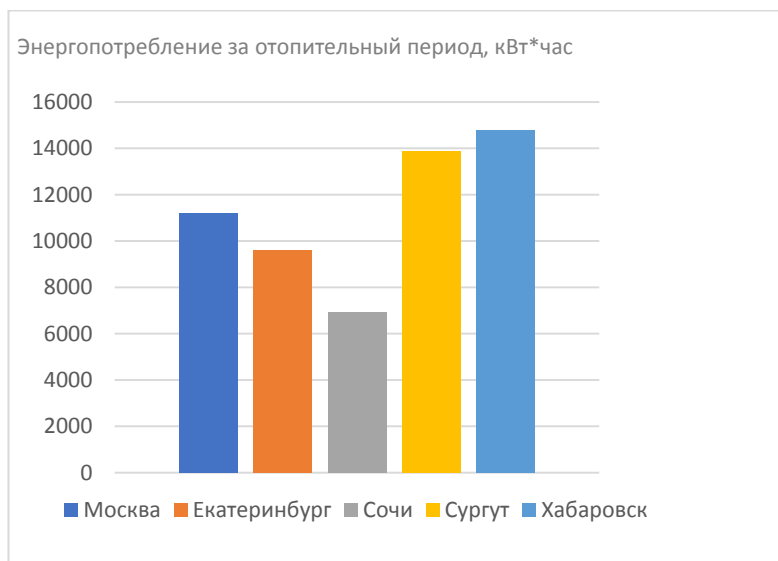
**Рис. 2.** Расчетная мощность системы отопления модельного здания для пяти регионов строительства

<sup>2</sup> СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.

Соответственно, энергопотребление за весь период отопления (3) было посчитано с помощью усредненной мощности и числа дней отопительного периода. Графически результат такого расчета показан на рис. 3.

$$Q_{\text{зимы}} = 0,024 * Q_{\text{ср}} * n, \text{ кВт*час} \quad (3)$$

где  $Q_{\text{ср}}$  – средняя мощность за зиму, Вт;  $n$  – число дней отопительного периода, сут.



**Рис. 3.** Энергопотребление системы отопления модельного здания за весь отопительный период для пяти регионов строительства

Анализируя данные диаграмм, можно сделать предсказуемый вывод, что в городах с мягким и теплым климатом, в частности в Сочи, суммарное энергопотребление за отопительный период оказывается наименьшим. Однако, из-за менее строгих требований к уровню теплозащиты стен, коэффициенты теплопередачи выше и, следовательно, установочная мощность отопления оказывается на сопоставимом с другими вариантами уровне.

Для расчета мощности охлаждения приточного воздуха<sup>3</sup> в летний период<sup>4</sup> была использована следующая зависимость (4):

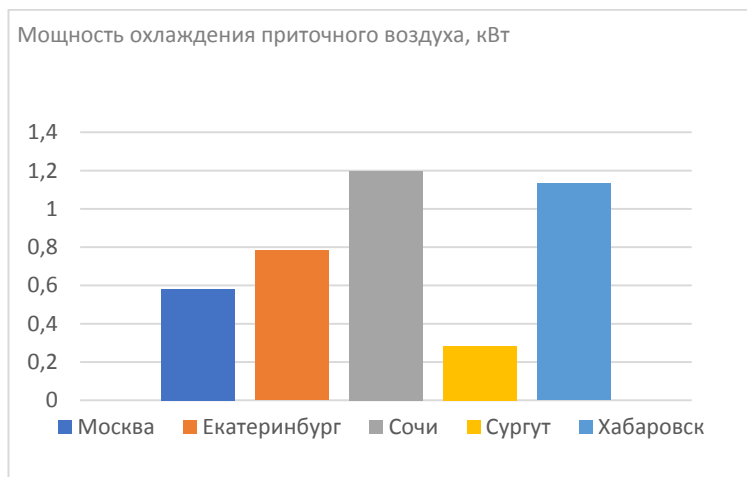
<sup>3</sup> СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

<sup>4</sup> ГОСТ Р 56503-2015 Системы кондиционирования воздуха. Расчет затрат энергии.

$$Q = L * c * \rho * (t_n - t_b) \quad (4)$$

где  $L$  – расчетный воздухообмен здания, м<sup>3</sup>/час;  $c$  - теплоемкость воздуха, кДж/кг °С;  $\rho$  - плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $t_n$  - наружная температура, °С;  $t_b$  - внутренняя температура, °С.

Результат такого расчета для пяти ранее выбранных регионов показан на рис. 4.



**Рис. 4.** Расчетная мощность охлаждения воздуха системы приточной вентиляции модельного здания для пяти регионов строительства

На следующем этапе исследования, для всех исследуемых регионов была произведена оценка потенциала местных и, прежде всего, возобновляемых источников энергии. Для рассмотрения были приняты потенциальные возможности применения солнечной и ветровой энергетики. Оценка производилась по величинам средней интенсивности поступления солнечной радиации на горизонтальную поверхность и количество солнечных дней в году в каждом из пяти регионов [5]. А так же среднегодовая скорость ветра на высоте 10 метров по данным ГИС ВИЭ [6, 7]. Принятые к рассмотрению величины сведены в табл. 1 и табл. 2.

Из табл. 1 и 2 хорошо видно, что наибольший ресурс и потенциал возобновляемых источников энергии находится в городе Сочи. И это позволяет существенно сократить затраты на отопление и кондиционирование, используя солнечные панели и ветрогенераторы. И, несмотря на то, что регион Сочи имеет наибольший спрос на энергию в теплый период и вполне сопоставимую с другими рассматриваемыми вариантами потребность в теплоте зимой, именно этот регион смотрится наиболее выигрышно с точки зрения очередности и целесообразности применения новых энергосберегающих технологий.

**Средняя интенсивность поступления солнечной радиации на горизонтальную поверхность и количество солнечных дней в году [5]**

<b>Города</b>	<b>Средняя интенсивность поступления солнечной радиации, кВт/м<sup>2</sup></b>	<b>Количество солнечных дней в году, сут.</b>
Москва	3,57	93
Екатеринбург	3,45	213
Сочи	4,64	246
Сургут	3,3	57
Хабаровск	3,73	108

**Среднегодовая скорость ветра на высоте 10 метров по данным ГИС ВИЭ [6, 7]**

<b>Города</b>	<b>Потенциал ветроэнергетики, м/с</b>
Москва	3
Екатеринбург	3,2
Сочи	4
Сургут	3,1
Хабаровск	2,9

Анализ нагрузки и потребления энергии системами кондиционирования воздуха был сделан со значительным упрощением подхода и для дальнейшей работы обязательно потребует пересмотра и уточнения. Однако, даже такие не точные результаты указывают нам на то, что одного лишь анализа потребностей здания в энергии в зимний период недостаточно. Для ряда регионов величиной, определяющей возможность энергетически-автономного здания будут именно затраты энергии в теплый период года.

Полученные результаты подтверждают целесообразность комплексного анализа как максимальных установочных мощностей систем климатизации, так и их годового потребления. При этом, картину хорошо будет дополнять анализ потенциала местности с точки зрения использования всех видов возобновляемой энергии, а также энергии от местных источников. Которые могут существенно отличаться даже в пределах одного региона.

На следующем этапе исследования видится целесообразным расширить список регионов для анализа, а также усовершенствовать подход к расчету встраиванием в зависимость (1) составляющих, которые напрямую позволят определять коэффициенты теплопередачи через выбранные климатические параметры. Существенного уточнения в дальнейшем потребует так же анализ летнего режима энергопотребления и определения установочной мощности систем охлаждения и кондиционирования.

## Библиографический список

1. Samarin O., Lushin K., Paulauskaite S., Valančius K. Influence of the outside climate parameters on the selection of the optimum combination of the energy saving measures. // Technological and Economic Development of Economy. 2009. Т. 15. № 3. с. 480-489
2. Пастушков П.П. О проблемах определения теплопроводности строительных материалов. // Строительные материалы. 2019. № 4. С. 57-64.
3. Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Об оценке энергетической эффективности энергосберегающих мероприятий. // Инженерные системы. АВОК - Северо-Запад. 2014. № 2. С. 26.
4. Самарин О.Д., Лушин К.И. Оценка влияния изменения климата на энергопотребление систем обеспечения микроклимата зданий. // Жилищное строительство. 2020. № 1-2. С. 21-24.
5. Сайт «Альтернативная энергетика», мощность солнечного излучения по регионам. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.power.eltehno.ru/pages/2222.html> , свободный.
6. Сайт Energy Wind [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://energywind.ru/recomendacii/karta-rossii>, свободный.
7. Сайт ГИС ВИЭ [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://gisre.ru/maps/wind-data/speed/speed10>, свободный.

СЕКЦИЯ «ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ,  
ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И КОТЕЛЬНЫЕ  
УСТАНОВКИ»

# ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ВНУТРИДОМОВОГО ГАЗОПРОВОДА

*Савенко Г.А., студент-магистр 1-го курса 2 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Бусахин А.В., доц., к.т.н; Жила В.А., проф., к.т.н.*

## Введение

В данной статье рассмотрены и просчитаны два принципиально разных метода расчета внутридомового газопровода. В первом случае использовался коэффициент неравномерности, разработанный на базе НИУ МГСУ А.А. Иониним. Во втором случае принимался коэффициент одновременности, который используется для расчетов в СП 42-101-2003. Расчет ввелся для нескольких вариантов этажности типового трехсекционного дома, расположенного в Московской области, а также двух вариантов использования газового оборудования - четырехконфорочная газовая плита и плита при совместной работе с двухконтурным газовым котлом. Котел подбирался по предварительным расчетам теплопотерь здания, исходя из особенной конструктива и климатических условий. Все полученные данные проанализированы и сведены в таблицы.

## Цель исследования

Рассмотреть и доказать возможность использования систем децентрализованного теплоснабжения, а именно использование крышных, встроенных или пристроенных котельных, не применяя при этом поквартирного отопления жилых многоквартирных домов выше трех этажей. А также обосновать появившийся в новой редакции СП 60.13330.2020 пункт, запрещающий использование газовых котлов для поквартирного теплоснабжения вышеуказанных трех этажей.

## Описание расчета

1. Расчетный расход на участке:

для коэф.одновременности -  $Q_{p,i} = \sum_1^n k_o \cdot Q_{ном} \cdot N_i, \text{ м}^3/\text{ч};$  (1)

для коэф.неравномерности -  $Q_{чГ}^{макс} = \sum_1^n K_{чГ}^{макс} \cdot (Q_{год}/8760) \cdot N_i, \text{ м}^3/\text{ч};$  (2)

где -число приборов в квартире;  $N_i$ -число одновременности работы однотипных приборов;  $Q_{ном}$ -номинальных расход газа приборов,  $\text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $Q_{год}$  – годовой расход газа приборами,  $\text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $k_o$  - коэф.одновременности, определяется по СП 42-101-2003 в зависимости от числа потребителей;  $K_{чГ}^{макс}$  – коэф. Одновременности, определяется по справочнику «Газоснабжение» А.А. Ионин в зависимости от числа жителей в квартире и их количества.



## 2. Определение диаметров газопровода:

$$d_p = m^1 \frac{\overline{A \cdot B \cdot p_0 \cdot Q_0^m}}{\Delta P_{уд}} \quad (3)$$

где:  $\Delta P_{уд} = 600 / (1,1 \Sigma L)$  Па/м, [для конфигурации с плитой] (4)

$\Delta P_{уд} = 1800 / (1,1 \Sigma L)$  Па/м, [для конфигурации с плитой и котлом] (5)

Падение давления на участке газовой сети определяют по формуле:

$$P_H - P_K = \frac{10^6}{162\pi^2} \lambda \frac{Q_{p,i}^2}{d^5} \rho_r l = 626,1 \lambda \frac{Q_{p,i}^2}{d^5} \rho_r l, \quad (6)$$

где  $P_H$  — давление в начале газопровода, Па;  $P_K$  — давление в конце газопровода, Па;

$\lambda$  — коэффициент гидравлического трения;

$Q_{p,i}$  — расход газа, м<sup>3</sup>/ч, при нормальных условиях;

$\rho_r$  — плотность газа при нормальных условиях, кг/м<sup>3</sup>;  $l$  — расчетная длина газопровода постоянного диаметра, м;

$d$  — внутренний диаметр газопровода, см.

3. Коэффициент гидравлического трения  $\lambda$  определяется в зависимости от режима движения газа по газопроводу, характеризуемого числом Рейнольдса [2]:

$$Re = \frac{Q_{p,i}}{9\pi d\nu} = 0,0354 \frac{Q_{p,i}}{d\nu}, \quad (7)$$

где  $Re$  — число Рейнольдса;

$\nu$  —

коэффициент кинематической вязкости газа, м<sup>2</sup>/с, при нормальных условиях (принят 0,0000143)

4. Гидравлической гладкости внутренней стенки газопровода, определяемой по условию:

$$Re = \frac{n}{d} < 23. \quad (8)$$

где  $n$  — эквивалентная абсолютная шероховатость внутренней поверхности стенки трубы, принимаемая равной для новых стальных труб — 0,01 см, для бывших в эксплуатации стальных — 0,1 см.

5. В зависимости от числа Рейнольдса определяется коэффициент гидравлического трения  $\lambda$ :

- для ламинарного режима движения газа  $Re \leq 2000$

$$\lambda = \frac{64}{Re}; \quad (9)$$

– для критического режима движения газа  $Re = 2000 - 4000$

$$\lambda = 0,0025 \cdot Re^{0,333}; \quad (10)$$

- при  $Re > 4000$  - в зависимости от выполнения условия (8);
- для гидравлически гладкой стенки (неравенство (8) справедливо):
- при  $4000 < Re < 100000$  по формуле

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}; \quad (11)$$

– при  $Re > 100000$

$$\lambda = \frac{1}{(1,821 \log Re - 1,64)^2}; \quad (12)$$

– для шероховатых стенок (неравенство (3) несправедливо) при  $Re > 4000$

$$\lambda = 0,11 \frac{n}{d} + \frac{68}{Re}^{0,25}. \quad (13)$$

6. Для внутренних газопроводов расчетную длину газопроводов определяют по формуле:

$$l = l_1 + \frac{d}{100\lambda} \xi, \quad (14)$$

где  $l_1$  – действительная длина газопровода, м;

$d$  – принятый диаметр трубопровода, см;

$\Sigma\xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений участка газопровода;

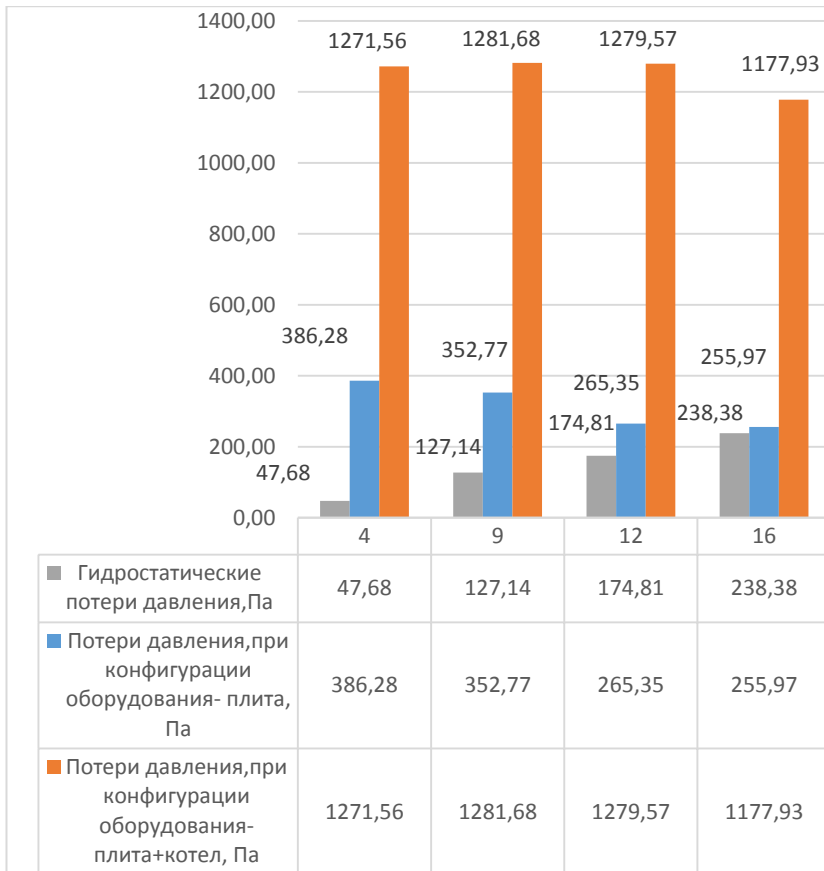
$\lambda$  – коэффициент гидравлического трения, определяемый в зависимости от режима течения и гидравлической гладкости стенок газопровода.

7. При расчете следует учитывать гидростатический напор  $H_g$ , Па, определяемый по формуле:

$$H_g = \pm 9,81h \rho_B - \rho_r, \quad (15)$$

где  $h$  – разность абсолютных отметок начального и конечного участков газопровода, м;  $\rho_B$  – плотность воздуха,  $\text{кг/м}^3$ , при температуре  $0^\circ\text{C}$  и давлении 0,10132 МПа (принимается 1,29);  $\rho_r$  – плотность газа,  $\text{кг/м}^3$ , при температуре  $0^\circ\text{C}$  и давлении 0,10132 МПа (принимается 0,75).

В результате наших расчётов получаем графики изображенные на рис. 1-4.



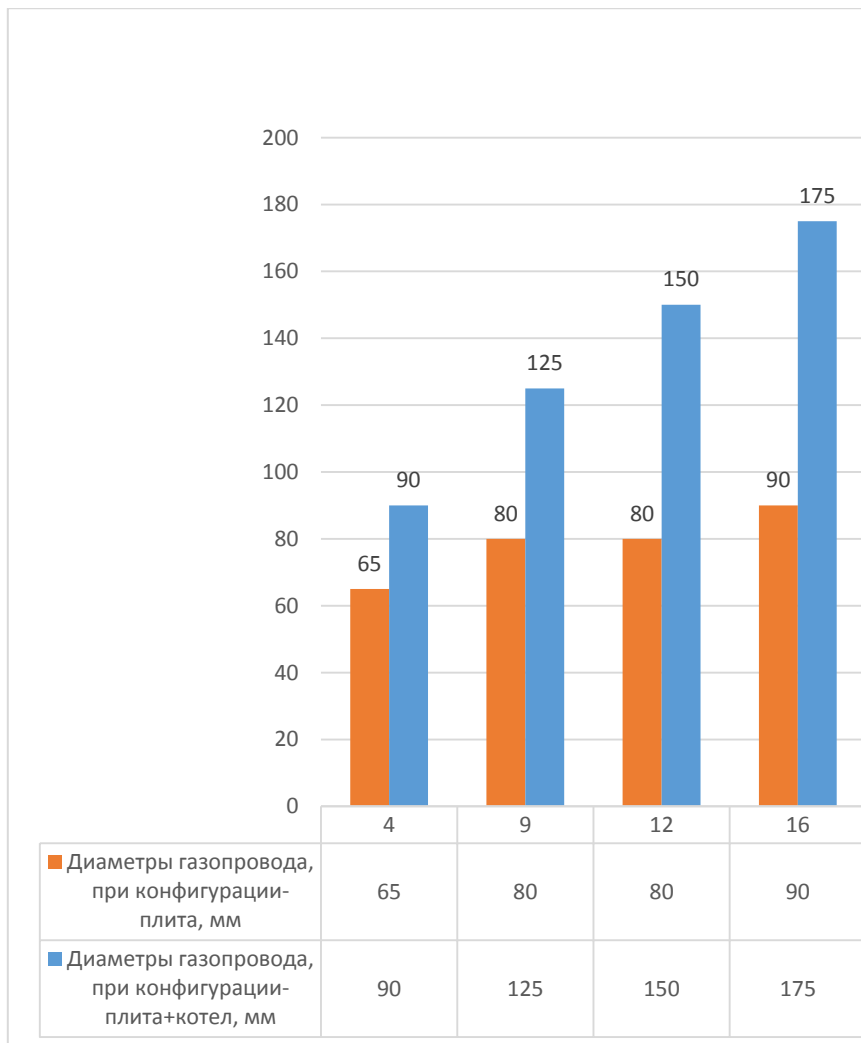
**Рис. 1.** График потерь давления для конфигурации плита и котел при расчете с коэффициентом одновременности

При этом значения диаметров принималось по полученным расчетным значениям и не вводились ограничения для их размера.

Аналогичен в графики сведены значения для коэффициентов неравномерности.

## Выводы

1. Расхождения в значениях потерь давления в обоих случаях глобально незначительны и кривая распределения в зависимости от этажности сохраняет свой вид в обоих случаях (плита+котел).



**Рис. 2.** График размеров трубопровода на входе в здание, в зависимости от этажности для коэффициентов одновременности

2. Допустимые потери при использовании плиты составляют 600 Па, по графикам видно, что при любой этажности это условие выполняется, а диаметр не выходит за разумные пределы.

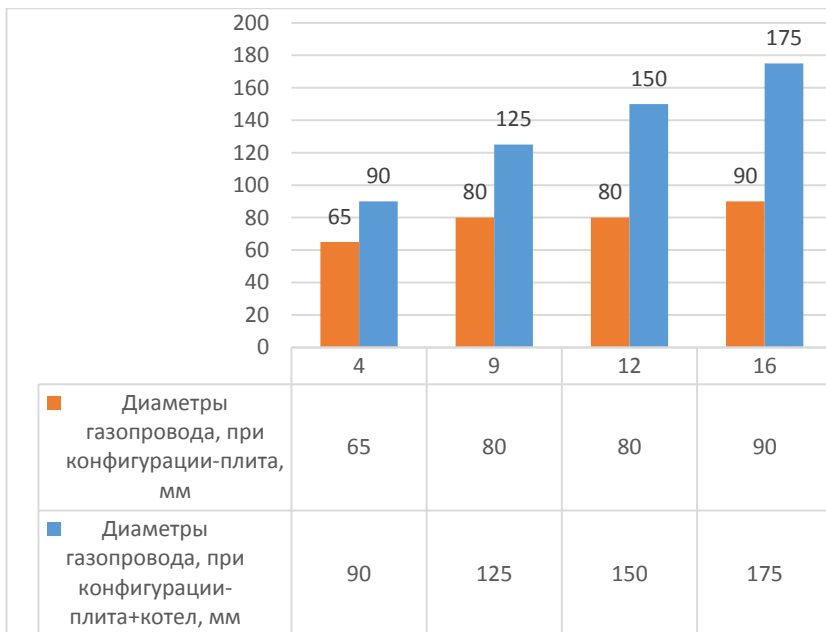
3. Допустимые потери давления при использовании плиты и котла составляют 1800 Па, при том условии, что у патрубка котла должно обеспечиваться номинальное давление 1050 Па для его корректной работы. С учетом потерь давления в сети при любой этажности это условие не выполня-

ется, а значения расчетных диаметров в обоих случаях на несколько сортаментов превышает значение 100 мм, что является наибольшим оптимальным размером исходя из многолетнего опыта проектирования систем газоснабжения.

4. Исходя из начальной цели, данное исследование доказывает и полностью обосновывает появление в СП 60.13330.2020 пункта об использовании газового котла для многоквартирных жилых зданий выше 3 этажей.



**Рис. 3.** График потерь давления для конфигурации плита и котел при расчете с коэффициентом неравномерности



**Рис. 4.** График размеров трубопровода на входе в здание, в зависимости от этажности для коэффициентов неравномерности

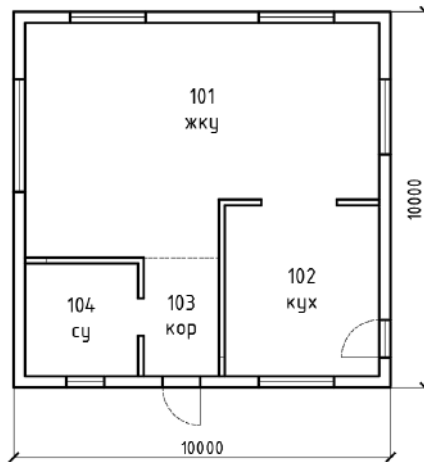
#### Библиографический список

1. СП 402.1325800.2018 «Здания жилые. Правила проектирования систем газопотребления».
2. СП 282.1325800.2016 «Поквартирные системы теплоснабжения на базе индивидуальных газовых теплогенераторов. Правила проектирования и устройства».
3. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
4. СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб».
5. Ионин А.А. Газоснабжение. М.: Стройиздат, 1989. 439 с.
6. Жила В.А. Газоснабжение: учебник для студентов вузов по специальности "Теплогасоснабжение и вентиляция". М.: АСВ, 2014. 368 с.
7. Жила В.А., Гусарова Е.А., Гулюкин Д.М. Надежность газораспределительных систем. / Издательский дом "Наука образования". НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ. 2017. № 20. С. 38-44.
8. Жила В.А., Соловьева Е.Б., Гулюкин Д.М. Безопасность систем газоснабжения и газораспределения. / Издательский дом "Наука образования". НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ. 2016. № 22. С. 27-32.

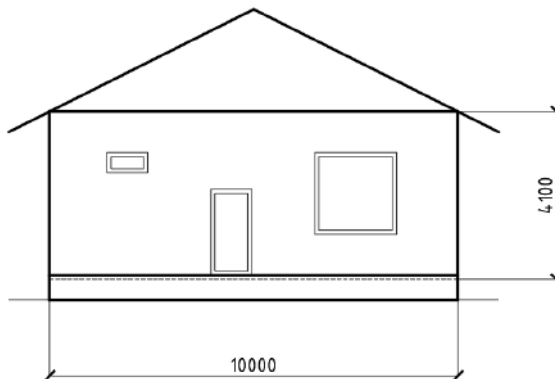
# ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Семёнов Д.А., учащийся ГБОУ города Москвы школа № 953 10 класса  
Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.*

В работе рассмотрим затраты денежных средств на организацию системы отопления индивидуального жилого дома в Ленинградской области. В качестве объекта исследования примем индивидуальный жилой дом, изображенный план которого изображён на рис. 1, а фасад на рис. 2.



**Рис.1.** План жилого дома



**Рис. 2.** Фасад жилого дома

При проведении необходимых нам расчётов будем опираться на нормативные документы [1, 2, 3]

Тепловая мощность на отопление определяется по формуле [4, 5, 6]:

$$Q_{от} = Q_{огр} + Q_{инф/вент} \pm Q_{тех/быт} \quad (1)$$

где  $Q_{огр}$  – потери тепловой энергии через наружные ограждения;  $Q_{инф/вент}$  – потери тепловой энергии на нагрев воздуха, поступающего при инфильтрации или воздуха, необходимого на обеспечение вентиляции проветриванием;  $Q_{тех}$  – тепловой поток выделяющийся или потребляемый внутри помещения.

Климатологические параметры района строительства примем по [3] и основные расчётные величины представим в виде табл. 1.

Таблица 1

### Климатологические параметры района строительства

Район строительства	$t_5^{0,92}$ , °C (далее $t_H$ )	$t_{оп}$ , °C	$z_{оп}$ , сут	$v_{хл}$ , м/с	$\phi_{хл}$ , %
Санкт-Петербург	-24	-1,3	213	3,3	84

Значение ГСОП для района строительства составит ГСОВ = 4537 °C\*сут.

Параметры тепловой защиты здания необходимо принимать по [2]. При этом учитываем санитарно-гигиенические требования и поэлементные требования. Значения требуемых термических сопротивлений представим в виде табл. 2.

Таблица 2

### Расчётные значения термического сопротивления теплопередаче

ограждающая конструкция	R, (м <sup>2</sup> *К)/Вт			
	сан-гиг	энерго.	сущ-план	принимаем
стена	1,264	2,988	0,000	2,988
окно	не норм	0,657	0,000	0,657
пол	2,529	3,942	0,000	3,942
потолок	1,686	3,942	0,000	3,942
нар. вх. дверь	0,759	не норм	0	0,759



Требуемую мощность на отопление и вентиляцию определим по зависимости (1) данной работы и результаты расчётом по слагаемым этого уравнения для различных помещений представим в табличном виде 3.

Годовая потребность в энергии с учётом расчётной продолжительности отопительного периода составит: 74368 МДж/год.

Таблица 3

### Климатологические параметры района строительства

№ <sub>пом</sub>	назначение пом.	S	t <sub>в</sub>	Q <sub>отр</sub>	Q <sub>инф</sub>	вентиляция по уд. расходу в-ха на приток	вентиляция по компенсации вытяжки
		м <sup>2</sup>	°С	Вт	Вт	м <sup>3</sup> /ч	м <sup>3</sup> /ч
101	жк	52,2	20	3399	664	156,5	0,0
102	с/у совмещ	18,7	24	1602	171	0,0	50,0
103	коридор	6,3	18	507	0	0,0	0,0
104	с/у совмещ	9,0	24	524	21	0,0	50,0
		86		6 032	856	<b>156,5</b>	100,0
-	-	-	-	-	-	2 316	1 480

Далее необходимо принять решение о источнике энергии для осуществления отопления и вентиляции. Предлагается рассмотреть такие варианты: природный газ(метан), электричество (1 тарифный счётчик), электричество (3 тарифный счётчик), дровяная печь на берёзовых дровах и сжиженный углеводородный газ (СУГ). Для наглядности затраты на обогрев помещения и осуществлении его вентиляции результаты представим в табличном виде – табл. 4.

Таблица 4

### Затраты на отопление и вентиляцию жилого дома

№	Источник энергии	Затраты в год руб/год
1	природный газ(метан)	14 784
2	электричество (1 тарифный счётчик)	26 782
3	электричество (3 тарифный счётчик)	113 618
4	дровяная печь на берёзовых дровах	105 846
5	СУГ	29 868

Как мы видим из табл. 4 наиболее выгодным является применение природного газа в качестве источника энергии. Далее следует дровяная печь и сжигание СУГ. Наиболее дорогим способом обогрева индивидуального дома является электрическая энергия. Но следует отметить, что для

подключения к магистральному газопроводу потребуются большие капитальные затраты + приобретение котла и сооружение системы отопления. А вот применение электрического отопления наиболее быстрый и удобный способ организации комфортных условий для нахождения в помещениях данного дома. Можем сделать вывод, что при планируемом постоянном проживании в доме необходимо осуществить подключение к магистральной сети. При отсутствии такой возможности рекомендуется поставить установку СУГ. А вот при кратковременном посещении этого дома наиболее эффективно организовать печное отопление или поставить электрические конвекторы.

#### Библиографический список

1. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003(с Изменением №1)».
2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003(с Изменением № 1)».
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* (с Изменениями N 1, 2).
4. Гагарин В.Г., Чжибо Ч. Учет градусо-суток отопительного периода при сравнении потребления энергии зданиями// БСТ: Бюллетень строительной техники. 2016. № 6 (682). С. 58-59.
5. Пастушков П.П., Гагарин В.Г. Исследования зависимости теплопроводности от плотности коэффициента теплотехнического качества автоклавного газобетона // Строительные материалы. 2017. № 5. С. 26-28.
6. Максимова М.А., Жгун Ю.В. Применение систем лучистого отопления в центральном регионе России. Национальный исследовательский университет МЭИ. Тезисы доклада на конференции. М. – 2017., с. 344.

# СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ И КОТТЕДЖНОЙ ЗАСТРОЙКЕ

*Локтева А.А., студент 1 курса 2 группы ИИЭСМм*

*Дубовенко В.А., студент 1 курса 2 группы ИИЭСМм*

*Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.*

Разразившаяся весной 2020 года пандемия вызвала резкое увеличение спроса на аренду и покупку загородной недвижимости [1]. Успешный опыт дистанционной работы заставляет людей задумываться о переезде за город. При этом основная потребность заключается в недорогих сегментах [2]. На сегодняшний день мы наблюдаем явный процесс субурбанизации. В данной работе проводится сравнение энергетической эффективности проживания населения в многоквартирных домах и коттеджной застройке.

Рассмотрим несколько вариантов проживания семьи из 4-х человек: первый – коттедж 199 м<sup>2</sup> в Подмосковье, второй – квартира 92,4 м<sup>2</sup> в Москве, третий – квартира 187,9 м<sup>2</sup> в Москве.

Все три объекта находятся в Москве и области. Параметры наружного климата приведены в табл. 1 [3]. Параметры для коттеджа принимаем, привязываясь к ближайшему опорному пункту, показанному на рис. 1.

Таблица 1

Климатологические данные в МО

№ п/п	Пункт	тр, °С	Зоп, сут	tot. ср, °С	вр, м/с
1	2	3	4	5	6
1	Дмитров	-28	216	-3,1	5,2
2	Москва	-25	205	-2,2	2,0



Рис. 1. Климатологические расчётные пункты в Московской области

На рис. 2 приведены чертежи коттеджа. Размеры в плане 12,4x13,6, общая площадь 199,36 м<sup>2</sup>, жилая площадь 105,22 м<sup>2</sup>, материал стен - газобетон. Согласно произведенным расчетам в табл. 2 представлены нагрузки на систему отопления.

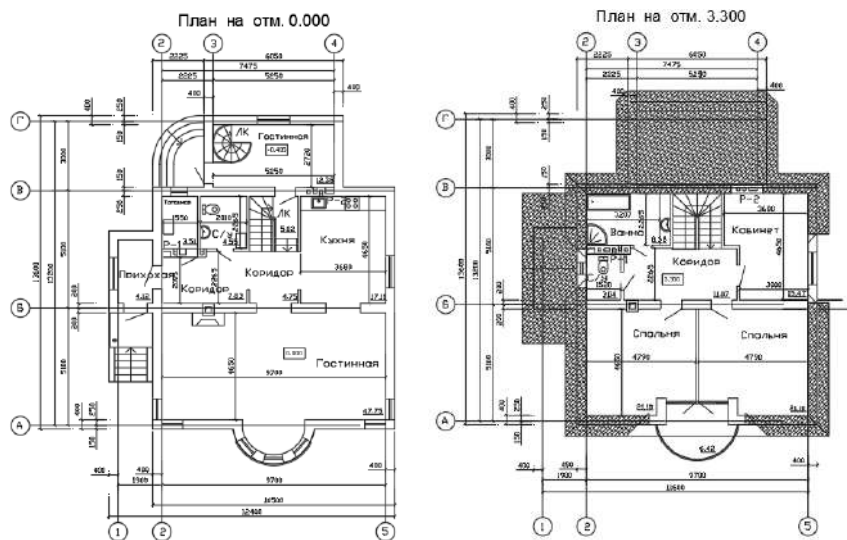


Рис. 2. Чертежи коттеджа

Таблица 2

Мощность системы отопления коттеджа

Этаж	№пом	Назначение помещения	Функция	S, м <sup>2</sup>	t <sub>в</sub> , °С	Q <sub>отгр</sub> , Вт	Q <sub>инф</sub> , Вт	Q <sub>вент</sub> , Вт	Q <sub>от</sub> , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	101	Прихожая	Не жилое	4,12	18	969,30	211,42	-	1180,72
	102	Коридор	Не жилое	7,83	18	66,99	-	-	66,99
	103	Топочная	Не жилое	3,51	18	416,76	112,68	-	529,45
	104	С/у	Не жилое	4,55	19	24,64	-	393,63	418,26
	105	Коридор	Не жилое	4,75	18	13,83	-	-	13,83
	106	ЛК	Не жилое	5,02	16	154,74	-	-	154,74
	107	Кухня	Не жилое	17,11	21	860,49	212,97	-	1073,46
	108	Гостинная	Жилое	47,55	22	2733,45	659,46	2389,39	5122,84
	109	Гостинная	Жилое	12,38	22	1624,22	142,34	622,10	2246,32
110	ЛК в подвал	Не жилое	2,72	18	68,45	-	-	68,45	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	201	Коридор	Не жилое	11,0 7	18	116,66	-	-	116,66
	202	Ванная	Не жилое	8,38	26	2920,90	-	-	2920,90
	203	С/у	Не жилое	3,04	19	181,94	118,18	393,63	575,57
	204	Кабинет	Жилое	15,4 7	22	603,39	119,34	777,37	1380,75
	205	Спальня	Жилое	21,1	22	1065,36	223,91	1060,2	2125,63
	206	Спальня	Жилое	21,1	22	910,91	223,91	1060,2	1971,18
Итого:						12732,0 2	2024,21	6696,7	19965,8

Годовое потребление тепла на отопление может быть определено через среднюю за отопительный период мощность:

– среднее значение тепловой нагрузки на отопление за отопительный период:

$$Q_{от}^{cp} = Q_{от} \cdot \frac{t_{вн} - t_{от}^{cp}}{t_{вн} - t_{от}^p} = 19965,8 \cdot \frac{22 - (-3,1)}{22 - (-28)} = 10023, \text{ Вт} \quad (1)$$

где  $t_{вн}$  - температура воздуха внутри помещения, °C;  $t_{от}^{cp}$  - среднее значение температуры за отопительный период, °C;  $t_{от}^p$  - расчетное значение температуры для расчета системы отопления, °C.

– годовое потребление тепловой энергии на отопление:

$$Q_{от}^{год} = \frac{Q_{от}^{cp} \cdot Z_{от}}{10^6} = \frac{10023 \cdot 216 \cdot 24 \cdot 3600}{10^6} = 187050, \text{ МДж/год} \quad (2)$$

где  $Z_{от}$  - продолжительность отопительного периода, сек.

Годовые затраты теплоты за отопительный период для системы отопления с электрическим котлом, теплопроводами и водяными биметаллическими отопительными приборами рассчитаем по формуле:

$$Q_{г} = \frac{T \cdot z \cdot Q_p \cdot (t_b - t_{cp.от.})}{(t_b - t_n)}, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad (3)$$

где  $T$  - количество часов работы отопления в сутки. Принимаем 24 ч;  $z$  - продолжительность отопительного периода, дней;  $Q_p$  - нагрузка на систему отопления при расчетной разности температур (максимальный часовой расход), кВт·ч;  $t_b$  - внутренняя температура воздуха;  $t_{cp.от.}$  - средняя температура за отопительный период;  $t_n$  - температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92.

Тогда получаем:

$$Q_r = \frac{24 \cdot 216 \cdot 19,9658 \cdot (22 - (-3,1))}{(22 - (-28))} = 51956 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Тариф на электричество [4]:

– дневной 4,7 руб. за кВт·ч;

– ночной 1,8 руб. за кВт·ч;

– тогда среднесуточный составит  $\frac{4,7 \cdot 16 + 1,8 \cdot 8}{24} = 3,7$  руб

Тогда денежные затраты на эксплуатацию системы отопления за отопительный период составят:  $3,7 \cdot 51956 = 192\,237$  руб.

Годовой расход тепла на систему отопления с газовым котлом:

$$Q_o^{\text{год}} = \frac{24 \cdot Q_o^{\text{ср}} \cdot n}{Q_H^{\text{н}} \cdot \eta \cdot 1,163}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (4)$$

где  $n$  – продолжительность отопительного периода, сут;  $\eta$  – КПД отопительной системы;  $Q_H^{\text{н}}$  – низшая теплота сгорания газа, она определяется, исходя из состава газа, в расчетах необходимо принимаем  $8169 \text{ ккал/м}^3$ .

$$Q_o^{\text{год}} = \frac{24 \cdot 10023 \cdot 216}{8169 \cdot 0,9 \cdot 1,163} = 6077, \text{ м}^3/\text{год}$$

Стоимость газа принимаем  $5,9 \text{ руб/м}^3$  [5]. Тогда годовые затраты для этого варианта отопления будут равны:  $6077 \cdot 5,9 = 35853$  руб/год.

На рис. 3 приведены чертежи квартиры №1. Общая площадь  $92,4 \text{ м}^2$ . Четырехкомнатная квартира расположена в жилом комплексе в г. Москва.

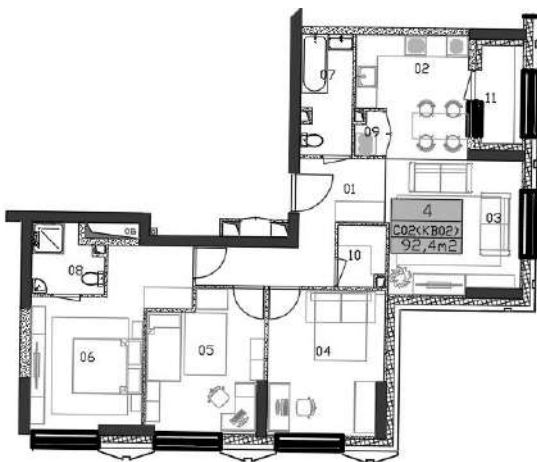


Рис. 3. План квартиры №1  $92,4 \text{ м}^2$ .

Согласно произведенным расчетам в табл. 2 представлены нагрузки на систему отопления.

Таблица 2

**Мощность системы отопления квартиры №1 92,4 м<sup>2</sup>**

Этаж	N <sub>ом</sub>	Назначение помещения	Функция	S, м <sup>2</sup>	t <sub>в</sub> , °C	Q <sub>огр</sub> , Вт	Q <sub>инф</sub> , Вт	Q <sub>вент</sub> , Вт	Q <sub>от</sub> , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	03	Комната 1	Жилое	14,3	22	750	165	1650	4190
	02	Кухня	Не жилое	10,5	19	410			
	04	Комната 2	Жилое	13,4	22	640			
	05	Комната 3	Жилое	12,9	20	380			
	06	Комната 4	Жилое	16,4	20	360			

Определим годовое потребление тепла на отопление:

– среднее значение тепловой нагрузки на отопление за отопительный период по формуле (1):

$$Q_{от}^{cp} = 4190 \frac{22 - (-2,2)}{22 - (-25)} = 2157, \text{ Вт}$$

– годовое потребление тепловой энергии на отопление по формуле (2):

$$Q_{от}^{год} = \frac{2157 \cdot 205 \cdot 3600 \cdot 24}{10^6} = 38205, \text{ МДж/год}$$

Годовые затраты теплоты на отопление за отопительный период считаем [6]:

$$\mathcal{E}_{т.от} = \frac{0,0864 \cdot z \cdot Q_{от} \cdot (t_{в} - t_{cp.от.})}{4,19 \cdot (t_{в} - t_{н})} \cdot C_{т}, \text{ руб/год} \quad (5)$$

где Q<sub>от</sub>- мощность системы отопления, кВт; C<sub>т</sub>- стоимость единицы тепловой энергии, руб/Гкал, принимаем равным 2507,71 руб/Гкал [7].

$$\mathcal{E}_{т.от} = \frac{0,0864 \cdot 205 \cdot 4190 \cdot (20 - (-2,2))}{4,19 \cdot (20 - (-25))} \cdot 2507,71 = 22\,429, \text{ руб/год}$$

На рис. 4 приведены чертежи квартиры №2, общая площадь которой 211 м<sup>2</sup>. Квартира расположена в жилом комплексе в г. Москва.



Рис. 4. Чертежи квартиры №2 187,9 м<sup>2</sup>

Согласно произведенным расчетам в табл. 3 представлены нагрузки на систему отопления.

Таблица 3

Мощность системы отопления квартиры 187,9 м<sup>2</sup>

Этаж	N <sub>пом</sub>	Назначение помещения	Функция	S, м <sup>2</sup>	t <sub>вн</sub> , °C	Q <sub>отр</sub> , Вт	Q <sub>инф</sub> , Вт	Q <sub>вент</sub> , Вт	Q <sub>от</sub> , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
43	06	Комната 4	Жилое	20,9	22	1070	300	2030	4900
	05	Комната 3	Жилое	9,8	22	520			
	02	Кухня	Не жилое	12,7	19	380			
	03	Комната 1	Жилое	18,2	20	400			
	04	Комната 2	Жилое	14,8	20	500			
44	02	Комната 1	Жилое	14,1	22	1070	290	2030	4890
	03	Гардероб	Не жилой	9,9	20	500			
	02	Второй свет	Не жилой	-	20	390			
	03	Второй свет	Не жилой	-	20	400			
	01	Коридор	Не жилой	33,4	20	500			
Итого:							590	4060	9790

Годовое потребление тепла на отопление может быть определено через среднюю за отопительный период мощность:

– среднее значение тепловой нагрузки на отопление за отопительный период по формуле (1):

$$Q_{от}^{ср} = 9790 \frac{20 - (-2,2)}{20 - (-25)} = 4830, \text{ Вт}$$



– годовое потребление тепловой энергии на отопление по формуле (2):

$$Q_{от}^{год} = \frac{4830 \cdot 205 \cdot 3600 \cdot 24}{10^6} = 85544, \text{ МДж/год}$$

Годовые затраты теплоты на отопление за отопительный период считаем по формуле (4):

$$\mathcal{E}_{т.от} = \frac{0,0864 \cdot 205 \cdot 9790 \cdot (20 - (-2,2))}{4,19 \cdot (20 - (-25))} \cdot 2507,71 = 51\,199, \text{ руб/год}$$

Сведем в табл. 4 все сравниваемые величины по трем рассматриваемым объектам.

Таблица 4

#### Сравнительный анализ

Наименование объекта	Годовое потребление тепловой энергии, МДж/год	Годовые затраты на отопление за отопительный период, руб/год
1	2	3
Коттедж 199 м <sup>2</sup> в Подмосковье (электрический котел)	187 050	192 237
Коттедж 199 м <sup>2</sup> в Подмосковье (газовый котел)	6 077 м <sup>3</sup> /год	35 853
Квартира №1 92,4 м <sup>2</sup> в Москве	38 205	22 429
Квартира №2 187,9 м <sup>2</sup> в Москве	85 544	51 199

Наибольшее годовое потребление тепловой энергии на отопление будет при проживании в коттедже 199 м<sup>2</sup> за городом, в Подмосковье. Этот же вариант проживания является и самым затратным при использовании электрического котла. При использовании газового котла проживание в коттедже выходит даже дешевле, чем в квартире №2 с сопоставимой площадью жилой площади. Наименее энергозатратный и дешевый вариант это – проживание в квартире №1 92,4 м<sup>2</sup>. Таким образом, проживание за городом не всегда оказывается дороже проживания в квартире в городе, все зависит от площади помещений и вида потребления тепла.

#### Библиографический список

1. Penny Lane Realty: на рынке загородной аренды начинается ажиотаж [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.irn.ru/news/133898.html>, свободный. (Дата обращения: 15.02.2021).

2. Как коронавирус изменит рынок недвижимости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.im.ru/articles/41004.html>, свободный. (Дата обращения: 15.02.2021).
3. СП 131.13330.2018 "СНиП 23-01-99\* Строительная климатология": утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 28 ноября 2018 г. N 763/пр и введен в действие с 29 мая 2019 г. Доступ из справ. -правовой системы Гарант. – Текст – электронный. (Дата обращения: 19.02.2021).
4. Сайт Мосэнергосбыта [Электронный ресурс]. – М.: АО Мосэнергосбыт, - Режим доступа: <https://mosenergosbyt.info/tarify/> свободный. (Дата обращения: 19.02.2021).
5. Сайт Мособлгаза [Электронный ресурс]. – М.: АО Мособлгаз, - Режим доступа: <https://www.mosoblgaz.ru/abonents/#abonents-price>, свободный. (Дата обращения: 19.02.2021).
6. Ключко А.К., Самарин О.Д. Системы теплоснабжения, газоснабжения: [учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции. – Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. – 60 с.
7. Сайт МОЭК [Электронный ресурс]. – М.: ПАО МОЭК, - Режим доступа: <https://www.moek.ru/about/moek-shareinfo/tarify/>, свободный. (Дата обращения: 19.02.2021).

# О МОДЕЛИРОВАНИИ ВЛИЯНИЯ РАБОТЫ ГАЗОПОТРЕБЛЯЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ С ОТКРЫТОЙ КАМЕРОЙ СГОРАНИЯ НА ПРИТОК ВОЗДУХА

*Цап А.Ю., студент 1-го курса 14 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Саргсян С.В., доц., к.т.н.*

Современные тенденции научно-технического развития характеризуются постоянным совершенствованием и повышением безопасности конструктивного исполнения топливоиспользующего оборудования, применяемого в бытовых целях.

Бытовое газопотребляющее оборудование предназначено для применения газа как источника тепла для отопления, горячего водоснабжения и приготовления пищи [1].

Допустимость установки рассматриваемого оборудования в жилых домах зависит от его конструктивного исполнения и вида жилого объекта, которые на основании нормативно-технической терминологии разделяют на одно- и многоквартирные жилые дома, домовладения [2, 3].

Проанализировав допустимость установки оборудования в жилых объектах, следует зависимость конструктивного исполнения от высоты здания [2-4]. Обобщенные результаты справочно представлены на схеме ниже.

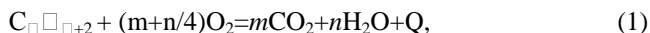


**Рис. 1.** Допустимость установки топливоиспользующего оборудования в жилых домах

Распространение конструкции с независимым поступлением кислорода для осуществления реакции горения, то есть с закрытой камерой сгорания, обусловлено исключением зависимости его работы от функциониро-

вания системы вентиляции. Однако домовладения, малоэтажные многоквартирные дома и дома старого жилого фонда предусматривают возможность установки оборудования с забором воздуха из помещения, что имеет широкое распространение вследствие малой стоимости. Некоторые виды устанавливаемого оборудования в домовладениях предназначены для обязательного взаимодействия с внутренней средой помещения, что обусловлено их функциональным назначением (печи, камины, газовая плита и т.д.)

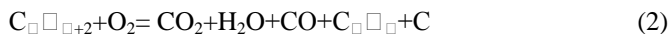
Работа газопотребляющего оборудования с открытой камерой сгорания существенно влияет на химический состав внутренней среды, снижая концентрацию кислорода, отбираемого на горение (1).



*(углеводород + кислород = углекислый газ + пары воды)*

где С – атом углерода; Н – атом водорода; О – атом кислорода; N – атом азота; m, n – число атомов углерода и водорода в молекуле; Q – тепловой эффект реакции.

При неполной реакции горения (2) вследствие недостаточного поступления приточного воздуха, образуется токсичный газ - оксид углерода:



Стихийность отбора внутренней среды является постоянным фактором, катализирующим процессы снижения устойчивости работы системы естественной вентиляции, степень проявления которого зависит от времени работы оборудования.

Описанные условия выявляют актуальность исследования нестационарного воздушного режима в помещении с газопотребляющим оборудованием. Для анализа таких факторов как объем приточного воздуха, время поступления продуктов сгорания, переходный процесс изменения состава внутреннего воздуха информативным представлением является имитационная модель.

Одной из последних работ, в которой задействованы современные программы физико-математического и численного моделирования в рассматриваемой области является исследование польских ученых Г. Черски и К. Спивак, которые применили CFD-моделирование для оценки риска отравления продуктами горения на примере конкретного бытового газового прибора [5].

Трехмерное гидравлическое моделирование (CFD - computational fluid dynamics) представляет собой практический способ прогнозирования и визуализации потоковых процессов.

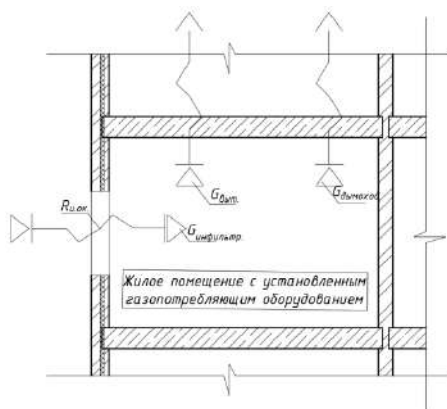
Наиболее актуальными российскими исследованиями газоздушного режима помещения с газопотребляющим оборудованием являются изложенные в работах Саргсяна С.В., Жилы В.А. [6, 7]. Большее распростране-

ние рассматриваемые исследования получили в иностранных работах вследствие меньшей по сравнению с Россией востребованности систем централизованного отопления [5, 8-11].

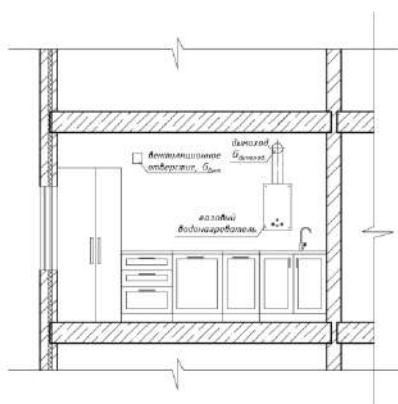
Использование динамического моделирования обеспечивает более точный анализ влияния различных факторов и позволяет провести оценку режимов работы газопотребляющего оборудования во времени. Рассмотрим упрощенную схему для описания влияния работы газопотребляющего оборудования на систему естественной вентиляции как основу для физико-математического моделирования.

Принципиальная схема организации естественного воздухообмена в помещении представлена на рис. 2 [12, 13]. Жилое помещение многоквартирного жилого дома оборудовано газовым проточным водонагревателем. Устроена система вентиляции естественная, предусматривающая приток воздуха через неплотности наружного ограждения, а удаление посредством вентиляционного отверстия в шахту.

Инфильтрация воздуха происходит под действием перепадов полных давлений воздуха  $\Delta P_0$  с разных сторон ограждающей наружной конструкции [12]. При допущении стационарности наружных условий, на потенциал переноса воздуха через неплотности ограждающих конструкций в помещении с работающим газоиспользующим оборудованием влияют температура  $t$  и плотность  $\rho$  внутренней среды, которые изменяются с течением времени в зависимости от продолжительности и режима работы оборудования.



**Рис. 2.** Принципиальная схема организации естественного воздухообмена в помещении



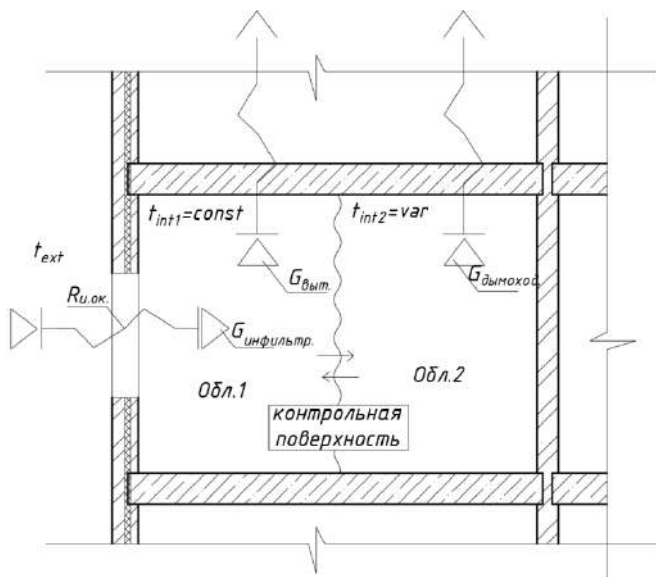
**Рис. 3.** Ситуационная схема к рис. 1

Влияние газопотребляющего оборудования с открытой камерой сгорания на параметры внутреннего воздуха обусловлено разрежением, создаваемом при удалении отработанного воздуха в дымоход и тепловыделениями от нагретой поверхности оборудования  $Q$ . Таким образом, с течением вре-

мени интенсифицируется тяга в условиях работы газопотребляющего оборудования, граничным условием которой будет выступать сопротивление воздухопроницанию светового проема  $R_{ок}$ :

$$\max \frac{R_{\text{выт.}}}{R_{\text{дымоход}}} \leq R_{\text{н.ок}}$$

Разделим рассматриваемое помещение на две равные по объему области  $V_1$  и  $V_2$  поверхностью, через которую свободно перемещаются потоки воздуха. Деление на контрольные объемы условное вследствие изменения величин температуры и плотности воздуха во времени.



**Рис. 4.** Влияние работы газопотребляющего оборудования (обл. 2) на работу системы естественной вентиляции (обл.1) (упрощенная схема расчета)

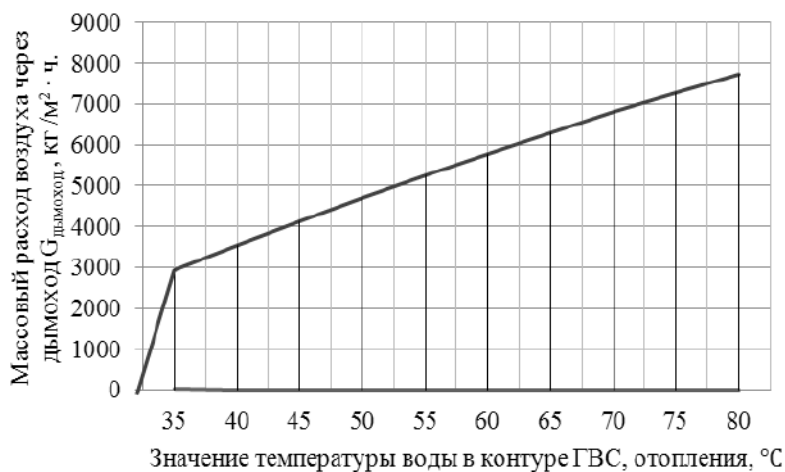
Обеспечение притока наружного воздуха происходит при температуре внутреннего воздуха  $t_{\text{int1}}$ . Начальную температуру в помещении  $t_{\text{int}}$  примем как оптимальную по ГОСТ 30494-2011, тогда приращение, учитывающее работу оборудования:

$$dt_{\text{int}} = \frac{dQ + 0.28 \cdot k \cdot L \cdot dt_{\text{int}}}{0.28 \cdot c \cdot L}, \quad (3)$$

где  $c$  – теплоемкость воздуха,  $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \square)$ ;  $k$  – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях;  $L$  – объем приточного воздуха,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Расход удаляемого через дымоход воздуха  $G_{\text{выт.}}$  будут изменяться при различных значениях диапазона настройки температуры оборудования.

Для типового помещения с заданными параметрами зависимость представлена на графике ниже.



**Рис. 5.** Зависимость расхода удаляемого через дымоход воздуха от температуры нагреваемой воды

Характер зависимости массового расхода приточного воздуха  $G_{\text{инфильтр}}$  от давления в помещении  $\Delta P_0$  изменяемого под влиянием работы газопотребляющего оборудования и вытяжкой из вентиляционного отверстия будет аналогичным.

Таким образом, учитывая трудоемкость получения вышеописанных расчетных величин, представленная схема на рис. 4 позволяет упростить процесс анализа газовой среды помещения.

Рассмотрение методов численного и физико-математического моделирования необходимо применять при прогнозировании влияния работы газопотребляющего оборудования на систему естественной вентиляции. Для оценки рисков отравления в жилых объектах с установленным оборудованием, предусматривающим забор воздуха из помещения следует использовать современный исследовательский инструмент, такой как CFD-моделирование. Данные исследования актуальны при ретроспективном анализе, технических обследованиях для принятия строительно-технических решений по переоборудованию или дачи рекомендаций по повышению эффективности устроенной системы вентиляции в жилых домах.

#### Библиографический список

1. Жила В.А. Газоснабжение: Учебник. – М.: АСВ, 2014. 368 с.

2. СП 55.13330.2016. Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001 Дома жилые многоквартирные. М.: Стандартинформ, 2019.
3. СП 54.13330.2016. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные. М.: Стандартинформ, 2019.
4. СП 60.13330.2016. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. М.: Стандартинформ, 2019.
5. Czerski G., Śpiewak K. Assessment of the risk of poisoning by combustion products from domestic gas-fired appliance using CFD modeling // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Orlando, Oct. 10-14, 2021. P.67-74.
6. Sargsyan S.V., Jila V.A. On modelling of influence of air condition of building on gas-consuming equipment with an open combustion chamber functioning // International multi-conference on industrial engineering and modern technologies:IOP Conference series: Materials Science and Engineering. Vladivostok, Oct. 02-04, 2018. P.032001.
7. Саргсян С.В., Жила В.А. Влияние воздушного режима здания на функционирование газопотребляющего оборудования // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды: Материалы XVI Международной научной конференции. Флоренция, 16-29 сентября 2018 года. С.171-175.
8. Brett C. Singer, Rebecca Zarin Pass, William W. Delp, David M. Lorenzetti,Randy L. Maddalena Pollutant concentrations and emission rates from natural gas cooking burners without and with range hood exhaust in nine California homes // Building and Environment. 2017. № 122. P.215-229.
9. Changa W.R., Chenga C.L. Carbon monoxide transport in an enclosed room with sources from a water heater in the adjacent balcony // Building and Environment. 2008. № 43. P.861-870.
10. Niren L. Nagda, Michael D. Koontz, Irwin H. Billick , Neil P. Leslie, David W. Behrens Causes and Consequences of Backdrafting of Vented Gas Appliances // Journal of the Air & Waste Management Association. 2012. № 46. P.838-846.
11. Joanna Gordon Casey, John Ortega, Evan Coffey, Michael Hannigan Low-cost measurement techniques to characterize the influence of home heating fuel on carbon monoxide in Navajo homes // Science of the Total Environment.2018. № 625. P. 608-618.
12. Малявина Е.Г. Самарин О.Д. Строительная теплофизика и микроклимат зданий: Учебник. – М.: МИСИ-МГСУ, 2018. 287 с.
13. Тертичник Е.И. Вентиляция: Учебник. – М.: АСВ, 2015. 608 с.



## ОЦЕНКА АВАРИЙНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

*Цан Н.Р., студент 1-го курса аспирантуры 14 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.*

Согласно информации, публикуемой Минфином России, об исполнении федерального бюджета доля нефтегазовых доходов страны составляет более трети государственного бюджета. Несмотря на оценки экспертов, утверждающих о снижении указанной доли в 2020 году, развитие нефтегазовой отрасли является одним из основных направлений развития нашей страны.

Этот факт подтверждается прогнозными цифрами по добыче газа. По опыту и результатам реализации Энергетической стратегии России на период до 2030 года, и с учетом ее корректировки, распоряжением Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р утверждена Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года. В соответствии с приложением № 2 к Энергетической стратегии прогнозный показатель добычи газа 2035 года по отношению к показателю 2018 года составляет 118,2 % по нижнему сценарию и 137,5 % – по верхнему.

Увеличение объемов добычи газа невозможно без строительства новых газораспределительных сетей, однако темпы развития отрасли могут существенно понизить выход из строя и некачественная работа существующих систем. Новые ветви газопроводов в данном сценарии покроют дефицит топлива у имеющих абонентов, но не дадут необходимого прироста количества потребителей.

Для оценки важности аварийности существующих газораспределительных сетей следует проанализировать случаи, произошедшие в нашей стране за последние годы и исследовать статистику газоснабжающих организаций.

В рамках поиска произошедших аварий на газопроводах рассмотрены аварии, о которых информация имеется в общем доступе и может быть проверена по параметрам даты и места аварии. Для этого использовались информационные онлайн ресурсы, имеющие информацию об обстоятельствах, причинах аварий, а также иной информации. Лидером среди информационных онлайн-ресурсов является информационное агентство «РИА Новости». С целью зафиксировать большее количество случаев дополнительно использовался информационный портал «Life.ru».

По результатам поиска обнаружено 109 «нашумевших» аварий в период с 3 апреля 2007 г. по 3 декабря 2020 г. Ниже представлен пример одной из аварий и форма таблицы, которая составлялась при поиске аварий (табл. 1).

В зависимости от обстоятельств аварий выявлено две группы: первая группа аварий, связанная с порывом газопровода, вторая – взрыв газопровода. Обстоятельства аварий не служат для подготовки выводов, а несут

информационный характер. Из 109 случаев выявлено 83 аварии с порывом газопровода, и 26 случаев – с взрывом.

Таблица 1

**Форма таблицы с информацией об авариях на газопроводах с примером заполнения**

№ п/п	Дата аварии	Место аварии	Обстоятельства	Причина	Ущерб			Материал трубопровода
					Людские жертвы		Материальный ущерб	
					Пострадавшие	В том числе погибшие		
1	03.04.2007	Ханты-Мансийский автономный округ	Порыв магистрального газопровода с возгоранием	Коррозия материала трубопровода	-	-	Повреждение участка магистрального трубопровода	Сталь

Следующим критерием являются причины повреждения газопроводов. По результатам исследования информации об авариях, выявлены следующие группы причин аварий: первая – повреждение газопровода, включая дефекты и износ газопровода. Эта группа состоит из аварий, причиной которых послужили:

- дефект газопровода;
- коррозия металла;
- усталость металла.

Второй группой по причинам является повреждение газопровода по неосторожности при выполнении работ и эксплуатации, а также с намерением причинения вреда, и состоит из:

- земляные работы;
- строительные работы;
- ремонтные работы;
- работы по опрессовке;
- незаконная врезка;
- внешнее повреждение;
- подрыв;
- автомобильная авария;
- скачок давления;
- просадка грунта.

К третьей группе отнесены причины, связанные со стихийными бедствиями. К ней относятся аварии, причиной которых является повреждение газопроводов упавшими от сильных порывов ветра деревьями и др.

Последнюю группу составляют аварии, по которым причины не обнаружены в новостных источниках.

Полученные результаты сбора информации по причинам аварий представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Количество аварий в зависимости от причин их возникновения**

Повреждение газопровода (дефекты и износ газопровода)	<b>Всего</b>	<b>12</b>
	Дефект газопровода	3
	Коррозия металла	5
	Усталость металла	4
Повреждение газопровода (по неосторожности при выполнении работ и эксплуатации, с намерением причинения вреда)	<b>Всего</b>	<b>48</b>
	Земляные работы	23
	Строительные работы	6
	Ремонтные работы	4
	Работы по опрессовке	3
	Незаконная врезка	2
	Внешнее повреждение	1
	Подрыв	1
	Автомобильная авария	5
	Скачок давления	1
Просадка грунта	2	
Стихийное бедствие	<b>Всего</b>	<b>2</b>
Информация не обнаружена	<b>Всего</b>	<b>47</b>

Исходя из представленной информации по причинам возникновения аварий, можно сделать вывод, что чаще всего аварии на газопроводах происходят по неосторожности при выполнении работ или с намерением причинения вреда. Однако, если учитывать аварии, причины возникновения которых не обнаружены, вывод будет противоположным.

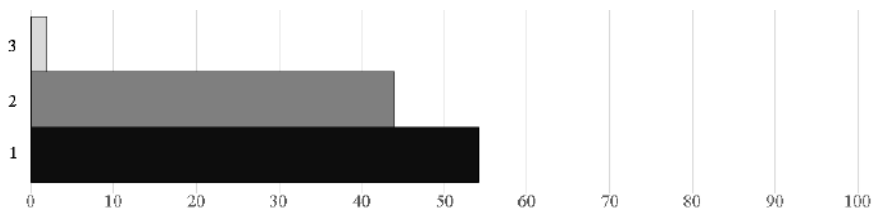
Так как причины повреждения газопроводов по неосторожности при выполнении работ, с намерением причинения вреда и стихийные бедствия являются наглядными и зафиксировать их наличие не составляет труда (за редким исключением в случаях подрыва или внешних повреждений), то с большой долей вероятности аварии по которым причина возникновения не обнаружена можно отнести к случаям со скрытыми дефектами газопроводов, т.е. к первой группе.

Таким образом, на рис. 1. представлено процентное соотношение количества аварий полученных групп от общего количества аварий.

Следующим критерием, рассматриваемым в рамках исследования аварий на газопроводах, является полученный ущерб.

С экономической точки зрения рассматривался материальный ущерб. Помимо повреждения участков газопроводов были случаи, когда по причине аварии на газопроводе загорались здания – авария, произошедшая 11

июля 2019 г. в городе Мытищи, возгорались леса – авария в Свердловской области от 26 июля 2017 г., получали повреждения автомобили – 10 мая 2009 г. в результате аварии на магистральном газопроводе по адресу: город Москва, улица Озерная, пострадало более 80 автомобилей.



**Рис. 1.** Процентное соотношение количества аварий полученных групп от общего количества аварий  
1 – повреждение газопроводов по причине наличия дефектов и износа газопровода (54 %), 2 – повреждение газопроводов при выполнении работ и эксплуатации, с намерением причинения вреда (44 %), 3 – повреждение газопровода в результате стихийного бедствия (2 %)

Таким образом, по причине аварий тратится огромное количество денежных средств на восстановление пострадавших трубопроводов, лесных фондов, и на компенсации потерь собственникам поврежденного имущества. И подсчет в данных случаях идет на миллионы.

Несмотря на важность материальной составляющей, главная проблема аварий на газораспределительных сетях является наличие людских жертв. Из рассмотренных 109 случаев возникновения аварий, пострадали 75 человек, в том числе 9 погибших. Причем 48 % человек пострадали при скрытых дефектах трубопроводов, т.е., не подозревая о возможности несчастного случая.

Последним критерием аварий на газопроводах является материал газопровода. Из 109 рассмотренных аварий: 39 аварий произошло на стальных газопроводах, 2 – на полиэтиленовых, в 68 случаях материал газопровода не указывался. Такое отношение стальных и полиэтиленовых газопроводов получено в связи с тем, что большинство аварий произошло на магистральных газопроводах, для прокладки которых используются стальные трубы большого сечения.

Далее рассмотрим статистику аварий, имеющуюся в общем доступе. В соответствии с докладом о правоприменительной практике контрольно-надзорной деятельности ФСЭТАН при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности за 2019 год (утв. приказом Ростехнадзора от 28 апреля 2020 г. № 176). По данным доклада в 2019 году на газовых сетях произошло 20 аварий, смертельных случаев не зафиксировано.

Однако в информационных источниках найдена авария, произошедшая 11 июля 2019 г. в городе Мытищи Московской области, во время которой

загорелось административное здание и склад ТЭЦ-27. Площадь пожара превысила 1,4 тыс. м<sup>2</sup>. Во время пожара пострадали 14 человек, в том числе 1 погиб.

14 января 2019 г. в городе Шахты Ростовской области произошел взрыв бытового газа в многоквартирном доме, частично обрушились перекрытия между восьмым и девятым этажами. Спасены были семь человек, пятеро погибли. У здания частично обрушились восьмой и девятый этажи.

При поиске статистики газовых аварий в сети Интернет среди самых просматриваемых электронных ресурсов отсутствует статистика ПАО «Газпром». Однако указанную статистику на первых строчках можно увидеть на сайте «vavilon.ru». Крупные аварии на компрессорных станциях Газпрома в относительном выражении имеют следующие причины:

- неверные действия обслуживающего персонала – 30 %;
- грубые нарушения техпроцесса – 25 %;
- отказ работы защитных устройств – 20 %;
- утечка газа через соединительные швы – 10 %;
- коррозионные изменения – 5 %;
- механические повреждения системы газового снабжения – 5 %;
- перебои в подаче электрической энергии – 5 %.

Однако далее, без указания дат происшествий представлены данные, отраженные в табл. 3.

Таблица 3

### Статистика аварий Газпром

Месяц	Предприятие	Обстоятельства	Причина	Пострадавшие
Январь	ООО Сургут Трангаз	Разрыв трубы с возгоранием	Коррозия металла	Нет
Апрель	ОАО Екатеринбурггаз	Повреждение подземного газопровода при копке земли	Отсутствие разрешительных документов на проведение земляных работ	Нет
Апрель	Авария Газпром трансгаз	Разрыв трубы с распылением газа	Износ газопровода	Нет
Май	ООО Газпром трансгаз Югорск	Разрыв магистрали с возгоранием	Коррозия трубы	Нет
Июнь	ООО Газпром трансгаз Сургут	Разрыв газопровода	Коррозия металла	Нет

Исходя из того, что в рассматриваемой статье на сайте «vavilon.ru» наименование ПАО «Газпром» указывают с организационно-правовой формой ОАО, то указанные данные опубликованы ранее, чем в 2015 году. Несмотря на это, в соответствии с представленными данными, за полгода произошло 5 аварий, 80 % из них по причинам скрытых дефектов, что аб-

солютно противоречит их данным о процентном соотношении аварий в зависимости от причин их возникновения.

Таким образом, статистические данные, имеющиеся в общем доступе не отражают полной картины происходящих событий. А иногда статистика, представленная в информационных источниках противоречива. В связи с вышеуказанным, выводы по аварийным случаям газораспределительных сетей подводятся исключительно по рассмотренным авариям в период с 3 апреля 2007 г. по 3 декабря 2020 г.

По результатам исследования аварийности существующих газораспределительных сетей можно сделать следующие выводы:

1. Выделено три основных группы причин аварийности на газопроводах:

- повреждение газопровода (дефекты и износ газопровода) строительные работы – фактор износа газопровода (54 % от общего количества аварий);

- повреждение газопровода по неосторожности при выполнении работ и эксплуатации, а также с намерением причинения вреда – человеческий фактор (44 % от общего количества аварий);

- повреждение газопровода по причине стихийных бедствий (2 % от общего количества аварий).

Повреждения газопроводов по причине стихийных бедствий имеют случайный характер. Применение мер по устранению воздействий внешней среды в рассматриваемых случаях трудозатратно, дорого, и не принесет существенного улучшения ситуации.

Уменьшить количество случаев повреждения газопроводов по неосторожности при выполнении работ и эксплуатации, а также с намерением причинения вреда возможно, однако действия, необходимые для выполнения данной задачи несут не научный, а юридический характер – ужесточение мер ответственности, усиление контроля за работами, производимыми вблизи объектов газовой отрасли.

Самой актуальной проблемой является устаревание существующих газораспределительных сетей, а в связи с этим и наличие дефектов газопроводов, его износа и коррозионных процессов. Решение этой проблемы имеет научную составляющую, так как необходимо существенно увеличивать количество газопроводов с учетом дороговизны выполнения строительно-монтажных работ, долговечности конструкций и т.п. Для подбора возможных вариантов необходима концепция выбора рациональных решений для конфигураций газораспределительных сетей.

2. По причине аварий тратится огромное количество денежных средств на восстановление пострадавших трубопроводов, лесных фондов, и на компенсации потерь собственникам поврежденного имущества.

3. По имеющейся в общем доступе статистике видно, что с каждым количеством жертв по причине аварий газораспределительных сетей уменьшается, а количество летальных случаев сводится к нулю. Однако по результатам поиска отдельных аварийных случаев из 109 аварий, пострадали

75 человек, в том числе 9 погибших. Причем 48 % человек пострадали при скрытых дефектах трубопроводов, т.е., не подозревая о возможности несчастного случая. Это говорит о необходимости создания новых газораспределительных сетей, удовлетворяющих параметрам безопасной эксплуатации.

4. В зависимости от материала газопроводов, из 109 рассмотренных аварий: 39 аварий произошло на стальных газопроводах, 2 – на полиэтиленовых, в 68 случаях материал газопровода не указывался. Такое отношение стальных и полиэтиленовых газопроводов получено в связи с тем, что большинство аварий произошло на магистральных газопроводах, для прокладки которых используются стальные трубы большого сечения.

5. Обобщенные статистические данные, имеющиеся в общем доступе не отражают полной картины происходящих событий по проблеме аварийности газопроводов. А иногда статистика, представленная в информационных источниках противоречива.

#### Библиографический список

1. Жила В.А. Газоснабжение: Учебник. – М.: АСВ, 2014. 368 с.
2. Сайт Минфина России [Электронный ресурс]. – М.: Министерство финансов Российской Федерации, – Режим доступа: <https://minfin.gov.ru/ru/>, свободный.
3. Сайт Минэнерго России [Электронный ресурс]. – М.: Министерство энергетики Российской Федерации, – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/>, свободный.
4. Сайт РИА Новости [Электронный ресурс]. – М.: Международное информационное агентство «Россия сегодня», – Режим доступа: <https://ria.ru/>, свободный.
5. Сайт LIFE [Электронный ресурс]. – М.: Интернет-издание «Life.ru», – Режим доступа: <https://life.ru/>, свободный.
6. Сайт МТК Эксперт [Электронный ресурс]. – М.: Экспертно-консалтинговая группа «МТК Эксперт», – Режим доступа: [https://mtk-exp.ru/gosnadzor\\_za\\_setyami\\_gazopotrebleniya\\_v\\_2019\\_godu/](https://mtk-exp.ru/gosnadzor_za_setyami_gazopotrebleniya_v_2019_godu/), свободный.
7. Сайт Vawilon [Электронный ресурс]. – М.: Интернет-издание «vawilon», – Режим доступа: <https://vawilon-ru.turbopages.org/vawilon.ru/s/statistika-avarij-gazprom/>, свободный

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОГО ОБЪЁМА ЁМКОСТНОГО ВОДОНАГРЕВАТЕЛЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

*Титов М.А., студент 3-го курса 13 группы ИИЭСМ*

*Лакутин А.Р., студент 3-го курса 13 группы ИИЭСМ*

*Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.; Ефремов Р.В., доц., к.т.н.*

В связи с всё более начавшем набирать обороты процессом дезурбанизации актуальным становится вопрос организации качественного уровня решения бытовых вопросов при проживании в загородном жилье. При этом нам понадобится учитывать требования нормативных документов [1, 2, 3, 4, 5]. В частности, организации горячего водоснабжения в коттедже.

При использовании для нагрева электрической энергии мы можем применить водонагреватели проточного типа или ёмкостные. Применение ёмкостных водонагревателей рекомендуется в случае, если желательно иметь достаточное для спокойного покрытия всех бытовых нужд объёма горячей воды, а электрические мощности, выделенные на данный коттедж, не позволяет применять водонагреватели проточного типа (нужно понимать, что в среднем необходимая мощность составит 15-20 кВт).

Электрические водонагреватели ёмкостного типа простые устройства, что позволяет сделать их надежными. Основными элементами водонагревателя: внутренний бак, нагревательный элемент. Объем накопительной части бака у как правило варьируется от 10 до 200 литров, а электрическая мощность 1,2-2,5 кВт.

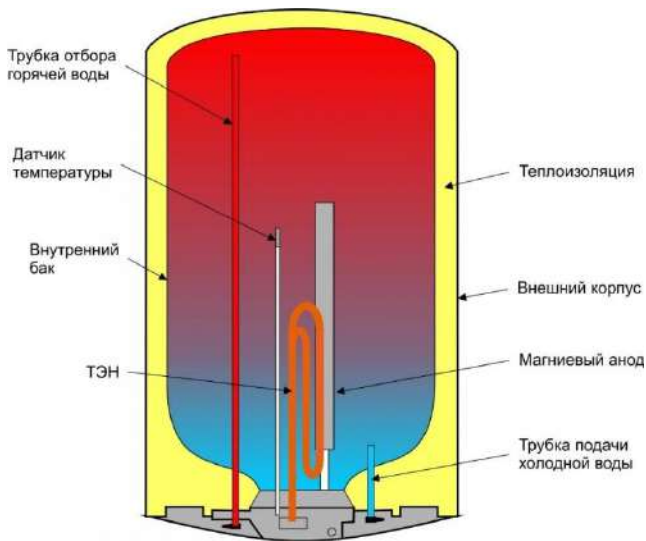


Рис. 1. Принципиальная схема устройства ёмкостного водонагревателя [6]



Общедоступные рекомендации по определению требуемого объёма ёмкостного водонагревателя, которые можно получить из открытых источников приведены на рис. 2.

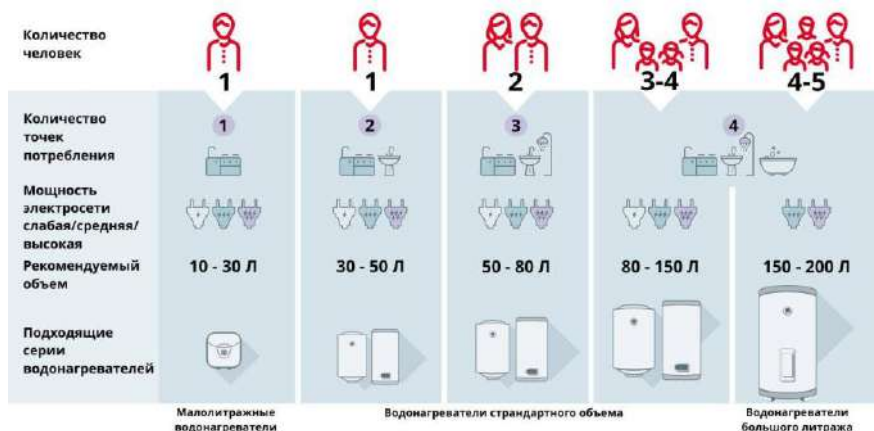


Рис. 2. Рекомендации по подбору требуемой ёмкости водонагревателя [7]

Исследуя информацию в интернете, и проконсультировавшись со специалистом по ёмкостным водонагревательным бакам, можно прийти к выводу, что бак на 80 литров достаточно на семью состоящую из от 2 до 4 человек.

В данной работе мы проверим это утверждение.

Определим требуемое количество воды для приёма душа экспериментально, воспользовавшись данными полученными в многоквартирном жилом доме по счётчикам индивидуального учёта потребления воды:

Для этого:

– снимем начальные показания счётчиков холодной и горячей воды до приёма душа

– и после приёма душа

Определим требуемое количество воды для приёма душа экспериментально:

Таблица 1

### Экспериментальные показания приборов учёта воды

показания	ХВС, м <sup>3</sup>	ГВС, м <sup>3</sup>
до	537,6884	393,7141
после	537,7152	393,7879
Δ	0,0268	0,0738

В результате эксперимента получаем:

– на ХВС расходуется – 26,8 л,

– на ГВС – 73,8 л.

Итого – 100,6 л воды на приём 1 качественного душа.

В итоге проведённого эксперимента мы получаем, что приобретение бака ёмкостью менее 80 л даже при условии проживания в доме 1 человека не целесообразно, потому как это минимальный объём, позволяющий принять 1 «комфортный» душ (при этом речь не идёт о приёме не ванны).

Попутно по результатам эксперимента определим температуру воды по формуле (1) для приема душа по результатам эксперимента:

Таблица 2

Вспомогательная таблица для определения температуры воды

вода	$V$ , л	$\rho$ , кг/л	$m$ , кг	$t$ , °C
ХВС	26,8	1,00000	26,8	5
ГВС	<b>73,8</b>	0,98375	72,6	60
смесь	100,6	-	99,5	45,2

$$t_{\text{см}} = \frac{m_x \cdot t_x + m_r \cdot t_r}{m_x + m_r} = \frac{26,8 \cdot 5 + 72,6 \cdot 60}{26,8 + 72,6} = 45,2^\circ\text{C} \quad (1)$$

Если принять, что в доме был установлен емкостной нагреватель ёмкостью 80, то после принятия 1 такого «комфортного» душа в баке останется:  $80 - 73,8 = 6,2$  л, соответственно, чтобы другому человеку со схожим режимом жизни принять ещё один такой душ, емкостному водонагревателю придётся нагреть ещё  $73,8 - 6,2 = 67,6$  л воды.

Определим время нагрева необходимого объёма воды при известной электрической мощности в 1,5 кВт в расчётном зимнем режиме (температура ХВС - 5°C) по формуле (2):

$$\tau = \frac{Q}{N \cdot 3600} = \frac{mc \cdot t_r - t_x}{N \cdot 3600} = \frac{\rho V c \cdot t_r - t_x}{N \cdot 3600} = \frac{67,6 \cdot 0,98375 \cdot 4,187 \cdot 60 - 5}{1,5 \cdot 3600} = 2,84\text{ч} \quad (2)$$

Или 2 часа 50 минут 10 секунд, значит если 1 из проживающих принял душ в 21:00, то следующий проживающий сможет получить такой же «душевный» душ, только в 23:50:10.

В итоге получаем, что ёмкости водонагревателя в 80 литров даже для 2 двух проживающих в частном доме часто будет недостаточно.

#### Библиографический список

1. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 (с Изменением №1)».

2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003(с Изменением №1)».
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* (с Изменениями N 1, 2).
4. СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\* (с Поправкой, с Изменением N 1).
5. СП 31.13330.2012 водоснабжение наружные сети и сооружения.
6. URL: <https://vstvrn.ru/wa-data/public/shop/img/elektricheskiy-nakopitelnyy-vodonagrevatel-vid-v-razreze-i-osnovnye-uzly.jpg> (дата обращения: 25.02.2021).
7. URL: <https://kupisantehniky.ru/wp-content/uploads/c/5/f/c5fe7b62a3b7cf3825c4b1e4541224a1.jpg> (дата обращения: 25.02.2021).

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ЧЕРЕЗ СТЕКЛЯННЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

*Гаймалов Д.Р., студент 2-го курса 3 группы ИИЭСМм  
Научный руководитель – Аксёнов А.К., доц., к.т.н.*

Известно, что при строительстве жилого дома важно условие энергосбережения [1]. При проектировании и монтаже наружных непрозрачных ограждающих конструкций увеличение термического сопротивления не вызывает затруднений – достаточно увеличить толщину слоя теплоизоляции. Со световыми конструкциями дело обстоит намного сложнее. Правильный выбор конструкции световых проемов во многом определяет теплотери всего здания. В большинстве случаев теплотери через стеклянные конструкции составляет более 50% [2]. В настоящее время основной конструктив оконных блоков является металлопластиковая конструкция с герметичными стеклопакетами.

Традиционно теплопередачу через воздушную прослойку рассматривают как конвективный теплообмен в ограниченном пространстве [3]. В вертикальных каналах и щелях в зависимости от их толщины циркуляция воздуха может происходить двояко. Если толщина достаточно велика, то восходящий и нисходящий потоки протекают без взаимных помех и имеют такой же характер, как и вдоль вертикальной поверхности в неограниченном пространстве. Если же толщина мала, то вследствие взаимного трения возникают циркуляционные контуры.

Отметим, что в настоящей работе мы рассматриваем исключительно внутренние процессы между стеклами, которые полностью определяют термическое сопротивление всей конструкции и пренебрегаем теплопроводностью стекол, которая на порядок превышает теплопроводность воздушного слоя между стеклами.

Ради облегчения расчета сложного конвективного теплообмена рассмотрим процесс как элементарное явление теплопроводности, которое описывается уравнением Фурье, однако чтобы учесть конвекцию, возникающую вследствие подвижности воздуха, введём понятие эквивалентного коэффициента теплопроводности:

$$q = -\lambda_{\text{эк}} \frac{\Delta t}{\Delta x} \quad (1)$$

$$\lambda_{\text{эк}} = \lambda_{\text{в}} \cdot \epsilon_{\text{к}} \quad (2)$$

где  $\epsilon_{\text{к}}$  – безразмерный коэффициент, который характеризует влияние конвекции (коэффициентом конвекции).

В приближенных расчетах его вычисляют как функцию числа **Грасгофа** (критерия подъемных сил) за определяющий размер принимают расстояние между стеклами  $\Delta$

$$\varepsilon_k = 0,17Gr^{0,25} \quad (3)$$

$$Gr = \frac{gb\Delta^3}{\nu^2} t_{cr1} - t_{cr2} \quad (4)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения  $9,81 \text{ м/с}^2$ .

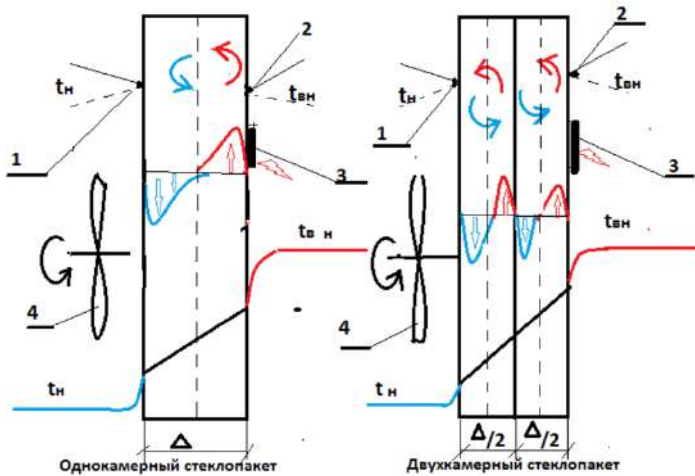
$$b = \frac{1}{T_B} \quad (5)$$

$$T_B = \frac{t_{cr1} + t_{cr2}}{2} + 273 \quad (6)$$

В эксперименте  $\varepsilon_k$  вычислялся по отношению  $\varepsilon_k = \frac{Q_k}{Q_T}$ , где  $Q_k$  – тепловой поток, замеряемый на поверхности стекла,  $\text{Вт/м}^2$ ,  $Q_T$  – тепловой поток рассчитанный по уравнению Фурье для неподвижной воздушной прослойке в зазоре между стеклами:

$$Q_T = \frac{\lambda_B}{\Delta} t_{cr1} - t_{cr2} \quad (7)$$

Схема экспериментальной установки показана на рис. 1.

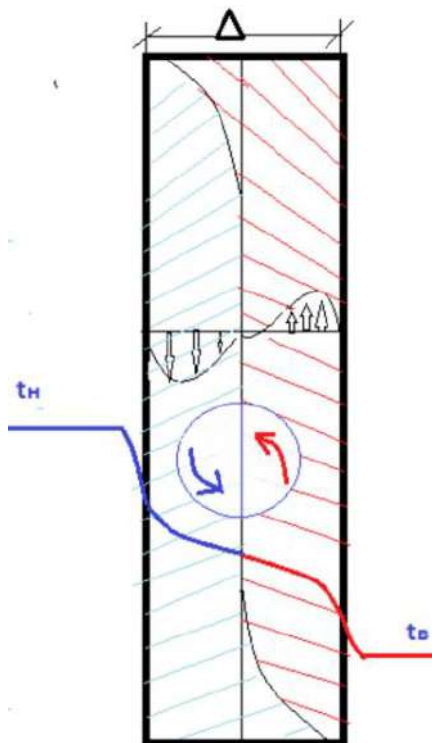


**Рис. 1.** Схема экспериментальной установки

Экспериментальная установка состоит из холодильной камеры, внутри которой находится вентилятор (4) для обеспечения более равномерного распределения температуры по высоте, термопары со стороны помещения (2) и холодильной камеры (1), а также тепломер (3).

Внутри стеклопакета на поток теплопроводности через воздушный зазор между стеклами накладывается конвективный процесс (рис. 2). Так у наружного стекла возникает свободно конвективный поток направленный сверху-вниз, а у внутреннего стекла поток воздуха, направленный снизу-вверх. Эти потоки соприкасаются приблизительно в центральной плоскости между стеклами.

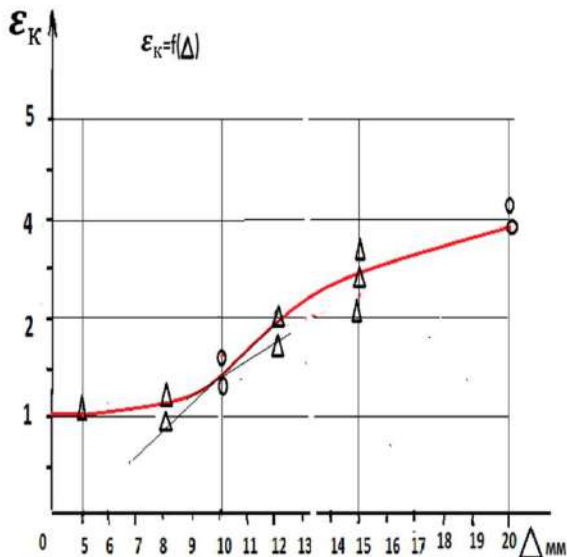
Таким образом, если рассматривать гидродинамику движения воздуха внутри стеклопакета, то скорость частиц у поверхности стекла равна нулю, далее она возрастает, достигает максимального значения, и в плоскости соприкосновения двух встречных потоков становится равной нулю. [4]



**Рис. 2.** Визуализация конвективного процесса внутри стеклопакета

В настоящее время расстояние между стеклами стараются делать сравнительно небольшим 8-20 мм, что обуславливается как раз-так торможением двух потоков. На рис. 3 рассмотрим зависимость коэффициента конвекции  $\epsilon_k$  от расстояния между стеклами  $\Delta$ .

Наиболее эффективно изготавливать стеклопакеты толщиной не более 10 мм. При большей толщине резко возрастает конвективная составляющая теплопереноса.



**Рис. 3.** График зависимости коэффициента конвекции  $\epsilon_K$  от расстояния между стеклами  $\Delta$ :  
 о – экспериментальные данные автора;  $\Delta$  – данные других исследователей [6]

#### Библиографический список

1. Федеральный закон РФ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» от 23.11.2009 N 261-ФЗ.
2. Aksenov A.K. Variation principle in calculating the flow of a two-phase mixture in the pipes of the cooling systems in high-rise buildings. E3S Web of Conferences 33,02063 (2018).
3. Михеев М.А., Михеева И.М. «Основы теплопроводности», с. 34.
4. Аксенов А.К. Вариационный принцип в задаче о конвективном теплообмене около вертикальной плоскости в условиях свободного движения. Москва, МГСУ, Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции, Сборник докладов «V Международной научно-технической конференции», М 2013.
5. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».
6. Maiorov V.A. “Heat transfer through a double-glazed window by convection”.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ЭКОНОМАЙЗЕРОВ С РАЗВИТЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАДИЦИОННЫХ ГАЗОВЫХ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОВ В КОТЛАХ

*Косоруков Д.П., аспирант 1-го курса АСПа-1-14 группы 08.06.01 ТВКВГО  
Научный руководитель - Аксенов А.К., доц., к.т.н.*

**Аннотация** Нынешняя финансово-экономическая программа в Российской Федерации направлена на повышение энергоэффективности во всех сферах жизни общества. Увеличение числа строящихся объектов требует огромных объемов тепловой энергии для всех видов внутренних инженерных систем, в частности: системы отопления помещений, подачи свежего, очищенного воздуха и нагретой коммунальной воды. Регулярный рост цен на энергоносители вынуждает владельцев недвижимости принимать меры по снижению затрат на отопление. Одним из возможных методов является, например, использование альтернативных источников тепла. Наиболее эффективным способом повышения эффективности работы котельных является усовершенствование технологии глубокой рекуперации тепла от нагретых дымовых газов дымовой системы водогрейных котлов. Физическая сущность этого явления заключается в охлаждении выходящих высокотемпературных продуктов сгорания газообразного топлива, через контакт с холодной поверхностью теплообменника, до температуры ниже точки росы под давлением в конвективном пучке котла. В связи с этим поставлена задача разработать наиболее эффективную конструкцию конденсационного экономайзера, которая позволила бы получить топливную экономию газового котла на уровне работы конденсационных теплогенераторов. Создана практическая модель конденсационного экономайзера для повышения КПД теплогенераторов на базе газовых конвекционных котлов. Проведено исследование, результаты которого позволяют сделать вывод об эффективности его использования для индивидуального и локального отопления жилых и общественных зданий. Технические результаты демонстрируют большой потенциал для получения скрытого тепла конденсации водяного пара от охлаждаемых продуктов сгорания газообразных видов топлива. Представленные разработки, в частности, должны иметь практическое применение в реальных условиях использования теплообменников. Это, в свою очередь, обеспечивает устойчивую и надлежащую эксплуатацию инженерных систем в целом.

**Ключевые слова:** *конденсационный экономайзер, скрытая теплота конденсации водяного пара, индивидуальное отопление, температура точки росы, теплообменник, гибкая оперённая труба, нержавеющая сталь.*

**Введение.** Преобладающим методом предоставления тепловой энергии в виде нагретой воды в большинстве городов нашей страны является централизованное энергоснабжение потребителей от различных видов теп-



ловых пунктов: ТЭЦ, РТС или использование котельных централизованного теплоснабжения [1]. Пока уровень технической готовности тепловых сетей к отопительному сезону в основном не соответствует требованиям принятых в настоящее время национальных эксплуатационных стандартов [5]. Подключение к существующим линейным объектам централизованного энергоснабжения в отдельном жилом районе в настоящее время экономически нецелесообразно. В связи с этим неизбежно строительство автономных источников теплоснабжения - индивидуальных теплогенераторов, позволяющих устанавливать и поддерживать отдельный температурный режим каждого отдельного объекта. Такое технологическое решение будет экономически более рациональным, чем используемое в настоящее время [8]. Дымовые газы газовых водогрейных котлов содержат взвешенный водяной пар, получаемый в результате высокотемпературной реакции окисления водорода, который конденсируется на поверхностях теплообменника за счет контакта с холодной конвективной частью и передает скрытую тепловую энергию производства пара (тепло конденсации водяного пара) находящейся внутри него движущейся жидкости, тем самым повышая температуру движущейся жидкости и снижая расход топлива на компенсацию потерь теплотехнической теплоты [7].

В большинстве европейских стран технология рекуперации латентного тепла дымовых газов реализуется за счет широкого внедрения в системах отопления конденсационной технологии, включающей в себя дополнительную из нержавеющей стали, или силуминовую поверхность, на которой происходит выпадение конденсата из продуктов сгорания природного и сжиженного газа. В основном в странах ЕС исторически широко распространены децентрализованные и низкотемпературные системы индивидуального теплоснабжения, что также характеризует использование технологии утилизации избыточного тепла котельных агрегатов в виде оснащения отопительных теплогенераторных конденсационными котлами. Монтаж дополнительных утилизационных хвостовых поверхностей за теплогенерирующими агрегатами не производится. Эти технологические решения используются в США, где также широко распространена высокотемпературная система отопления, и в странах Балтии, где в рамках программы ЕС по энергоэффективности модернизируются существующие теплоснабжающие объекты, оставшиеся после СССР.

В России такие технологии не так распространены, как в ЕС, несмотря на то, что строительство теплогенераторных на базе напольных или настенных конденсационных котлов продолжается уже более 10 лет. Существует несколько причин, по которым аналогичные решения не принимаются при установке отопительных систем в Российской Федерации, но наиболее важной из них, ограничивающей широкое распространение, является преобладание высокотемпературных систем отопления в объектах, построенных до 2010 года, для которых такие проекты физически бессмысленны, так как конденсация водяных паров при давлении в топке котла происходит при температуре возвратной воды, не превышающей 55 °С [9].

Такая температура возврата может быть достигнута только при проектировании низкотемпературной системы отопления, например, подогрева пола или теплых потолков. Такой подход просто невозможен при реконструкции существующих систем. Мировой экономический кризис вызвал резкое замедление строительства промышленных зданий. Эта ситуация привела к снижению популярности конденсационных водогрейных теплогенераторов [11].

В современных условиях существует особая потребность в создании технологического способа повышения экономической эффективности существующих высокотемпературных систем до уровня низкотемпературных [10]. По этой причине оптимальным решением для рекуперации латентного тепла конденсации водяного пара из дымовых газов является установка дополнительного теплообменника - конденсационного экономайзера в теплогенерирующей установке. Конденсационные экономайзеры пока не используются как способ повышения эффективности отдельных теплогенераторов, хотя технологический эффект от них выражается в снижении температуры подогреваемых дымовых газов, использование латентной теплоты конденсации водяных паров и повышение эффективности теплогенерирующего агрегата для более высокой теплотворной способности топлива в числовых величинах превалирует над экономией от установки конденсационного котла. Финансовая выгода значительно выше, так как цена такого теплообменного устройства в несколько раз ниже, чем цена конденсационного котла [13].

В связи с необходимостью доказать рациональность использования конденсационных теплообменников для повышения КПД газообразных теплогенераторов конвекционного типа мы разработали и изготовили практический прототип такого теплообменника. Проведенный эксперимент и ценные расчеты показали эффективность его применения для отдельных котлов, работающих на газообразном топливе, в Москве [15].

**Методы.** В качестве оборудования использовался традиционный одноконтурный газовый конвекционный котел LOGANO G234 WS мощностью 38 кВт, смонтированный на постаменте, с частичной предварительной смешивающей газовой горелкой конструкции BUDERUS и конденсационным экономайзером канального типа с горизонтальными оребренными проходами дымовых газов [14]. Применяемая установка представляет собой теплообменник, собранный из алюминиевых профилей, используемых для охлаждения различных агрегатов и установок. Сзади прямоугольные каналы из жестких резиновых уплотнений, в которые поступает жидкость. Для подключения к водяным системам предусмотрены разъемы. Теплообменник устанавливается непосредственно в системе отвода дымовых газов котла. Эта поверхность усиливает перекручивание жидкости, создавая противотоковую систему, увеличивая передачу тепла от дымовых газов к воде и увеличивая тепловой поток. Теплообменник подключается к системе дымоходов посредством непосредственной установки в отводящем патрубке тяги. Структура лабораторной модели для проведения экспериментов показана на рис. 1.



**Рис. 1.** Экспериментальная установка конденсационного экономайзера  
 1) Каналы для движения дымовых газов, 2) Штуцеры для присоединения к системам подачи воды, 3) Каналы для движения подогреваемой воды, 4) Струбцина для скрепления между собой модульных алюминиевых профилей, 5) Пластика для создания канала, по которому движутся дымовые газы

Характер работы конденсационного теплообменника с развитой поверхностью можно описать следующим образом; при использовании газового котла для подогрева воды для горячего водоснабжения до  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , высокотемпературные дымовые газы вытекают при средней температуре на выходе  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  [4]. Дымовые газы проходят через отводящее устройство чугунного атмосферного котла и через каналы с оребренным профилем, где они увеличивают теплотворную способность жидкости, протекающей через гофрированные нержавеющие трубы с  $t_{\text{хол}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (жидкость из трубопровода ГВС здания, которая слегка нагревается за счет прохода через отапливаемые помещения). Затем дымовые газы инвертируются и выбрасываются из системы в дымовую трубу [8]. Во время лабораторных работ измерялись следующие параметры: температура продуктов сгорания на выходе из теплогенератора –  $t_{\text{вых}}^{\text{д.г}}$   $^{\circ}\text{C}$ , температура горячих газов после экономайзера –  $t_{\text{эк}}^{\text{д.г}}$   $^{\circ}\text{C}$ , общий поток жидкости через теплогенератор –  $L_{\text{вод}}$   $\text{м}^3/\text{час}$ , поток жидкости через экономайзер –  $L_{\text{эк}}$   $\text{м}^3/\text{час}$ , температура жидкости после экономайзера –  $t_{\text{вод}}^{\text{эк}}$   $^{\circ}\text{C}$ , расход газа через теплогенератор –  $V$   $\text{м}^3/\text{час}$ .

В расчетах учитывались следующие постоянные величины: температура жидкости на входе в экономайзер –  $t_{\text{хол}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , чистая теплотворная способность природного газа при заданном составе (Уренгойское газовое месторождение) –  $Q_{\text{н}}^{\text{п}} = 37310\text{ кДж}/\text{м}^3$ .

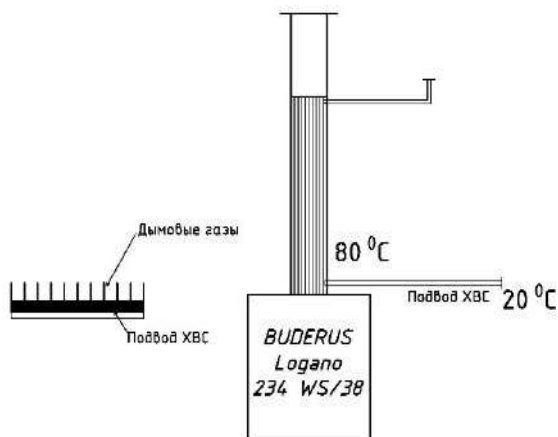
**Результаты.** В результате исследования установлено, что доля тепловой энергии, полученной в результате конденсации водяного пара из нагретых газов, к общему количеству энергии, переданной жидкости в экономайзере, составила 15%, а доля тепловой энергии от осаждения водяного

пара из продуктов сгорания в экономайзере к общему количеству энергии от газообразного топлива, окисленного в теплогенераторе, составила 7% [9]. Такие данные полностью согласуются с данными, которые могут быть измерены в энергоэффективных котлах, где эта доля при номинальной эксплуатации оценивается в диапазоне от 7 до 9 % [10].

После проведения эксперимента с конструкцией трубчатого экономайзера [3] были учтены все конструктивные недостатки предыдущей модели, такие как малый контакт трубы с жидкостью и внутренней трубой экономайзера, что снизило интенсификацию теплообмена между нагретыми продуктами сгорания и поверхностью трубы [12]. Другие недостатки можно объяснить недостатком самой конструкции теплопередающей поверхности, который привел к плохому протеканию потока вокруг трубы за счет газообразных продуктов сгорания топлива и медленному удалению капель конденсата из зоны теплообмена, что привело к высыханию поверхности и увеличению влагосодержания дымовых газов [4]. В новой лабораторной аналогичные недостатки отсутствуют, так как стенки каналов дымовых газов вертикальные с трапециевидными ребрами, не позволяющими каплям конденсата задерживаться на поверхности и увеличивать влагосодержание нагретых продуктов сгорания, снижая эффективность экономайзера. Эти модификации позволили сбалансировать положительный эффект конденсационного котла и экономайзера.

**Обсуждение.** На основании результатов исследования можно сделать вывод, что использование экономайзера с развитой оребренной поверхностью по сравнению с конденсационным теплогенератором является финансово оправданным [2]. Например, цена конденсационного теплогенератора Buderus мощностью 38 кВт составляет 191 918 рублей, а цена газового теплогенератора BUDERUS LOGANO G234 WS с атмосферной горелкой частичного предварительного смешивания составляет 143 780 рублей, цена конденсационного экономайзера, изготовленного для заказчика в заводских условиях, составляет 10000 рублей [6].

Проведенная лабораторная практика позволяет сделать вывод: технологический эффект этих двух концепций одинаков, однако установка конденсационного экономайзера не требует обязательного использования низкотемпературных систем теплоснабжения, в то время как экономичность теплогенератора значительно снижается при его подключении к существующей высокотемпературной системе отопления [13]. При желании жидкость, нагреваемая в конденсационном экономайзере, может быть использована для нагрева подпиточной воды и подогревания воды в непрямом аккумулирующем теплообменнике, что снижает необходимость частого включения теплогенератора для подогрева горячей воды и экономии топливного газа [10]. Кроме того, подогретая жидкость может быть использована в качестве теплоносителя для обогрева пола и стен, для чего необходимо использовать экономайзер с большей площадью и меньшим шагом каналов. Версия тепловой схемы для реконструированной котельной, работающей на газе, показана на рис. 2.



**Рис. 2** Пример тепловой схемы газового индивидуального отопительного котла с конденсационным экономайзером

### Заключение

1. Проблема использования конденсационных экономайзеров при строительстве различных типов зданий и сооружений заключается в предстоящем расширении и принятии конструктивного подхода. Установлено, что финансовый результат его эксплуатации будет достигнут в первый год использования, а срок окупаемости установки меньше, чем у конденсационного котла.

2. Найденные экспериментальные зависимости могут быть использованы для создания реального производственного образца экономайзера.

3. Применяемая методология эффективна для повышения энергоэффективности теплогенерирующих установок и сокращения выбросов оксида углерода и высокотемпературных оксидов азота.

### Библиографический список

1. Khavanov P.A., Chulenyov A.S. The dependence of the efficiency of the condensing boiler by use and climatic zone. BBRA-OSPC - Biosciences, Biotechnology Research Asia (ISSN09731245-India-Scopus Vol. 12 (3) (2015). pp. 3019-3026.

2. Khavanov P.A., Chulenyov A.S. Physical model of a heat mass transfer in condensation surfaces and its compliance to skilled data. GJPAM-RIP - Global Journal of Pure and Applied Mathematics (ISSN09731768-India-Scopus) Vol. 12, Number 1, 2016.

3. A.K. Aksenov; D.P. Kosorukov. Application of Condensation Economizers in Order to Increase the Energy Efficiency of Gas Boilers of a Traditional Type, International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), 2020.

4. Consider Installing a Condensing Economizer, US Department of energy, Energy efficiency & renewable energy, Steam Tip Sheet #26A (2007).
5. The Building (Amendment No. 2) Regulations (Northern Ireland) 2006, Technical booklet F1, Conservation of fuel and power (2006). See website [www.dfnri.gov.uk](http://www.dfnri.gov.uk).
6. BS EN 12828:2003 Heating Systems in Buildings. Design for water based systems.
7. Simplified Pre-Feasibility Study for Installing a Condensing Economizer at CHP-5 in Kyiv, Ukraine, Energy Security Project in Ukraine, (2019).
8. BS 7593:2006, Code of Practice for Treatment of water in domestic hot water central heating systems.
9. The Boiler (Efficiency) Regulations 1993, SI (1993) No 3083, as amended by the Boiler (Efficiency) (Amendment) Regulations 1994, SI (1994) No 3083.
10. The Building Regulations 2000. Approved Documents L1A (New Dwellings) and L1B (Existing Dwellings), Conservation of fuel and power in dwellings, 2006 Edition.
11. Section 6: Energy, Domestic Technical Handbook , Guidance on achieving the standards set in the Building (Scotland) Regulations 2004, Scottish Building Standards Agency, 2007.
12. The Building (Amendment No. 2) Regulations (Northern Ireland) 2006, Technical booklet F1, Conservation of fuel and power (2006).
13. Domestic Heating Compliance Guide, (Compliance with Approved Documents L1A: New Dwellings and L1B: Existing Dwellings), First Edition, Communities and Local Government.
14. The Government's Standard Assessment Procedure for Energy Rating of Dwellings, 2005 Edition.
15. U.S. Department of ENERGY, Energy Efficiency & Renewable Energy DOE/GO102012-3393 (2012).
16. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. 2009 ASHRAE Handbook - Fundamentals (I-P Edition). 2009.

## РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУХА ПОСЛЕ ПЕРЕКРЕСТНО-ТОЧНОГО ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЯ-УТИЛИЗАТОРА

*Анишаква М.С., аспирант 2-го курса АСПа-2-14 группы 08.06.01 ТВКВГО  
Научный руководитель – Малявина Е.Г., проф., к.т.н.*

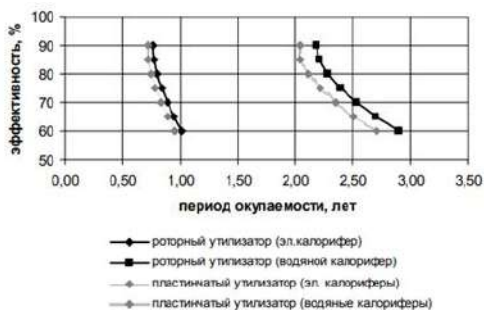
Одной из основных целей государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» является уменьшение энергопотребления и более рациональное использование энергоресурсов. Одна из мер по повышению энергоэффективности в системах вентиляции и кондиционирования воздуха – это использование теплоты удаляемого воздуха для предварительного подогрева притока. Для решения этой задачи существуют различные устройства, называемые теплоутилизаторами (ГОСТ 22270-76. Оборудование для кондиционирования воздуха, вентиляции и отопления. Термины и определения).

Существует несколько наиболее известных и широко применяемых типов таких аппаратов [1]:

- регенеративные;
- рекуперативные;
- утилизаторы теплоты с промежуточным теплоносителем.

Доктором технических наук Ивановым О.П., магистрантом Тихомиров С.А. был проведен анализ сроков окупаемости пластинчатого и роторного теплоутилизаторов на рис. 1. В результате которого были сделаны выводы:

Период окупаемости пластинчатого утилизатора практически равен периоду окупаемости роторного регенератора. К тому же конструкция пластинчатого рекуператора значительно проще, нет движущихся частей в отличие от роторного регенератора. Пластинчатый рекуператор при надежной системе защиты от обмерзания не требует обслуживания. Также пластинчатый рекуператор ввиду отсутствия перетечек воздуха может использоваться в тех системах, где недопустимо попадание вытяжного воздуха в приточный.



**Рис. 1.** Сравнительная характеристика срок окупаемости пластинчатого и роторного утилизаторов (система вентиляции работает 8 часов в сутки)

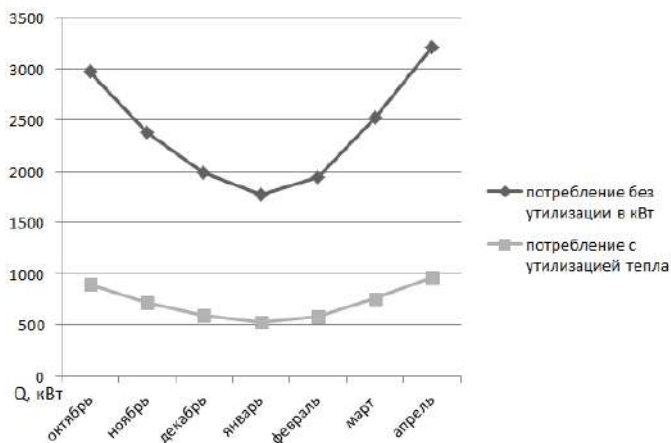
Поэтому рассмотрим подробно пластинчатый утилизатор.

Расчетные параметры наружного воздуха для систем отопления и вентиляции принимаем согласно СП 131.13330.2018.

В Москве включают отопление по распоряжению столичного правительства, если среднесуточная температура в течение пяти дней держится ниже  $8^{\circ}\text{C}$  и по прогнозу погоды ожидается ее дальнейшее понижение. Отключают отопление по тому же принципу – если средняя температура за сутки в течение пяти дней держится выше  $8^{\circ}\text{C}$  и по прогнозу погоды ожидается ее дальнейшее повышение.

По данным за 5 лет Отопительный период в Москве длится с конца сентября по апрель 7 месяцев. Потребление тепла за данный период системой вентиляции будет значительный, поэтому применение утилизации тепла очень важно.

Приведем данные на примере сейчас проектируемого объекта «Ударник» 1931 года постройки. На данный момент в здании будут предусмотрены современные системы вентиляции. В существующем договоре теплоснабжения нагрузка на систему вентиляции составляет 0,8 Гкал/ч без учета утилизации тепла. Вновь проектируемая нагрузка составляет 0,4 Гкал/ч, которая получена в результате проектирования по действующим нормам и правилам и решения согласованы в московской государственной экспертизе. Рассчитаем потребление тепла по месяцам в зависимости от наружной температуры воздуха (рис. 2).



**Рис. 2.** Сравнение теплопотребления по месяцам системой вентиляции с рекуперацией тепла и без рекуперации тепла

Стоимость 1 кВт тепла в городе Москва на период с 01.01.2021 по 30.06.2022 составляет 2059,36 руб/Гкал далее будет подорожание в районе 5 процентов.

В итоге разница в рублях в год составит почти 15,2 млн руб.



И теперь понимая важность вопроса утилизации тепла приступим непосредственно к расчету теплоутилизатора.

Различают упрощенный поверочный или конструкторский расчет и точный поверочный расчет. Конструкторский или упрощенный поверочный расчет выполняют для контактных аппаратов с насадкой, имеющих практически постоянную площадь поверхности тепло и массообмена, или для рекуперативных теплообменников при заданных начальных и конечных параметрах теплообмениваемых сред и их расходах.

Фактические параметры теплообмениваемых сред на выходе из теплообменника могут быть определены с достаточной для инженерных расчетов точностью в результате поверочного расчета.

Произведем расчет по методике указанной в [1] применяя следующие исходные данные.

Параметры удаляемого воздуха: начальная температура воздуха  $t_{t1}=20$  °С, влагосодержание  $d_{t1} = 7$  г/кг,  $t_{p1}=8,2$  °С;  $I_{p1} =25,96$  кДж/кг,  $I_{t1}=37,59$  кДж/кг. В рекуператоре подогревают воздух с начальной температурой  $t_{x1}=-20$  °С  $I_{x1}=-19,5$  кДж/кг. Размеры фронтального сечения в каждом канале рекуператора  $f_{фр} = 0,2 \times 0,2$  м, глубина  $l = 0,25$  м, оребрение  $\delta_p = 0,25$  мм. Схема движения теплообмениваемых сред противоточная.

Результаты расчетов при разных наружных параметрах воздуха сведены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты расчетов утилизаторов тепла при различных параметрах наружного воздуха**

Номер опыта:			1	2	3	4	5
Расчетные данные	раз- мер- ность	обоз- на- чение	зна- чение	зна- чение	зна- чение	зна- чение	значе- ние
			3	4	5	6	7
Расход воздуха	м <sup>3</sup> /ч	Гв	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0
Начальная температура удаляемого воздуха	С	tt1	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Влагосодержание удаляемого воздуха	г/кг	dt1	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Точка росы	С	tp1	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20
Энтальпия приточного воздуха	кДж/кг г	Ip1	37,59 0	37,59 0	37,59 0	37,59 0	37,590
Начальная температура приточного воздуха	С	tx1	-25,0	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0
Энтальпия приточного воздуха в состоянии насыщения	кДж/кг г	Ix1	-24,20	-18,50	-12,50	-5,80	1,26
размеры фронтального сечения	м <sup>2</sup>	fфр	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
глубина	м	l	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
оребрение	мм		0,250	0,250	0,250	0,250	0,250

1	2	3	4	5	6	7	8
Площадь живого сечения для прохода воздуха	м <sup>2</sup>	f <sub>уд</sub>	0,877 0	0,877 0	0,877 0	0,877 0	0,8770
Определяем живое сечение прохода воздуха	м <sup>2</sup>	f	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
Площадь теплообменной поверхности	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	F <sub>v</sub>	1632, 0	1632, 0	1632, 0	1632, 0	1632,0
Площадь теплообменной поверхности		F	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3
Определяем эквивалентный диаметр теплообменника по табл. X.1 [1]	м	D <sub>эkv</sub>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Определяем массовую скорость воздуха в живом сечении теплообменника	кг/(см <sup>2</sup> )	w	6,335	6,335	6,335	6,335	6,335
Плотность удаляемого воздуха	кг/м <sup>3</sup>		1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
плотность приточного воздуха	кг/м <sup>3</sup>		1,394	1,394	1,394	1,394	1,394
Скорость удаляемого потоков удаляемого	м/с	w1	5,442	5,442	5,442	5,442	5,442
Скорость приточного потоков удаляемого	м/с	w2	4,543	4,543	4,543	4,543	4,543
при t=20	м <sup>2</sup> /с	v1	0,000 0150	0,000 0150	0,000 0150	0,000 0150	0,00001 50
нар тем-ра	м <sup>2</sup> /с	v2	0,000 0110	0,000 0120	0,000 0120	0,000 0120	0,00001 30
Определяем значения критерия Re, принимая значение кинематической вязкости по таблице для сухого воздуха при атмосферном давлении		Re1	780,1	780,1	780,1	780,1	780,1
Определяем значения критерия Re, принимая значение кинематической вязкости по таблице для сухого воздуха при атмосферном давлении		Re2	871,4	837,7	812,7	785,9	759,6
Число прандля		Pr1	0,713 0	0,713 0	0,713 0	0,713 0	0,7130
Число прандля		Pr2	0,720 7	0,720 7	0,720 7	0,720 7	0,7207
Определяем значения критерия Nu, принимая значение критерия по таблице для сухого воздуха при атмосферном давлении		Nu1	3,241	3,241	3,241	3,241	3,241
Определяем значения критерия Nu, принимая значение критерия по таблице для сухого воздуха при атмосферном давлении		Nu2	3,29	3,27	3,26	3,25	3,24
при t=20	Вт/(м *К)	λ <sub>1</sub>	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
При наружной температуре	Вт/(м *К)	λ <sub>2</sub>	0,022	0,023	0,023	0,024	0,024
Определяем коэффициенты теплообмена и принимая значение теплопроводности воздуха по таблице для сухого воздуха при атмосферном давлении	Вт/(м <sup>2</sup> *С)	α <sub>1</sub>	39,04	39,04	39,04	39,04	39,04

1	2	3	4	5	6	7	8
Определяем коэффициенты теплообмена и принимая значение теплопроводности воздуха по таблице для сухого воздуха при атмосферном давлении	$Вт/(м^2 * C)$	$\alpha_2$	34,22	34,71	35,23	35,72	36,22
Ккт-коэффициент, учитывающий качество контакта ребер с гладкими пластинами, изменяющийся обычно от 0,5 до 0,9 и принимаемый равным 0,7		Ккт	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Показатель эффективности оребрения		$\eta_p$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		$F_{ин} / F$	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Определяем показатель оребрения одной и другой поверхности		$\eta_{op}$	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Определяем коэффициент теплопередачи для пластинчатых теплообменников по формуле	$Вт/м^2/ C$	К	18,05 3	18,16 0	18,27 2	18,37 8	18,482
Определяем коэффициент теплопередачи для пластинчатых энтальпийных теплообменников по формуле	$Вт/м^2/ C$	К	13,81 3	13,87 6	13,94 1	14,00 3	14,063
		$\epsilon / \epsilon_2$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Определяем коэффициент теплопередачи, учитывающий тепло- и массоперенос по формуле	$Вт/м^2/ C$	Кт	18,68	18,86	19,05	19,23	19,41
	КДж/(кгС)	Снас	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88
Безразмерные параметры, характеризующие режимы работы теплообменников без выпадения конденсата (NTU и W) и при выпадении конденсата (NTU и W)		$NTU'_{oi}$	4,06	4,08	4,10	4,11	4,13
		$W_1$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		$NTU'_{oi}$	2,823	2,850	2,878	2,906	2,933
		$W_{II}$	1,862	1,862	1,862	1,862	1,862
Относительный перепад температур при работе теплообменника в режиме «сухого» теплообмена по формуле ТМ-модели		$\theta_2$	0,802	0,803	0,804	0,804	0,805
Относительный перепад температур при работе теплообменника в режиме выпадения конденсата на всей поверхности по формуле ТМП-модели		$\theta_{I2}$	0,513	0,514	0,515	0,515	0,516
Температура приточного воздуха в «сухом» режиме по формуле:	С	$t_{x2}$	9,498	10,51 4	11,52 4	12,52 4	13,518
Температура приточного воздуха после утилизатора при работе с выпадением конденсата на всей поверхности	С	$t'_{x2}$	13,09 7	15,21 4	17,17 0	18,75 4	20,144

Из проделанных расчетов можно сделать вывод, что при наружной температуре выше  $-10$  градусов в режиме конденсации не нужно дополнительного нагрева воздуха.

#### Библиографический список

1. В.Н. Богословский, О.Я. Кокорин, Л.В. Петров. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. – М.: Стройиздат, 1985. 367 с.
2. Е.М. Белова. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. – М.: Евроклимат, 2006. 640 с.
3. Гетия И.Г., к.т.н., профессор, Леонтьева И.Н., к.т.н., доцент, Кочетов О.С., д.т.н., профессор. Расчет воздушных теплоутилизаторов, установленных в приточно-вытяжных устройствах систем вентиляции воздуха. // Безопасность в машиностроении. УДК:66.047 (088.8). С.66-72.
4. Н.А. Королева, В.М. Фокин, М.Г. Тарабанов. Разработка рекомендаций по устройству энергоэффективных схем систем вентиляции и кондиционирования // Вестник ВолГАСУ. Серия: Строительство и архитектура. 2015. Вып. 41 (60). С. 53 – 62.
5. Н.А. Королева, В.М. Фокин. Применение систем кондиционирования воздуха с испарительным охлаждением в современных зданиях // Вестник ВолГАСУ. Серия: Строительство и архитектура. 2015. Вып. 39 (58). С. 173 – 182.
6. О.Я. Кокорин, М.В. Балмазов. Энергосберегающие системы кондиционирования воздуха. // «СОК». 2012. № 11. С. 68 – 71.

**СЕКЦИЯ «ВОДОСНАБЖЕНИЕ  
И ВОДООТВЕДЕНИЕ»**

## К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПАМЯТНИКОВ РУССКОГО ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА

*Кулагина А.С., студентка 3-го курса 11 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Орлов Е.В., доц., к.т.н.*

Памятники русского деревянного зодчества (различные здания и сооружения, представляющие ценность с исторической и архитектурной точки зрения) являются родоначальниками всей русской архитектуры [1-2].

Они появились значительно раньше каменных построек и позволили разработать различные приемы строительства, которые затем перешли и в каменную архитектуру [3-4].

Кроме этого, дерево, являясь самым распространенным строительным материалом вплоть до начала XX века, и сейчас остается одним из самых используемых материалов для возведения зданий, сооружений для индивидуального жилищного строительства и, особенно, в сельской местности [5-6].

Также деревянные постройки прошлого впитали в себя, красоту и изящество, а также опыт зодчих прошлых поколений, что требуется передать потомкам для ознакомления их с началом всей русской архитектуры, а также с непростой историей всего русского народа (рис. 1).



**Рис. 1.** Церковь Преображения Господня (остров Кижь, Республика Карелия, годы строительства 1694-1714 г.)

Все памятники деревянного зодчества имеют небольшой срок жизненного цикла, как правило, не более 300 лет (такие здания и сооружения сохранились исключительно в районах Крайнего Севера) по причине разрушения деревянных конструкций.

Также любой пожар на памятнике деревянного зодчества способен с большой вероятности полностью его уничтожить и по этой причине он может быть в полной мере утерян для людей, из-за чего придется проводить процедуру его воссоздания.

Таким образом, для защиты памятников деревянного зодчества от пожаров необходимо предложить конкретные действия, благодаря которым станет возможным сохранение данных зданий и сооружений от воздействия огня.

Сегодня большое количество памятников деревянного зодчества сосредоточено у нас в стране на следующих территориях: Архангельская область, Республика Коми, Вологодская область, Республика Карелия.

Для сохранения памятников деревянного зодчества были созданы музеи под открытым небом, где размещены попавшие под охрану здания и сооружения, которые защищаются государством и, впоследствии, на которых будет производиться реставрация для сохранения их внешнего вида и внутреннего убранства. Одним из известных таких мест можно назвать заповедник Кижи, расположенный на острове Кижи Онежского озера.

По опыту наблюдений было выяснено, что возгорание в зданиях деревянного зодчества возможно как снаружи, так и внутри. Также они могут быть осуществлены путем вандализма или по причине халатности.

Еще в начале 80-х годов прошлого века поднимался вопрос о разработке защиты от возгорания на памятниках деревянного зодчества путем строительства наружного противопожарного водопровода. Для этого была разработана система, представляющая собой систему наружного пожаротушения с помощью лафетных стволов, которая была запроектирована для защиты нескольких зданий на острове Кижи [7].

Принцип работы системы следующий. Вокруг предполагаемых для защиты зданий проектируется кольцевой пожарный трубопровод, на котором устанавливаются пожарные роботы, которые оснащены в своей конструкции телекамерами, работающими как в инфракрасном, так и в видимом спектре. Данный трубопровод подключается к береговой насосной станции. Летом система полностью заполнена водой и находится под давлением. В случае начала возгорания телекамеры роботов определяют очаг воспламенения, а затем автоматически приступают к тушению пожара. Используя лафетные стволы, удается более точно распылять воду на очаг возгорания, таким образом, пожаротушение становится более точным с меньшим расходом воды.

Вышеперечисленная система опробована и действует для памятников деревянного зодчества для тушения пожара, однако она предназначена для зданий большой площади и не всегда может быть применима для памятников деревянного зодчества малых объемов. Кроме того, некоторые памят-

ники деревянного зодчества могут находиться далеко от цивилизации и не всегда экономически возможно спроектировать данную систему (требуется наличие сетей электроснабжения и т.д.). Поэтому там требуются автономные системы для тушения возгорания.

Предлагается использовать автономные системы пожаротушения УПАТ-800, УПАТ-2000, УПАТ-7500. Они представляют собой специальный резервуар с водой или другим огнетушащим веществом, который закапывается в землю, чтобы не портить эстетику рядом с памятником деревянного зодчества. От резервуара сверху идет лафетный ствол. Данная система позволяет оперативно включаться в работу и интенсивно тушить пожар.

Вышеперечисленная установка включается от системы наружной пожарной сигнализации, далее включаются видеокамеры и отправляется сигнал на пульт дежурного, который принимает решение о ручном запуске данных систем. Если решение о пуске или отмене не принято, то система автоматически начинает тушить пожар, подавая воду через лафетные стволы. Принцип работы заключается в вытеснении воды из резервуара с помощью давления, которое создается при срабатывании твердотопливного газогенератора, размещаемого на системе. Источник давления – сгорание специальных твердых гетерогенных составов, которые поджигаются от электрического сигнала, поступающего от непосредственно пожарного извещателя. Средний расход системы составляет 20 л/с, что вполне достаточно для тушения пожара на объектах деревянного зодчества.

Также необходимо иметь в виду, что сегодня для внутреннего пожаротушения в зданиях деревянного зодчества разрешается использовать спринклерную систему. Однако, уже были нарекания к ее работе, особенно для зданий с большой высотой потолков (культовые сооружения). На основании опытных данных установлено, что спринклерные извещатели не всегда вовремя раскрываются, что приводит к быстрому распространению огня и соответственно быстрому сгоранию несущих и ограждающих конструкций.

Для оперативного пожаротушения внутри памятника деревянного зодчества предлагается использовать специальных мини-роботов с лафетными стволами, но с меньшим расходом воды – около 4 л/с, оборудованными ИК сканерами для обнаружения огня. Это позволяет значительно лучше точечно тушить пожар. Данные роботы должны иметь неприкосновенный запас на тушения пожара в течение 10 минут и иметь возможность подключения к наружному водопроводу для забора воды из него. Также можно комбинировать роботов совместно с дренажной системой пожаротушения, которая будет включать принудительно от пульта дежурного в случае срабатывания пожарной сигнализации.

Кроме того, вышеперечисленные мини роботы имеют функцию программирования тушения определенных зон внутри помещения, чтобы не повредить водой висящие на стенах иконы.



В помощь системам внутреннего и наружного пожаротушения целесообразно защищать деревянные конструкции памятников деревянного зодчества специальными огнезащитными покрытиями (солями, красками или обмазками), которые не дают языкам пламени разгораться и перекидываться дальше на соседние элементы. Однако такие составы не должны менять цвета дерева, что требуется выполнить в соответствии с правилами реставрации и реконструкции данных деревянных зданий и сооружений.

Сегодня в системах пожаротушения для зданий русского деревянного зодчества есть готовые решения, способные хорошо защитить здания от пожара. Однако на их установку и обслуживание необходимо выделять денежные средства наряду с работами по реставрации и реконструкции для таких зданий.

По мнению авторов, каждый памятник деревянного зодчества должен быть обеспечен системой пожаротушения (как наружной, так и внутренней). Обеспечение сохранности памятников деревянного зодчества является важной государственной задачей, которую также способны решать специалисты по водоснабжению, позволяя сохранить для русской архитектуры все важные здания и сооружения до следующих реставраций и реконструкций.

#### Библиографический список

1. Пилявский В.И., Тиц А.А., Ушаков Ю.С. История русской архитектуры. – М.: Архитектура-С, 2007. – 512 с.
2. Ранинский Ю.В. Основы сохранения памятников архитектуры в преемственном развитии ансамбля. М.: МарХИ. 1980. – 89 с.
3. Левинсон Н.Р. Ремонт и реставрация памятников архитектуры // Московский краевед. – М., 1929. – Вып. 7-8. – С. 85-102.
4. Воронин Н.Н. Архитектурный памятник как исторический источник // Советская археология. – М.: 1954. № 19. – С. 41-76.
5. Ушаков Ю.С. Памятники деревянного зодчества: Принципы организации музеев-заповедников // Строительство и архитектура Ленинграда. 1973. № 6. – С. 24-26.
6. Ополовников А.В. Русское деревянное зодчество. Издательство «Искусство». М., 1986 – 288 с.
7. Горбань Ю.И., Немчинов С.Г. Обеспечение пожарной безопасности памятников деревянного зодчества // Сантехника. № 3. 2020. С. 50-54.

## ФОРМИРОВАНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Димитренко М.А., студентка 2-го курса 5 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Алексеев Е.В., проф., д.т.н.*

Производственные предприятия любого профиля имеют в составе сточных вод СОВ, в том числе и предприятия легкой промышленности, занимающиеся переработкой натуральных (шерсть, шелк, хлопок и др.), искусственных (гидратцеллюлозные, ацетилцеллюлозные, белковые) и синтетических (капрон, нитрон, хлорин, акрил и др.) волокон. При этом объем сточных вод данных предприятий достаточно велик, в среднем около 350 м<sup>3</sup> сточных вод на тонну продукции или сырья. Наибольшее количество сточных вод в размере 1831 м<sup>3</sup> на тонну сырья образуется на шелкомотальных фабриках, работающих на японском оборудовании [1].

Предприятия легкой промышленности делятся:

- по виду перерабатываемых волокон – хлопчатобумажные, шелковые, пенькоджутовые, шерстяные и льняные;
- по способу производства – текстильные, трикотажные, прядильно-ниточные и т.д.;
- виду выпускаемой продукции – камвольно-суконные, меланжевые, чулочно-носочными и другие.

Именно текстильное, трикотажное и прядильно-ниточное производства имеют наибольшие объемы стоков и, соответственно, массу загрязняющих веществ, отводимую со стоками [2].

Так как процесс обработки суровых тканей водой на предприятиях текстильной промышленности примерно одинаков, структуру водного хозяйства данного вида легкой промышленности можно рассмотреть на примере шелковой промышленности, на которой выпускаются декоративные, плательные, плащевые и другие виды тканей из натуральных, искусственных и синтетических волокон.

Предприятия шелковой промышленности могут состоять из прядильного, крутильного, ткацкого и красильно-отделочного производства. При этом каждое из перечисленных видов производств может быть как самостоятельным, так и входить в комплекс с остальными производствами.

Если представить такой комплекс производств в составе одного предприятия, то в первую очередь на предприятии будут выпускаться нити и пряжа на крутильном и прядильном производстве, соответственно. Затем полученные нити и пряжа будут представлять собой сырье для следующего производства – ткацкого, на котором выпускают суровые ткани. На конечном этапе ткани проходят через красильно-отделочное производство. В итоге на выходе получается готовый для продажи продукт.

Красильно-отделочное производство шелкового комбината включает четыре основных цеха: красильный, печатный, аппретурно-отделочный и складально-уборочный.

Наибольший интерес для водного хозяйства на предприятиях шелковой промышленности вызывает красильно-отделочное производство, так как именно на технологические нужды данного производства расходуется максимальное количество воды. Также значительное количество воды необходимо на поддержание заданного температурно-влажностного режима и приготовление умягченной воды.

Система водоснабжения на технологические нужды – прямоточная, а для поддержание заданного температурно-влажностного режима – оборотная.

Система водоотведения делится на три сети:

- загрязненные сточные воды от красильно-отделочного производства;
- малозагрязненные сточные воды от прудовки;
- бытовые сточные воды.

Рассмотрим процессы, в результате которых на предприятиях шелковой промышленности образуются сточные воды с СОВ.

Вначале изучим процесс отварки суровых тканей. Данный процесс необходим в первую очередь для удаления замасливателей, которые всегда присутствуют в тканях. На 84% замасливающие препараты состоят из вазелинового масла, которое представляет собой нефтепродукт, нерастворимый в воде.

Отваривание проводят в отварочном оборудовании, состоящем из отварочных ванн и промывной части. Процесс проходит в отварочной ванне в щелочной или нейтральной среде при температуре 70...100 °С, с обязательным присутствием в среде анионных или неионогенных ПАВ. После взаимодействия загрязняющего вещества с ПАВ в указанных условиях, замасливатель снимается с ткани практически полностью и накапливается в отварочных ваннах. Необходимо помнить, что некоторое количество ПАВ может выноситься, а также количество замасливателя может колебаться, поэтому в отварочных ваннах периодически производится замена раствора и его подпитка. Далее ткани поступают в промывные части.

Отработанный раствор и промывные воды сбрасываются со сточными водами от отварочного оборудования. Показатели этих стоков представлены в табл. 1.

Согласно табл. 1, сточные воды от отварочного оборудования щелочные и в их составе присутствует значительное количество ПАВ.

Далее рассмотрим сточные воды, которые образуются от красильных и печатных цехов.

Процесс окрашивания тканей проходит в красильных ваннах, в которых большая часть среды представлена синтетическими красителями и текстильными вспомогательными веществами (ТВВ). ТВВ используются для равномерности окраски и повышения устойчивости красителей на тканях. Помимо ТВВ для этих же целей в красильных ваннах могут присутствовать соединения натрия, ПАВ, кислоты и другие химические соединения.

После всех процессов продукция промывается.

Аналогично вышеописанному процессу отработанные красители и ТВВ от красильных ванн и промывные воды сбрасываются со сточными водами. Показатели сточных вод красильно-отделочного производства представлены в табл. 2.

Таблица 1

**Показатели сточных вод от отварочного оборудования**

Наименование показателя	Отработанные отварочные растворы	Промывные воды
Активная реакция среды, рН	7,5...10,5	7,2...7,8
Взвешенные вещества, мг/л	350	50
БПК <sub>полн</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	1600	200
ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	5200	400
Неионогенные ПАВ, мг/л	1260	30
Анионные ПАВ, мг/л	1400	42
Нефтепродукты, мг/л	900	32

Таблица 2

**Показатели сточных вод красильно-отделочного производства**

Наименование показателей	Отработанные красильные растворы	Промывные воды после крашения, печати и отделки
Активная реакция среды, рН	5,2	7,0
Взвешенные вещества, мг/л	1100	55
Интенсивность окраски	1:5000	1:40
БПК <sub>полн</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	1700	160
ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	4500	380
Неионогенные ПАВ, мг/л	80	10
Анионные ПАВ, мг/л	150	16
Нефтепродукты, мг/л	120	10

В данном случае, согласно табл. 2, сточные воды от красильно-отделочного производства кислые и в их составе присутствуют превышенные значения красителей и ПАВ.

Биоразлагаемость большинства применяемых красителей в среднем составляет менее 50%. При этом большинство применяемых красителей в текстильном производстве характеризуются отношением БПК/ХПК приближающимся к нулю и не поддаются биологическому расщеплению [3].

Биологическое расщепление ПАВ зависит от длины и степени разветвления алкильных радикалов (одновалентных остатков насыщенных алифатических углеводов). Из анионоактивных веществ наиболее биологически расщепляемым является алкилсульфат (ROSO<sub>3</sub>M) с  $R = C_{10} - C_{18}$ , из неионогенных ПАВ – оксиэтилированные спирты (полиоксиэтиленалкиловые эфиры)  $(RO(CH_2CH_2O)_nH)$  с  $R = C_8 - C_{20}$  и  $n = 2 - 20$  и оксиэтилированные жирные кислоты (поли-оксиэтиленалканоаты)  $(RCOO(C_2H_4O)_nH)$  с  $R = C_9 - C_{15}$  и  $n = 5 - 7$ . Биоразлагаемость таких ПАВ в среднем составляет около 70%. Но большую долю загрязнений составляют биологически жесткие ПАВ, имеющие биоразлагаемость не более 40%. Данные ПАВ также характеризуются отношением БПК/ХПК приближающимся к нулю и не поддаются биологическому расщеплению [2].

Таким образом, общая масса СОВ в сточных водах текстильной промышленности изменяется в пределах от 25 до 45%, что значительно усложняет процесс очистки сточных вод данных предприятий. Это означает, что такие сточные воды можно отнести к категории вод с ограниченной расщепляемостью в процессах биологической очистки, как на очистных сооружениях, так и в естественной окружающей среде.

#### Библиографический список

1. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности: СЭВ, ВНИИВОДГЕО. изд. 2–е, перераб.– М.: Стройиздат, 1982. – 528 с.
2. Алексеев Е.В. Системы очистки сточных вод промышленных предприятий. Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ. 2019. – 260 с.
3. Алексеев Е.В. Физико-химическая очистка сточных вод: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов по специальности «Водоснабжение и водоотведение». – М.: Издательство АСВ. 2007. – 247 с.

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА

*Таранина С.Ю., студентка 2-го курса 5 группы ИИЭСМм  
Научный руководитель – Алексеев Е.В., проф., д.т.н.*

Множество государств, в том числе и Россия, нацелены на глубокое изучение качественного и количественного состава поверхностного стока и его влияния на экологическую обстановку.

К качественным характеристикам можно отнести такие показатели, как оседающие на поверхности тротуаров, дорог и крыш загрязнения, частицы пыли, накопившихся во время выпадения дождей, процесс эрозии почв, губительно влияющий на окружающую среду, а также содержащиеся в атмосфере газы.

Количественные характеристики заключают в себе зависимость количества загрязняющих веществ от расхода поверхностного стока. Чем меньше расход дождевых сточных вод, тем меньше загрязнений, смываемых ими с поверхности. В свою очередь, расход поверхностных сточных вод зависит от количества жителей, от степени благоустройства и от специфики промышленных предприятий.

Загрязнения, поступающие в поверхностные стоки, по своей природе, имеют нестабильную структуру, но выявляется определенная закономерность, которая гласит, что в большинстве своем взвешенные вещества и нефтепродукты содержатся почти во всех поверхностных стоках [1].

Качество очистки поверхностных сточных вод должно соответствовать значениям предельно допустимой концентрации загрязняющих веществ в воде для водных объектов рыбохозяйственного назначения, согласно Федеральному закону №219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты РФ» [2].

Заиливание водоемов и ухудшение их санитарных характеристик происходит из-за того, что высокая концентрация взвешенных веществ осаждается в месте выпуска поверхностных стоков и далее по течению водного источника.

Воздух из осадков дождя поступает 15-20 мг/л твердых частиц. Поверхностный сток с крыш состоит из 14 мг/л промышленных загрязнений и аэрозолей. Дорожные покрытия разрушаются под воздействием загрязняющих веществ концентрацией порядка 15-30 мг/л.

Количество нефтепродуктов, содержащихся в поверхностных сточных водах, варьируется от 20 до 25 мг/л.

К ухудшению жизнедеятельности организмов, обитающих в водной среде, приводит образование на ее поверхности нефтяной пленки и, вследствие, снижению уровня растворенного кислорода.

**Содержание взвешенных веществ, нефтепродуктов в поверхностных сточных водах**

<b>Показатель</b>	<b>Санкт-Петербург</b>	<b>Москва</b>	<b>Астрахань</b>	<b>Минск</b>	<b>Харьков</b>	<b>Новосибирск</b>
Взвешенные вещества, мг/л: В дождевом стоке	470-2460	85-245	215-381	500-1840	1230	304-1870
В талом стоке	1460-3120	-	-	2500-3000	1645	-
В поливочномоечных стоках	-	-	-	2500-3000	700	-
усреднено	1877,5	155	248	2223,3	1191,7	1180
Нефтепродукты, мг/л: В дождевом стоке	18	12-17,5	95-197	2-24	63	1,0-5,0
В талом стоке	10	-	-	35-40	-	-
В поливочномоечных стоках	-	-	-	7-10	100	-
усреднено	14	14,75	146	19,7	81,5	2,3

В зимний период особую проблему представляет концентрация в талой воде растворенных химических веществ, служащих против образования гололеда (соли магния, кальция, хлористый натрий).

Сточные поверхностные воды с территории промышленных предприятий делят на группы по составу примесей [3]. Воды, близкие по составу к поверхностным водам с селитебных территорий, относят к первой группе. А воды, в состав которых входят специфические токсичные вещества, относят ко второй группе.

Если поверхностные стоки не могут и не имеют возможности использовать повторно на нужды промышленного объекта, то допускается сбрасывать поверхностный сток в городскую сеть канализации с такими конечными показателями: нефтепродукты – 0,33 мг/л, предельно допустимые показатели взвешенных веществ – 200 мг/л. Значения концентрации нефтепродуктов – 0,05 мг/л и предельно допустимые показатели взвешенных веществ – 20 мг/л должны иметь поверхностные сточные воды для их сброса в водоем рыбохозяйственного назначения.

## Библиографический список

1. Сколубович Ю.Л., Войтов Е.Л., Цыба А.А. Очистка и утилизация поверхностных сточных вод – Издательство АСВ, 2021. 108 с.
2. Федеральный закон РФ от 21.07.2014 № 219-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации" // Собрание законодательства РФ. 2014. № 30. П. 4220.
3. ФГУП «НИИ ВОДГЕО». Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определений условий выпуска его в водные объекты. Москва – 2006 г.



## КАНАЛИЗАЦИОННЫЙ ДЮКЕР С ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКОЙ

*Прокофьева П.С., студент 2-го курса магистратуры 4 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Чижик К.И., доц., к.т.н.*

В статье представлен краткий обзор истории проектирования дюкеров большой протяжённости с возможностью подключения дополнительных расходов стоков по пути, где для регулирования скорости течения сточных вод используется так называемая «воздушная подушка».

Данная конструкция была разработана д.т.н В.М. Васильевым совместно с ООО «ПИБ «Инженерные Экосистемы» из-за сложности и необходимости пропуска в дюкере значительно меньшего расхода сточной жидкости по сравнению с изначально рассчитанным [1]. Такая ситуация возникла при строительстве Продолжения Главного канализационного коллектора северной части Санкт-Петербурга (ПГКС, 1986–2014 годы строительства).

При проектировании ПГКС было предложено множество решений этой проблемы для 12-километрового дюкера, проходящего на глубине от 40 до 90 метров. Итоговый выбор осуществлялся между двумя вариантами конструктивного решения: дюкером на «воздушной подушке» либо с насосной станцией (Узлом регулирования стоков). Первый вариант обеспечивал меньшие эксплуатационные расходы. Но при этом и строительство, и процесс ввода в эксплуатацию требовал бы дополнительных вложений и времени. Так как бюджет для завершения ПГКС был весьма ограничен, в итоге был выбран второй вариант (с УРС).[1]

Конструкция такого дюкера более подробно описана в патентах и предполагает одновременное наличие в нём потока жидкости и воздуха под избыточным давлением в подводящей части коллектора. Эта воздушная подушка по своей длине может быть разделена на участки между шахтами и удерживается специальными заслонками, опускаемыми на нужную глубину. Регулировка скорости течения стоков осуществляется путём увеличения или уменьшения объема воздуха, удерживаемого в коллекторе, за счёт изменения положения заслонок. Воздух за заслонки попадает с помощью компрессора или естественным путём, увлекаемый за собой потоком воды из боковых притоков через перепадные устройства. В шахте предполагается наличие нескольких перепадных стояков для пропуска изменяющихся расходов, а также отдельная «водоподъемная» труба на восходящем участке дюкера. [3, 4] В конструкциях приемно-перепадных шахт заложен основной принцип: использование эжектирующей способности падающей жидкости для нагнетания воздуха в подводящее пространство при малом расходе и максимальное уменьшение вероятности попадания воздуха при больших расходах сточных вод. [2] Также в шахтах располагаются стояки-воздушники, на верхних концах которых смонтированы установки очистки воздуха. [3, 4]

Каждый из участков с воздушной подушкой должен иметь управляющий клапан, посредством которого осуществляется выпуск воздуха, поддержание рабочего давления воздуха, глубины и скорости потока сточных вод в тоннельном коллекторе вне зависимости от поступающих расходов воды. Предельной является глубина потока, соответствующая равномерному режиму движения жидкости при имеющемся физическом уклоне.

Каждая шахта с управляющим клапаном должна иметь в тоннельном коллекторе набор датчиков для измерения давления, уровня сточных вод, их скорости и расхода, толщины слоя осадка и плавающих веществ, концентрации вредных газов. Управляющие клапаны всех участков должны быть связаны с местным диспетчерским пунктом дюзера. [2]

В зависимости от времени года, расходов сточных вод, количества рабочих ниток, состояния оборудования и КИП планировались следующие режимы работы дюзера [2]:

- основной (нормальный и оптимальный) режим работы с воздушной подушкой и частичным заполнением ТК с различным давлением на каждом из четырех участков;

- форсированный режим работы с воздушной подушкой и частичным заполнением ТК - «режим промывки и продувки» при создании на всех четырех участках одинакового давления;

- основной (нормальный или оптимальный) режим работы при полном наполнении нитки дюзера в случае выпадения расчетного дождя и расходах сточных вод 14 м/с и более на одну нитку;

- допустимый режим кратковременного неполного использования воздушной подушки на некоторых из четырех участков в связи с текущим ремонтом оборудования (замена аварийного клапана, приборов КИП и т. д.);

- аварийный режим - при полном снятии давления и неиспользовании эффекта воздушной подушки в сухую погоду, то есть транспортирование сточных вод полным сечением с малыми скоростями движения (0,3-1,0 м/с), что чревато заилинием ниток дюзера.

Рассматриваемый дюкер является сложным гидротехническим сооружением, в котором используется энергия сжатого воздуха, подаваемого непосредственно самим узлом подключения, и поэтому способным поддерживать заданный пьезометрический уровень без привлечения дополнительных источников энергии. Однако и требования, предъявляемые к данному дюкеру, значительно выше, чем таковые для обычных самотечных коллекторов. [2]

Использование конструкции дюзера с воздушной подушкой предполагалось также в Москве при проектировании оставшимся в итоге неостребованным Черкизовского коллектора глубокого заложения.

Существующая канализационная система Москвы на протяжении многих лет с 70-х гг. не справлялась с возрастающими объемами стоков. У большинства построенных коллекторов и насосных станций к тому моменту уже истек срок службы, при этом коллектора были постоянно перегружены, что приводило к большому числу аварий. [5] Особенно сложная

ситуация сложилась в работе северо-восточной части канализационной системы города.

В 1993 г. на совещании ММП «Мосводоканал» было принято решение о разгрузке Северо-восточной части канализационной системы города путем строительства канализационного тоннеля глубокого заложения на участке от Черкизовской насосной станции до подводящих каналов к Люберецкой станции аэрации. Генеральным проектировщиком при разработке ТЭО стал институт «Мосинжпроект». [6] Научное руководство и координация принимаемых решений были возложены на Московский Государственный Горный Университет. [5]

На основании выполненных исследований и анализа материалов инженерно-геологических изысканий на стадии разработки ТЭО из трех рассматриваемых был выбран технически целесообразный и экономически выгодный вариант трассы намеченного к строительству коллектора. По этому варианту трасса коллектора протяженностью 10 км проходила через центры нагрузок хозяйственно-бытовых стоков на глубине 40 - 60 м. Коллектор являлся сложным подземным комплексом, включающим в себя 8 вертикальных стволов шахт с площадями поперечного сечения от 24 до 200 м<sup>2</sup> и около 10 км тоннелей диаметром 6 м в одну нитку, или по 4,5 м в две нитки [5].

Особенностями условий проектирования дюкера являлись [6]:

– большой расход в начале тоннеля, составляющий около 66% от расхода, приходящего в конце на канализационную насосную станцию подкачки;

– наличие подключений по длине тоннеля с достаточно большими расходами сточной жидкости в некоторых из них;

– наличие подключений, принимающих стоки с различных направлений и различных уровней, т.е. различная глубина подводящих тоннелей.

Строительство тоннеля по самотечно-безнапорному варианту вызвало бы значительное заглубление насосной станции на его конце.

При простом дюкерном варианте работа тоннеля в аварийном режиме без устройства дополнительной нитки дюкера была бы недопустима, так как в этом случае происходил сильный подъем пьезометрического уровня и опасность разлива сточной жидкости на поверхность земли.

Использование «воздушной подушки» в подсводном пространстве тоннеля позволяло увеличить сечение тоннеля, получить в определенных пределах возможность управления пьезометрическим уровнем и отказаться от дополнительной дублирующей нитки. Также уменьшалась глубина заложения насосной станции на конце тоннеля и, соответственно, энергозатраты на подъем сточной жидкости. При этом можно было обеспечить скорость течения сточной жидкости, исключающую заиливание тоннеля, независимо от расхода в нём. Наличие одной нитки в дюкерном варианте дало бы значительный экономический эффект при строительстве объекта, но было бы необходимо на случай его остановки предусмотреть переключение сточных вод на уровне подключений на другой коллектор.

Воздух для создания воздушной подушки должен был подаваться в тоннель или совместно с жидкостью за счет её эжектирующей способности, или (в других вариантах) компрессорной установкой.

Однако в случае устройства дюкера с воздушной подушкой необходимо предусматривать возможность его опорожнения и увеличивать диаметр тоннеля на дюкерном участке. Также появляется необходимость в защите стенок тоннеля дюкера от газовой коррозии, например использование полимерных внутренних покрытий.

При эксплуатации дюкера необходимо обеспечить не только его водо- и воздухонепроницаемость. При строительстве такого дюкера требуется неукоснительное соблюдение всех технологических процессов и выполнение всех узлов согласно проектным разработкам. [2]

К сожалению, при подготовке материала данной статьи не было найдено описаний хотя бы теоретических вопросов эксплуатации воздухоудерживающих заслонок дюкера в реальных условиях канализации и пределов давления, которое они смогут удерживать. Пределы точности регулировки давления и опасности выхода из строя механизмов регулировки, возможности проведения их ремонта. Надеюсь, в будущем появится возможность изучить эти проекты подробнее и оценить целесообразность их применения для постоянно усложняющейся и заглубляющейся сети подземных коммуникаций.

#### Библиографический список

1. Васильев В.М. Главный коллектор севера. Защита водного бассейна Санкт-Петербурга от загрязнений // Технологии мира. 2009. № 1 (09). С. 18–22.
2. Отведение и очистка сточных вод Санкт-Петербурга. Под ред. Ф.В. Карамзинова. - СПб.: Новый журнал, 2002. 683 с.
3. Канализационный дюкер: пат. 2101425 С1 РФ: МПК6 Е 03 F 5/20 / Васильев В.М.; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. - заяв. № 95107781/03, 15.05.1995 опублик. 10.01.1998.
4. Канализационный дюкер: пат. 2107782 С1 РФ: МПК6 Е 03 F 5/20 / Васильев В.М.; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. - заяв. № 95120853/03, 09.12.1995 опублик. 27.03.1998.
5. Шуплик М.Н., Курносов В.И., Толмачев В.И. Научно-практические рекомендации по проектированию и строительству коллектора глубокого заложения // Горный вестник. 1998. №3. С. 127-130.
6. Васильев В.М., Васильев Ф.В., Быльченко Т.П., Архипова Н.И. К выбору оптимального варианта прокладки канализационного тоннеля глубокого заложения в г. Москве. // Подземное пространство мира. 1999. №1. С. 30-33.

## **НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

*Прокофьева П.С., студент 2-го курса магистратуры 4 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Чижик К.И., доц., к.т.н.*

Развитие канализации в Санкт-Петербурге долгое время продолжалось по общесплавной системе: с разделительными камерами и выпусками в водоём, что оказывало негативное влияние на экологическое состояние реки Невы и Финского залива. Поэтому в 1948 году в Санкт-Петербурге началось грандиозное и до сих пор не прекращающееся строительство крупных перехватывающих коллекторов, в которые можно было бы перенаправить стоки вместо прямого попадания в реку. [1] Ввиду сложных геологических условий, это строительство велось на большой глубине (до 90 метров). В 1978 году процент очистки стоков достиг 27% после пуска первой очереди строительства на Центральной станции аэрации. В 1986 году был введен в эксплуатацию Главный Канализационный Коллектор Санкт-Петербурга (ГКК), отводящий стоки на Северную станцию аэрации. С этого момента в Санкт-Петербурге очистку проходили 67% стоков. До 85% стоков очищалось с 2005 года после ввода Юго-западных очистных сооружений.

Одним из самых крупных и сложных проектов за последнее время было строительство Продолжения Главного коллектора севера Санкт-Петербурга (ПГКС). Оно было начато в 1986 году, в 1995 году остановлено из-за отсутствия финансирования и возобновлено только в 2001 году. [2] ПГКС являлся продолжением ГКК и был необходим для перехвата стоков с коллекторов мелкого заложения, а также с будущего Охтинского коллектора глубокого заложения. Проект состоял из нескольких пусковых комплексов и был полностью завершён в 2014 г.

ПГКС представляет собой дюкер из двух параллельных ниток на глубине от 40 до 90 метров, протяженностью 12,2 км, внутренним диаметром 3,2 метра. С переключениями между ними; микротоннелями для подключения сети мелкого заложения диаметром 1,2-2 м и общей длиной более 7 км, 64 шахтами и узлом регулирования стока, в котором расположена мощная насосная станция. [2]

Это дюкер имеет важную особенность – возможность подключения крупных притоков по пути в условиях значительных колебаний расхода (между «сухим» и «дождевым» расходами), которые характерны для общесплавной канализации.

При проектировании этого дюкера ООО «ПИБ «Инженерные Экосистемы» было проведено множество исследований и предложено много уникальных и интересных решений, использующихся и в дальнейших проектах [2].

Впервые с помощью компьютерного моделирования, глубоких теоретических и экспериментальных исследований была разработана методика расчёта движения потока сточных вод с учетом происходящего при этом газовойделения и движения воздуха в подводном пространстве коллектора.

Разработка конструкций перепадов, учитывающих движение воздуха, оптимизация гидравлического и аэродинамического режимов, позволила создать предсказуемую систему воздухообмена в тоннелях коллектора глубокого заложения. На основе полученных результатов были выполнены проекты реконструкции шахт и на других коллекторах. Моделирование производилось на базе программы ANSYS CFX. Для оптимизации создания расчетной геометрии коллекторов использовался Revit. [4]

Для очистки воздуха, удаляемого из крайних шахт дюкера №441 и №415, используется плазмокаталитический метод (сочетающий плазмохимический и каталитический способ разложения газообразных загрязняющих веществ до элементарных соединений). Он осуществляется в стационарных установках «Плазкат-аэро». [5] Воздух, удаляемый из промежуточных шахт дюкера, очищается с помощью ионно-обменного метода в установленных на шахтах фильтрах. Без предварительного аэродинамического расчёта установка фильтрующих кассет на канализационных шахтах бывает неэффективна, поскольку сопротивление фильтра часто превышает сопротивление течению воздуха через неплотности сети.

На ПГКС первые в России была применён способ модульного строительства шахт канализации глубокого заложения из полимерных материалов. [2] На производственной базе ООО «ПИБ «Инженерные Экосистемы» были изготовлены отдельные элементы внутреннего оснащения шахты, такие как детали напорных перекрытий, обвязки внутренних трубопроводов, а также конструкции из композитных материалов, формирующие основу для монтажа и крепления трубопроводов, несущих балок, площадок и много другого, что ранее выполнялось из массивных железобетонных конструкций [2]. Конструкции доставлялись на стройплощадку в уже собранном и готовом для установки виде. Это позволило значительно сократить трудоёмкость, сроки и стоимость строительства. А также обеспечить срок службы коллектора не менее 50 лет.

На поверхность тоннелей дюкера, имеющих внутреннюю железобетонную рубашку, был нанесён 8-12 мм слой полимерсиликата КК-10. Исследованиями было установлено [2], что на тот момент он являлся одним из двух материалов, хорошо в канализационных коллекторах в качестве антикоррозионного покрытия. Из него же были выполнены важные технологические узлы шахт [2].

Строительство дюкера вынужденно прерывалось на несколько лет, и за это время успели измениться нормативы водопотребления, особенности промышленной части города и, как следствие, расчетный расход сточных вод. [1] По сравнению с изначально рассчитанными, упали скорости движения стоков и возникла угроза заиливания, особенно в восходящей линии дюкера. Для решения этой неожиданной проблемы и для создания скоро-

стей, исключающих заиливание дюкера, было предложено два варианта изменений в конструкции дюкера. Первый – проектирование этого дюкера с «воздушной подушкой», и второй - включение в его проект строительство Узла регулирования стоков (УРС). По итогам их рассмотрения для конкретных условий был выбран к реализации второй вариант (с УРС). [2]

УРС-422 расположен в самой глубокой части дюкера, перед его последним восходящим участком в шахте № 422, и представляет собой фактически насосную станцию. Если расход в дюкере превышает  $8 \text{ м}^3/\text{с}$ , то условия для его самоочищения соблюдаются, дюкер работает в стандартном режиме, УРС остается незадействованным, и стоки из распределительного узла проходят прямо в восходящий тоннель до его крайней шахты №415. Если расход стоков становится меньше  $8 \text{ м}^3/\text{с}$ , то стоки в распределительном узле переключаются на УРС, в котором поднимаются погружными насосами до отметки разгрузочного резервуара, а затем дополнительным верхним тоннелем уходят в ту же шахту № 415 в самотечном режиме. Таким образом, самоочищающая способность дюкера сохраняется при большом диапазоне расходов и огромной пропускной способности, а также при меньших затратах электроэнергии, чем потребовала бы полноценная канализационная насосная станция.

После ввода в эксплуатацию ПГКС в Санкт-Петербурге очистку перед сбросом проходят 98,4% канализационных стоков. [6]

Инженерные решения, предложенные в ПГКС, – итог тридцатилетней деятельности коллектива инженеров различных поколений. [2] В ходе его проектирования и строительства применялся комплексный подход к решению проблем коррозии: как со стороны активных методов защиты (которые предполагают оптимизацию гидравлического и аэродинамического режимов), так и со стороны пассивных (поиска материалов покрытия, устойчивых к биологической коррозии). Найдены технические решения для значительного ускорения процессов строительства столь крупных объектов, как перепадные шахты коллекторов глубокого заложения. Разработана конструкция шахт подключения самотечной сети к напорно-самотечному коллектору. Получен опыт эксплуатации глубинной канализационной насосной станции.

### Библиографический список

1. Отведение и очистка сточных вод Санкт-Петербурга. Под ред. Ф.В. Карамзинова. - СПб.: Новый журнал, 2002. 683 с.
2. Васильев В.М. Главный коллектор севера. Защита водного бассейна Санкт-Петербурга от загрязнений // Технологии мира. 2009. № 1 (09). С. 18–22.
3. Кинебас. А.К. Передовой опыт: очистка сточных вод в Санкт-Петербурге // Материалы форума по открытию проекта PRESTO «Проект по сокращению эвтрофикации Балтийского моря сегодня». Минск, 31 ноября 2011.

4. Федоров С. В., Васильев В.М., Телятникова А.М. Разработка принципиальной модели канализационной сети // Вестник гражданских инженеров. 2018. №2 (67). С. 168-174.

5. Проект санитарно-защитной зоны для ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" Шахты №415 по адресу: г. Санкт-Петербург, Красногвардейский пер., д. 12. Санитарно-эпидемиологическое заключение на проектную документацию. Документ № 78.01.05.000.Т.000044.01.21 от 22 января 2021 г.

6. Сайт водоканала г. Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vodokanal.spb.ru>, свободный.



## ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ХОЗЯЙСТВЕННО БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

*Соколова Е.А., студентка 4-го курса 11 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Гогина Е.С., доц., к.т.н.*

В настоящее время довольно остро стоит вопрос экологии. Сброс очищенных сточных вод в водоемы является большой проблемой для большинства городов России. С каждым годом все больше и больше технологических сооружений станции очистки сточных вод приходят в негодность. Вместе с сооружениями необходимо модернизировать и технологии очистки, которые со временем морально устарели и не способны давать на выходе современные ПДК. Только реконструкция и внедрение новейших технологий очистки может спасти население от новых эпидемий. С развитием технологии происходит и развитие классического оборудования для очистки. Так в очистке сточных вод нашли свое применение и мембранные модули.

Мембранный метод очистки сточных вод основан на свойстве материалов пропускать через себя частицы определенного размера. Непосредственно мембраны представляют собой материал, на поверхности которых присутствуют поры, через которые фильтруется жидкость. В очистке сточных вод нашла применение мембранная микро- и ультрафильтрация.

В работе мембран существуют нюансы, которые необходимо учитывать при проектировании. Поры мембран подвержены загрязнению. Главным методом борьбы с загрязнением является продувка пузырьками воздуха. Пузырьки срывают загрязнения с поверхности волокон и перемешивают окружающую жидкость. Также бороться с загрязнениями помогает гидравлическая промывка обратным током. Ряд исследователей утверждает, что мембраны с меньшим размер пор устойчивее к загрязнению, а при гидравлической промывке лучше удаляется слой осадка с поверхности.

Месторасположение мембранных модулей различно. Установка модуля возможна непосредственно в биореакторе, вне биореактора, а также во вторичном отстойнике.

Фильтрация на погружных мембранных модулях в биореакторе называется вакуумная фильтрация, которая происходит в связи с пониженным давлением, создаваемым на внутренней поверхности мембраны. Данный метод позволяет увеличить дозу и возраст ила, что позволяет эксплуатировать биореактор при низких нагрузках. Также мембраны предотвращают вынос активного ила с очищенной водой.

Фильтрация происходящее на мембранном блок вне биореактора носит название напорная фильтрация. Сточная вода из биореактора перекачивается с помощью насоса на мембранный блок. Данный способ позволяет увеличивать удельную производительность, но при этом растут затраты на создание большего перепада давления и более высокой скорости потока по сравнению с вакуумным фильтрованием. Как правило, это является весомым аргументом для выбора вакуумного метода фильтрации.

Также существуют технологические решения, при которых мембранный модуль установлен во вторичных отстойниках. В данных случаях мембранная фильтрация выступает в роли доочистки от взвешенных веществ. А совмещение отстойника и блока фильтрации позволяет уменьшать площадь застройки.

Применение мембранной технологии позволяет добиться концентрации взвешенных веществ на выходе до 1 мг/л.

Применение мембранной технологии в сравнении с вторичным отстойником имеет как преимущества, так и недостатки. Встречаются следующие недостатки: загрязнение и повреждение мембран, вследствие чего возникают затраты на замену фильтрующей секции, сложная система автоматики, высокие капитальные и эксплуатационные затраты. Преимущества заключаются в следующем: меньшая площадь застройки при одинаковой производительности, наименьшее время фильтрования с лучшими показателями качества, дезинфекция очищенной воды без применения реагента, способствует улучшению окислительных процессов в биореакторе.

Мембранная очистка сточных вод является развивающимся направлением. Уже сейчас происходит широкое внедрение данной технологии на предприятиях пищевой, целлюлозной и др. промышленности. Технология показала свою стабильную работу при колебании дозы ила, а также залповых сбросах. Поддержание стабильной концентрации взвешенных веществ на выходе оправдывает высокие капитальные затраты.

#### Библиографический список

1. Андрианов А.П. Особенности и перспективы применения мембранных биореакторов для очистки сточных вод, Журнал «ВодаMagazine» №6(58), 2012 г.

2. Технология мембранных биореакторов (МБР) [Электронный ресурс] URL: <https://me-system.ru/tehnologii/mbr/>.

3. Мембранная очистка сточных вод: технология и принцип работы мембранного модуля, особенности мембранного биореактора [Электронный ресурс] URL: <https://kvanta.ru/ochistka-vody/membrannaya-ochistka-stochnyh-vod-tehnologiya-i-printsip-raboty-membrannogo-modulya-osobennosti-membrannogo-bioreaktora>.

4. Технологии очистки сточных вод с использованием мембранных биореакторов [Электронный ресурс] URL: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=5427](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5427).

5. Удаление биогенных элементов мембранных биореакторах [Электронный ресурс] URL: <http://www.mosvodokanal.ru/forexperts/itc/embedded/8537>.

## ПРОЦЕСС АНАММОКС В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

*Спасибо Е.В., студентка 4 курса 11 группы ИИЭСМ*

*Научный руководитель - Гогина Е.С., доц., к.т.н.*

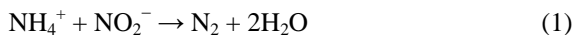
Сегодня, наряду с повышением качества очистки сточных вод на очистных сооружениях, стоит задача интенсификации процессов, с целью их энергоэффективности. Если говорить об очистке бытовых сточных вод, то основными показателями, определяющими качество очистки, являются такие показатели, как БПК, ХПК, взвешенные вещества и биогенные элементы (азот и фосфор).

Особое внимание уделяется технологиям удаления биогенных элементов, чье повышенное содержание на выпусках в водоем вызывает его эвтрофикацию водоемов и гибель рыб.

Существуют классические методы очистки сточных вод от биогенных элементов. Это такие процессы, как Нитрификация (аэробное окисление аммонийного азота до нитритов, а затем и до нитратов) и Денитрификация (процесс восстановления нитратного азота в молекулярный в анаэробных условиях).

Основные недостатки традиционных методов – энергозатратность и необходимости внесения органики для осуществления процесса денитрификации. Технологические схемы с этими методами показывают стабильность и эффективность только при наличии стоков малоконцентрированного азотом, но с высоким содержанием органических веществ. Но что, если все сложится иным образом?

Существует процесс ANAMMOX (ANaerobic AMMonium OXidation) – Анаэробное окисление аммония нитритом с образованием азота:



Анаммокс-бактериям (рис. 1) свойственна низкая скорость роста (11 суток) и, соответственно, в дальнейшем мы имеем медленный выход биореакторов на рабочий режим.



**Рис. 1.** Вид Анаммокс-бактерий

Все они функционируют в составе сообществ. Эти сообщества состоят их видового разнообразия микроорганизмов, связанных между собой тесными взаимоотношениями. Эти связи по сей день исследуются учеными разных стран.

На первой стадии процесса АМХ происходит перевод аммония в нитрит. На второй - образуется молекулярный азот. Классическая схема объединяет два процесса: частичную нитрификацию (нитритацию) и, собственно, процесс АМХ.

Технология Анаммокс экономически и экологически превосходит стандартные методы:

- Отсутствие потребности в органическом веществе, снижение потребности в кислороде, что приводит к сокращению расхода на электроэнергию в 2–3 раза.

- Закись азота в промежуточных реакциях не образуется и как следствие – оказание меньшего парникового эффекта.

В мире функционируют более 100 пилотных установок с существующими технологиями Анаммокс, которых насчитывается более 10. Они отличаются между собой Типом гидравлики, типом биомассы и типом загрузки.

Рассмотрим особенности нескольких технологий:

### **1. MBK-Анаммокс- процесс**

Технология типа Анаммокс была разработана АО «Мосводоканал» совместно с РАН для очистки возвратных потоков, т.е. тех потоков, пришедших в аэротенк (на биологическую очистку), уже после стадии обработка осадка. Традиционные методы с этой задачей справляются плохо, ввиду недостатка органических веществ.

Биореактор Анаммокс работает по типу «карусельного» реактора, т. е. гидравлически является реактором смешанного типа – одновременно полного перемешивания и вытеснения. В реакторе поддерживается температура, характерная для процесса Анаммокс, она лежит в диапазоне 30-37 °С.

Технологию MBK-Анаммокс выделяет от других типов наличием:

реактора-доокислителя, для удаления осатков органики и реактора-измельчителя активного ила.

### **2. SHARON-Anammox.**

Эта технологическая состоит из двух этапов:

1. SHARON (Single reactor High activity Ammonia Removal Over Nitrite – одноступенчатый реактор высокой активности окисления аммония до нитритов;

2. ANAMMOX– реактор анаэробного окисления аммония

На первом этапе часть аммония при наличии кислорода превращаются в нитрит. Процесс работает без удержания биомассы. Это означает, что активный ил сразу контактирует с азотом и вытекает из реактора. Возраст ила в таком случае составляет порядка восьми дней.

На втором этапе образовавшаяся смесь нитрита и аммония попадает в анаэробный реактор, где происходит ее превращение в молекулярный азот.

### 3. Demon

Deammonification System – эта технология реализуется в SBR-реакторе. Периодическая обработка осуществляется путем периодической подачи неочищенных сточных вод, контролируя аэрацию и перемешивание, чтобы одновременно проводить частичное нитрование и реакцию АМХ в одном реакторе.

Ил увеличивается, когда бактерии проводят азотную обработку; однако баланс между метаболизмом нитрифицирующих бактерий, которые нужны для окисления аммония и бактерий АМХ, поддерживается за счет избирательного удаления нитрифицирующих бактерий из резервуара с помощью микроэкрана. Илоразделение, необходимое для удержания в системе медленно растущих бактерий АМХ. В перспективе это приводит к стабильной работе процесса.

### 4. Deamox

Denitrifying Ammonia Oxidation- это технология также включает в себя 2 стадии: денитратацию (обратную денитрификацию-образование нитратов из нитритов) и анаммокс процесс.

Образующийся нитрит сразу же вступает в анаммокс реакцию.

Эта схема сложна из-за автотрофных и гетеротрофных бактерий.

Основные направления дальнейших исследований:

1. Повышение стабильности Анаммокс-процесса.
2. Очистка при низких температурах.
3. Использование для очистки низких по азоту концентраций.
4. Очистка в мембранных реакторах.

### Библиографический список

1. «Анаммокс – перспективная технология удаления азота из сточных вод.» М.В. КЕВБРИНА, А.Г. ДОРОФЕЕВ, А.М. АГАРЁВ, М.Н. КОЗЛОВ, Ю.А. НИКОЛАЕВ, В.Г. АСЕЕВА.

2. «The SHARON®-Anammox® process for treatment of ammonium rich wastewater.» U. van Dongen, M.S.M. Jetten and M.C.M. van Loosdrecht.

3. «ANAEROBIC AMMONIUM NITROGEN OXIDATION IN DEAMOX PROCESS» ADAM MASLON, JANUSZ A. TOMASZEK.

4. Лучшие примеры эксплуатации очистных сооружений: г. Штрасс (Австрия) [Электронный ресурс] URL:

[https://www.researchgate.net/profile/Anastasia-Vanyushina/publication/301561536\\_Lucsie\\_primery\\_ekspluatcii\\_ocistnyh\\_sooruzenij\\_g\\_Strass\\_Avstria/links/571a197b08aed43f63245eac/Lucsie-primery-ekspluatcii-ocistnyh-sooruzenij-g-Strass-Avstria.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Anastasia-Vanyushina/publication/301561536_Lucsie_primery_ekspluatcii_ocistnyh_sooruzenij_g_Strass_Avstria/links/571a197b08aed43f63245eac/Lucsie-primery-ekspluatcii-ocistnyh-sooruzenij-g-Strass-Avstria.pdf).

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПРОГРАММЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ВОДЫ ПО НАПОРНЫМ ТРУБАМ

*Инишкова М.А., студентка 4-го курса 11 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Орлов В.А., проф., д.т.н.*

Для экспертов в области водоснабжения и водоотведения остаётся актуальной задача совершенствования существующих методов проектирования и эксплуатации трубопроводов. В наши дни для достижения наиболее качественного результата управления процессами проектирования и эксплуатации трубопроводных систем используется компьютерное программное обеспечение. Данный процесс напрямую влияет на надёжность системы и её эксплуатацию.

В связи с вышеизложенным в задачи проводимых исследований входила разработка автоматизированной программы для ЭВМ, которая позволит рассчитать потребление электроэнергии при транспортировке воды по напорным трубопроводам в зависимости от их гидравлических режимов работы с учетом соответствующих критериев с учетом определенных диапазонов чисел Рейнольдса, а также соотношений температур стенок трубопровода и транспортируемой по нему воды.

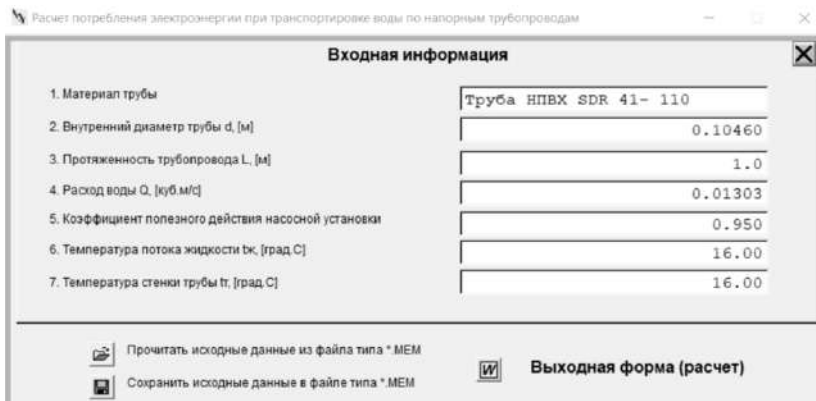
Энергопотребление представляет собой величину, отражающую количество потребляемого объектом энергоресурса определённого качества, что используется для расчёта показателей энергоэффективности. Снижение энергопотребления посредством управления параметрами систем, в частности, температурного режима, является задачей, способствующей решению одной из экологических проблем нашего времени, т.е. сбережения природных источников энергии [1, 2].

Определение величины  $\mathcal{E}$  [кВт·ч] осуществляется по формуле [1]:

$$\mathcal{E} = \frac{\rho \times g \times Q \times H \times 24 \times 365}{1000 \times \eta_p} \quad [1]$$

где  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $Q$  – расход подаваемой трубопроводом воды, м<sup>3</sup>/с;  $\eta_p$  – коэффициент полезного действия насосной установки; 24 – количество часов работы насоса в сутки, ч; 365 – количество дней в году; 1000 – переводной коэффициент из Вт в кВт;  $H$  – потери напора в трубопроводе определенной длины, м вод. столба.

При открытии программы пользователю необходимо ввести входную информацию о работе трубопровода. Интерфейс программного комплекса представлен на рис. 1.



**Рис. 1.** Описание диалогового окна программы по пунктам:  
 1 – материал трубы (НПВХ/ВЧШГ/ПЭ/сталь), 2 – внутренний диаметр трубы, м, 3 – протяженность трубопровода, м, 4 – расход воды, м<sup>3</sup>/с, 5 – коэффициент полезного действия насосной установки, 6 – температура потока жидкости, °С, 7 – температура стенки трубы, °С

Результатом работы программы является выходная форма, отражённая в текстовом документе Microsoft Word, которая представлена на рис. 2.

<u><b>ВЫХОДНАЯ ФОРМА</b></u>	
1. Скорость течения воды в трубе V =	1.5163 [м/с]
2. Коэффициент динамической вязкости, отнесенный к потоку жидкости =	0.001131151 [Па*с]
3. Коэффициент динамической вязкости, отнесенный к температуре стенки трубы =	0.001131151 [Па*с]
4. Соотношение динамических вязкостей Z =	1.000
5. Коэффициент кинематической вязкости жидкости =	0.000001096 [кв.м/с]
6. Число Рейнольдса Re =	144764.96
7. Расчетный коэффициент гидравлического трения =	0.016639
8. Потребление электроэнергии Q =	21.957 кВт-ч/год

**Рис. 2.** Пример результат работы программы при заданных параметрах

Данная автоматизированная программа была разработана и зарегистрирована мной в составе авторского коллектива [3].

Используя полученные расчетные данные, а также меняя те или иные температурные характеристики воды и стенки трубопровода, пользователь может оценить динамику потребления электроэнергии и определить оптимальный температурный режим работы трубопроводной системы, когда потребление электроэнергии минимально.

#### Библиографический список

1. Ярошенко К.С., Поленов Д.Ю. Приборная база систем управления энергопотреблением здания // Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ. 2020. С. 41-46.
2. Орлов В.А. Бестраншейные технологии и энергосбережение.-М.: АСВ. 2021. 123 с.
3. Орлов В.А., Зоткин С.П., Иншакова М.А. Расчет потребления электроэнергии при транспортировке воды по напорным трубопроводам // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021613107 от 02.03.2021.



# РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВОДНО-ВОЗДУШНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ САМОТЕЧНОЙ ВОДООТВОДЯЩЕЙ СЕТИ

*Сторожев А.П., студент 2-го курса 5 группы магистратуры ИИЭСМ  
Научный руководитель – Орлов В.А., проф., д.т.н.*

## Введение

Загрязнения атмосферного воздуха городов, как правило, происходят из-за выбросов промышленных предприятий и автотранспорта, но это лишь некоторые из существующих источников вредных газов. Наличие неприятного запаха в окружающей среде влияет как на комфортность проживания, так и на здоровье человека.

Одним из источников образования таких запахов является канализационный (водоотводящий) трубопровод, в котором образуются вредные для человека дурнопахнущие газы.

Наряду с проблемой неприятных запахов в атмосферном воздухе, скопление вредных дурнопахнущих газов может повлиять на бетонные канализационные коллектора, приводя их к коррозии и возможному разрушению.

Все это говорит о необходимости поиска наиболее эффективного решения данной проблемы. Для этого необходимо полностью понимать, как функционирует безнапорный трубопровод и какие в нем происходят процессы.

## Причины появления запахов в водоотводящих сетях

Система канализации является неблагоприятной средой вследствие образования в ней таких соединений как метан ( $\text{CH}_4$ ), сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ), углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), аммиак ( $\text{NH}_3$ ) и многих других.

Основными факторами, влияющими на возникновение запахов в канализационных сетях, являются образование сероводорода и снижение окислительно-восстановительного потенциала сточных вод [1].

Также причинами возникновения вредных дурнопахнущих газов в канализационных сетях могут служить:

- снижение водопотребления в городах с растущим оттоком населения, что негативно влияет на гидравлические показатели канализационных трубопроводов;
- удлинение канализационных сетей из-за постоянного расширения крупных городов, что приводит к более продолжительному времени пребывания сточных вод в водоотводящих сетях;
- наличие участков с сильной турбулентностью потока сточных вод (перепадные колодцы).

## **Влияние дурнопахнущих газов на канализационные коллектора**

Основная доля взрывов канализационных коллекторов происходит из-за образования в подводящем пространстве трубопроводов взрывоопасного газа метана. При отсутствии вентиляции, накопившийся в сети метан может вступить в реакцию с искрой, случайно попавшей во время проведения ремонтных работ или по любым другим причинам, что приводит к взрыву и влечет за собой угрозу для жизни близко-находящихся людей, а также разрушению канализационной сети и значительному экономическому ущербу [2].

Сероводород также представляет большую опасность для железобетонных канализационных коллекторов. Скапливаясь в подводящем пространстве трубопровода, сероводород вступает в реакцию с парами воды и образует серную кислоту  $H_2SO_4$ . Кислота с течением времени разъедает бетон, что влечет за собой образование дефектов и нарушение целостности конструкции трубопровода.

Коррозионное воздействие на бетонные коллектора вызывает и содержащаяся в сточных водах углекислота. Под её действием карбонаты и гидроксид кальция переходят в хорошо растворимый бикарбонат кальция.

### **Методы борьбы с дурнопахнущими запахами**

Существует множество различных методов борьбы с дурнопахнущими запахами. К стандартным, накопленным практикой техническим мерам предотвращения появления неприятного запаха в канализационных сетях относятся: подача кислорода, устранение турбулентности, прочистка трубопроводов и подача чистой воды, принудительная вентиляция самотечных сетей и их оперативный преимущественно бестраншейный ремонт [3].

Также имеют место такие методы как применение фильтров в колодцах и использование химических средств. Однако применение фильтров не обеспечивает достаточный воздухообмен в колодцах, а использование химических средств является одним из наиболее дорогостоящих методов [4].

### **Организация воздухообмена в канализационной сети как способ удаления дурнопахнущих газов**

Одним из способов удаления дурнопахнущих веществ, а также увеличения срока эксплуатации канализационной сети является воздухообмен между атмосферой и пространством канализационной сети [5].

Вентиляция наружных канализационных сетей обеспечивается поступлением воздуха через неплотности прилегания крышек к люкам смотровых колодцев по всей сети. Однако, как показывает практика, этого не достаточно.

При организации воздухообмена, важной составляющей является кратность воздухообмена, так как при недостаточной кратности, помимо удаления сероводорода из подводящего пространства, происходит окисле-

ние сероводорода кислородом воздуха, подаваемым с поверхности земли. Соответственно при малой кратности воздухообмена скорость удаления сероводорода будет менее значительна, нежели его окисление, что будет способствовать обратному эффекту – увеличению скорости коррозии бетона и разрушению канализационной сети.

Для объективной оценки функционирования трубопроводов безнапорной сети, а также для создания математической модели, необходимо составить ее физическую модель, включающую как гидродинамические, так и аэродинамические показатели [6]. Такая модель была составлена мной в составе авторского коллектива и на ее базе запатентована программа автоматизированного расчета на ЭВМ [7].

Исходные данные для формирования физической и математической моделей базируются на таких показателях как диаметр трубопровода, его протяженность, уклон и наполнение. Также к исходным данным относят нормативные показатели, такие как ПДК газообразных веществ в атмосфере города.

Для создания математической модели, дополнительно требуются такие данные как коэффициент Шези для материала соответствующего трубопровода, назначаемый воздухообмен в трубопроводной системе, коэффициент аэродинамического сопротивления, концентрация вредных газовых веществ в подсводном пространстве, назначаемый диаметр и высота вентиляционного стояка, температура и плотность атмосферного воздуха.

Данные показатели дают возможность математической модели определять требуемую величину воздухообмена для удаления испарившейся влаги из подсводного пространства над колодцем, а также с учетом наличия вентиляционного стояка, когда выброс газов осуществляется выше мест скопления людей; реальное время удаления газообразных веществ и влаги при изменении скорости воздушного потока с учетом увлечения его течением воды. Полученные результаты выдаются в формате Word.

## **Выводы**

Для оптимального поиска решения проблемы наличия запахов в канализационных коллекторах необходимо корректно понимать причины их появления.

Для выбора того или иного метода по устранению неприятных запахов требуется максимально корректная оценка функционирования трубопровода безнапорной канализационной сети.

Формирование плана мероприятий по предотвращению и устранению запахов должно начинаться с этапа проектирования, а именно с корректного выбора параметров трубопровода, таких как диаметр, уклон, наполнение и скорость потока сточных вод.

Разработанная математическая модель и на ее основе автоматизированная программа расчета на ЭВМ позволяют проводить многосторонний количественный анализ водно-воздушного режима трубопровода при изме-

нении исходных данных, вследствие чего появляется возможность решения проблемы управления процессом удаления дурнопахнущих веществ путем вентиляции сети.

#### Библиографический список

1. Sun X. Impact of fluctuations in gaseous H<sub>2</sub>S concentrations on sulfide uptake by sewer concrete: the effect of high. *Water Research*. 2015; 81:84-91 с.

2. Gutierrez O. Assessment of pH shock as a method for controlling sulfide and methane formation in pressure main sewer systems. *Water research*. 2014; 48:569-578 с.

3. Орлов В.А., Хренов К.Е., Орлов Е.В. Инженерно-технологическая реконструкция систем водоснабжения и водоотведения. М. : АСВ, 2019. 279 с.

4. Орлов В.А., Саймуллов А.В., Мельник О.В. Изучение процесса появления дурно пахнущих запахов в канализационных сетях и анализ средств их удаления // *Вестник МГСУ*. 2020. Т. 15. Вып. 3. С. 409–431. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.3.409-431.

5. Васильев В.М., Малков А.В. Газы в канализационной сети, их вред и пути ликвидации // *Техника и технологии мира*. 2016 №3-4 (81-82). С. 39-44.

6. Примин О.Г., Пупырев Е.И. Методы повышения экологической безопасности трубопроводов канализационных сетей // *Экология и промышленность в России*. 2013. №3. с.13-17.

7. Орлов В.А., Зоткин С.П., Сторожев А.П., Герасимов В.А., Мельник О.В. Моделирование водно-воздушного режима работы безнапорных водотоводящих сетей. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020614973. 2020.

## ДИАГНОСТИКА И РЕКОНСТРУКЦИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ДЮКЕРОВ

*Герасимов В.А., студент 2-го курса 5 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Орлов В.А., проф., д.т.н.*

В период эксплуатации канализационного дюкера проводятся технические осмотры верхней и нижней камер, проверка работоспособности задвижек, а также периодическая прочистка дюкера. В процессе технического осмотра могут быть выявлены следующие нарушения в работе канализационного дюкера:

1. Заиливание нисходящего и восходящего участков дюкера. Данная проблема возникает при больших колебаниях расходов в течение года. Решением данной проблемы является периодическая прочистка дюкера с помощью резиновых или ледяных шаров. Также возможно применение каналопромывочных машин.

2. Возникновение сквозных отверстий. Это может быть связано с окончанием рекомендуемого срока эксплуатации дюкера, либо с превышением срока эксплуатации. Через сквозные отверстия (свищи) просачиваются сточные воды, что приводит к загрязнению экологии водоема.

3. Всплытие дюкера. При всплытии канализационного дюкера появляется риск разрыва сети, что может привести к нарушению экологии водоема.

Данные проблемы можно своевременно выявить с помощью обследования канализационного дюкера. Обследование канализационного дюкера может быть выполнено следующими методами: визуальным, инструментальным и путем лабораторных исследований отобранных проб [1].

Изношенные канализационные дюкеры, находящиеся в аварийном состоянии, требуются реконструировать следующими способами [3]:

- Переукладка канализационного дюкера с заменой трубопровода;
- Замена аварийного участка канализационного дюкера при подъеме трубопровода над водой;
- Реконструкция канализационного дюкера методом «труба в трубе»;
- Реконструкция канализационного дюкера с использованием ремонтных камер.
- Реконструкция канализационного дюкера методом бестраншейной санация трубопровода полимерным рукавом [2].

При переукладке канализационного дюкера с заменой трубопровода, старый дюкер выводится из эксплуатации, а рядом проектируются и строятся новые нитки трубопроводов. В процессе реконструкции, старый дюкер разделяют на части, транспортируют на берег и после утилизируют. Данный процесс производится в связи с угрозой дальнейшего разрушения дюкера, что может привести к ущербу окружающей среды и судоходству. По экономическому фактору, денежные затраты как при реконструкции данным методом, так и при строительстве нового дюкерного перехода будут на одном уровне.

Процесс замены аварийного участка при подъеме канализационного дюкера над водой исполним на подводных переходах большой протяженности, так как требует размыва трубопровода на значительной длине обеспечения при подъеме радиуса упругого изгиба. По экономическому фактору, для данного метода требуются специальные грузоподъемные механизмы, что в комплексе с земляными работами увеличивает сметную стоимость работ по реконструкции. Также возникает вероятность нарушения целостности канализационного дюкера из-за увеличения нагрузки на изгиб.

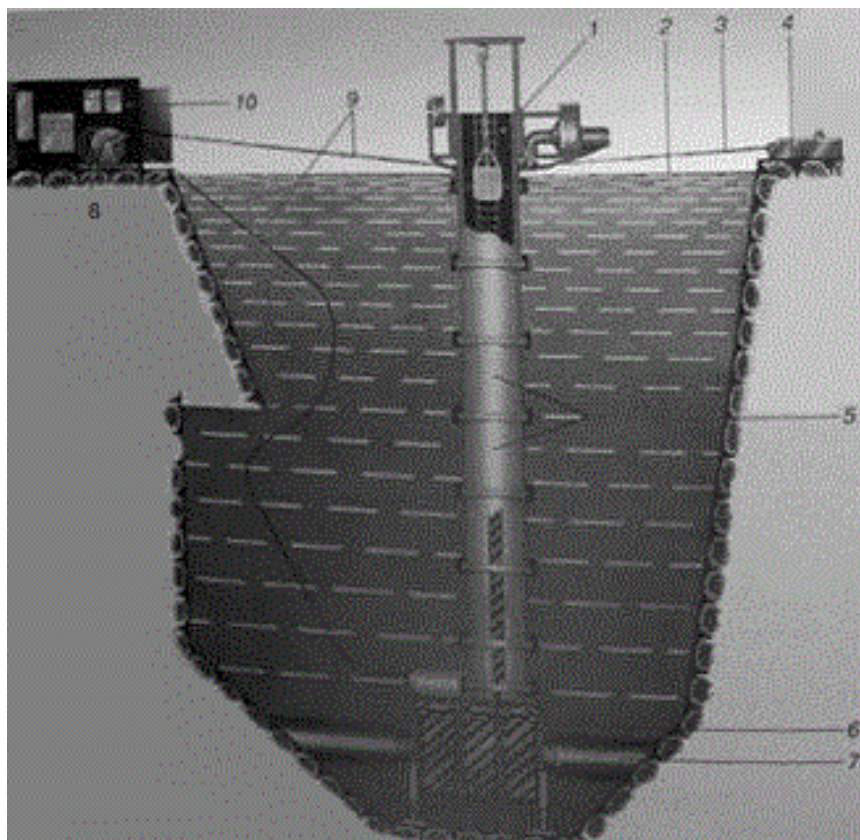
При использовании метода «труба в трубе» в старый канализационный дюкер протягивается новая полиэтиленовая труба меньшего диаметра, а межтрубное пространство заполняется специальным цементным раствором. При использовании данного метода, внутренний диаметр трубопровода уменьшается, из-за чего данная технология применяется лишь в определенных случаях.

При использовании ремонтных камер, реконструкции канализационного дюкера осуществляется путем установки камеры на аварийный участок дюкера с последующей врезкой «катушки». Данная камера представлена на рис. 1.



**Рис. 1.** Камера-полукессон

Схема установки ремонтной камеры представлена на рис. 2. При этом методе реконструкции дюкера уменьшаются затраты на проведение земляных работ (требуется сооружение подводной транши). Также, при данном методе не изменяется внутренний диаметр дюкера. Качество сварочных работ по устранению дефектов в «шахтных колодцах» при атмосферном давлении и достаточной принудительной вентиляции соответствует всем требованиям нормативных документов.



**Рис. 2.** Комплекс по реконструкции канализационных дюкеров:  
 1 – оголовок; 2 – уровень воды; 3 – строп; 4 – якорь; 5 – секции шахты; 6 – ремонтная камера; 7 – трубопровод; 8 – вьюшки; 9 – связка приводов; 10 – контейнер обеспечения

Санация трубопроводов полимерным рукавом стало положительным шагом к решению проблем эксплуатации канализационных дюкеров.

Одними из популярных бестраншейных методов санации трубопроводов полимерным рукавом стали технологии «Insituform» и Технологии «Berolina-Liner» [4]. Минусами этих методов является уменьшение внутреннего диаметра канализационного дюкера за счет нового трубопровода. Плюсами этого метода производство оперативного бестраншейного ремонта, не требующего выполнения земляных работ, сохраняющего окружающую среду и не препятствующего движению транспорта. Метод позволяет практически полностью сохранить профиль ремонтного участка трубопровода независимо от его сложности.

## Библиографический список

1. РД ЭО 0570-2004 "Инструкция по обследованию подводных частей гидротехнических сооружений АЭС концерна "Росэнергоатом".
2. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих сетей: Учебное пособие для вузов. – М.: ТИМР, 2000-179 с.
3. Чураев А.А., Тищенко А.И., Осипенко Д.А. К вопросу выбора способа реконструкции стального дюкера в селе Барсуки Республики Ингушетия. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, № 3(39), 2020 г., с. 189–206.
4. Технология восстановления дюкеров с помощью двухслойных полимерных конструкций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://gospipe.ru/clauses/stroi-telstvo-remont-truboprovodov/tehnologiya-vosstanovleniya-dyukerov-s-pomoschu-/,](https://gospipe.ru/clauses/stroi-telstvo-remont-truboprovodov/tehnologiya-vosstanovleniya-dyukerov-s-pomoschu-/) 2020.
5. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85 (с Изменением N 1).

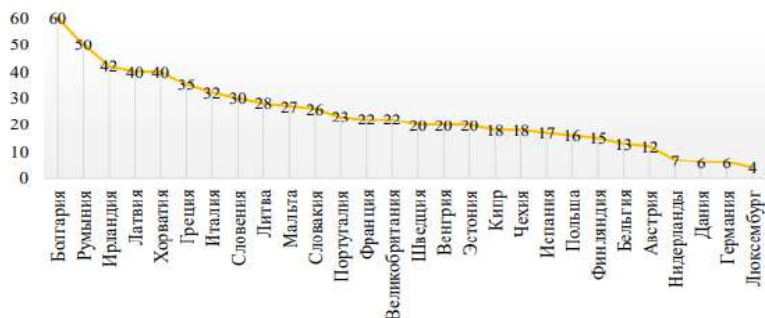


## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В МИРЕ

*Бацюн А.М., студентка 2 курса 16 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Чижик К.И., доц., к.т.н.*

В мире теряется или же ни разу не оплачивается от 25% до 50% всей распределенной воды. Предполагаемая экономически обоснованная степень издержки воды оформляет в пределах 8-10% или же 5-6% в зависимости от источника водоснабжения. По оценкам специалистов 80- 100% потерь воды вызваны неучтенными расходами и утечками из труб.

Издержки воды на территориях различных государств варьируется от 4% до 95%, это находится в зависимости и как от становления государства в целом так и от систем водоснабжения. В Европе есть государства (рис. 1), которым нужно решать делу неучтенных расходов и затрат воды из хозяйственно-бытовых водопроводов незамедлительно. К примеру, средняя степень неучтенных расходов и потерь воды в Италии равна 32%, в Северной Италии - 46%, в Центральной - 45%. Эти значения в Милане составляют 11,5% - что значительно ниже среднего. Данный показатель связан с постоянными мерами по уменьшению потерь воды в этом городе, с помощью внедрение новых технологий управления.



**Рис. 1.** Потери воды в странах Европы (%)

Дания – считается одной из самых развитых государств Европы, которая пользуется передовые технологии в сфере водоснабжения в следствие, этого издержки с 2001 года придерживаются на наименьших отметках. Из подземных источников берется 99%.

### Водоснабжение Российской Федерации

Количество населения по сведениям Федеральной службы государственной статистики – 146 780 720 человек. Процент централизованным водоснабжением в России на сегодняшний день составляет 87,5%. Не-

учтенные расходы и утечки воды в системах водоснабжения по РФ от 3,63% до 29,61% - в среднем 23,47% от всей подачи воды в год. На рис. 3 представлены сведения по некоторым округам и России в целом.

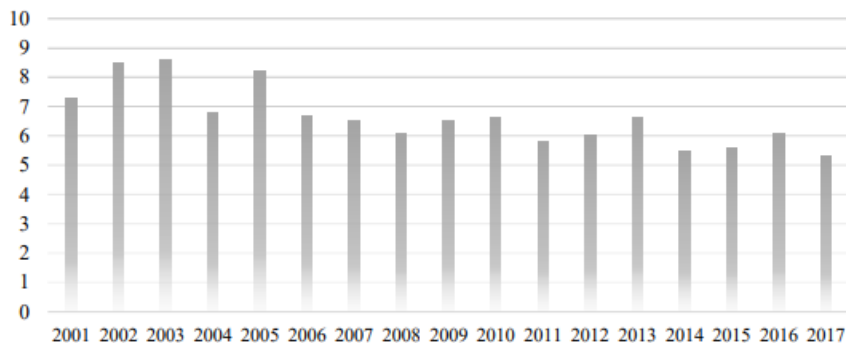


Рис. 2. Потери воды в Дании 2001-2017 г. (%)

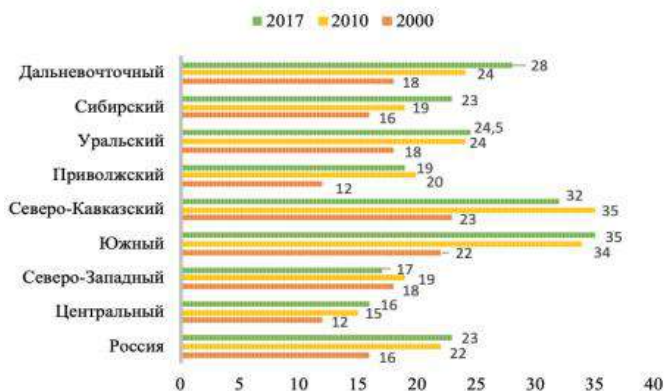


Рис. 3. Изменение доли утечки воды к объему, поданному в сеть (%)

Оптимальная степень неучтенных расходов и утечек воды должна составлять хотя бы 7%. Российская Федерация за 17 лет не смогла приблизиться к данному показателю. В среднем в городках РФ к 2020 году данный показатель был 23,5%.

### Неучтенные расходы и утечки воды

Общая величина неучтенных затрат воды для определенной системы водоснабжения определяется как сумма соответствующих объемов воды. Неучтенные расходы и утечки воды в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения возникают из-за некачественного материала трубопровода,

строительства и монтажа трубопроводных систем и ненадлежащей эксплуатации.

Большая часть потерь воды заложена в тарифах водоканалов и люди вынуждены их оплачивать. Из-за этого организации не спешат с реновацией водопроводных сетей. А зачем им это? Люди ведь оплачивают все потери воды.

В РФ с 2010 по 2014 года в субъектах потери воды составляли от 3,63% до 29,61% (по сведениям агентства Росводресурсы). Потери воды представлены на рис. 4.

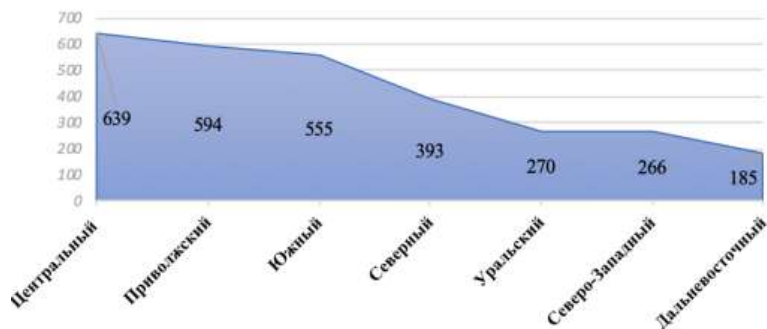


Рис. 4. Потери по Федеральным округам (млн руб)

Неучтённые затраты и издержки воды происходят по следующим причинам: обветшание инженерных сетей; несвоевременное выявление аварийных участков; некачественные приборы учета; несанкционированное включение к сетям; несертифицированные материалы труб.

Самые распространённые дефекты водопроводных труб, которые приводят к потерям воды изображены на рис. 5:



Рис. 5. Дефекты водопроводных труб

Активное строительство трубопроводов в России было в 1960-1980 годы. Однако полимерные трубы в то время практически не применялись, а жизненный цикл стальных труб достаточно невелик – 25 лет. Стальные трубы подвержены коррозии, повреждаются от блуждающих токов. Реновация труб на сегодняшний день проходит медленно, в холодном водоснабжении меняется в год 1,1-1,5% труб. Замена подлежат более 45% водопроводных сетей, но точная оценка труб на износ не создана, поэтому на самом деле более половины сетей точно нуждаются в срочном ремонте. По оценкам ЖКХ России на замену всех труб в стране необходимо не менее 30 миллиардов рублей. Эту сумму не выделить за один день, но начав предпринимать меры уже сегодня, страна может добиться значительных результатов в снижении неучтенного расхода и потерь воды.

Для решения проблем с потерями чистой воды, была создана «Водная стратегия РФ», которая с 2007 по 2020 года должна была добиться значительных результатов в сокращении неучтенного расхода и потерь воды на территории страны. Однако, не смотря на финансирование в полмиллиарда рублей, программа так и не была реализована и практически никаких результатов не принесла.

## Выводы

Во всём мире ежедневно ведется борьба с неучтенными расходами и потерями воды из систем водоснабжения, во многих странах потери достигают значительного уровня. В Дании и Японии потери достигают минимальных значений, их опыт хорош для изучения, некоторые стратегии можно воплотить в реальность и на территории других стран, в том числе и в России.

## Библиографический список

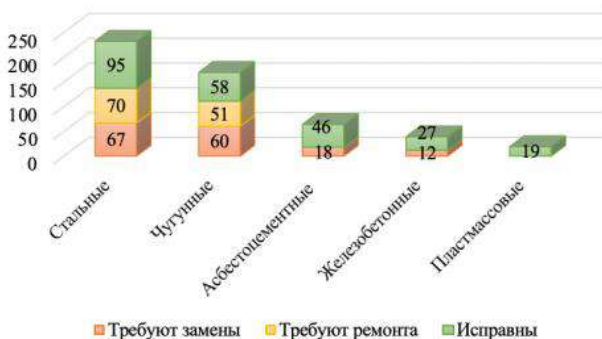
1. EU Reference document good practices in leakage management WFD CIS WG PoM. European Commission, 2015 год.
2. Europe's water in figures. An overview of the European drinking water and wastewater sectors, 2017 год EurEau The European Federation of National Associations of Water Services, Belgium.
3. Государственный доклад «О состоянии санитарноэпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации», 2019 г.
4. Фомина В.Д., Водоресурсная составляющая социально-экономического развития российских регионов, «Использование и охрана природных ресурсов в России» 2010 г.
5. Демин А.П., Обеспечение питьевой водой населения России, Институт водных проблем РАН, 2019 г.
6. Методика оценки неучтенных расходов и потерь воды в системе коммунального водоснабжения, Санкт-Петербург, 2004 г.

## СРАВНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ТРУБ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Симагаева А.А., Байков В.О., студенты 2-го курса 16 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Чижик К.И., доц., к.т.н.*

Строительство систем водоснабжения в большей степени было осуществлено в 1950-1980-е годы. Тогда использовались стальные трубы, срок эксплуатации которых составляет 20-25 лет. Естественно, на сегодняшний день эти трубы находятся в критическом состоянии, средний возраст труб превзошел эксплуатационный возраст. Для того чтобы уровень износа не увеличивался, ежегодно нужно менять по 4% труб.

По данным Росстата, в среднем в регионах подлежит замене более 44% водопроводных сетей, 30% сетей в сфере горячего водоснабжения, 45% - в водоотведении. Процент изношенных коммунальных сетей, приведенный Росстатом, можно смело умножать на два.



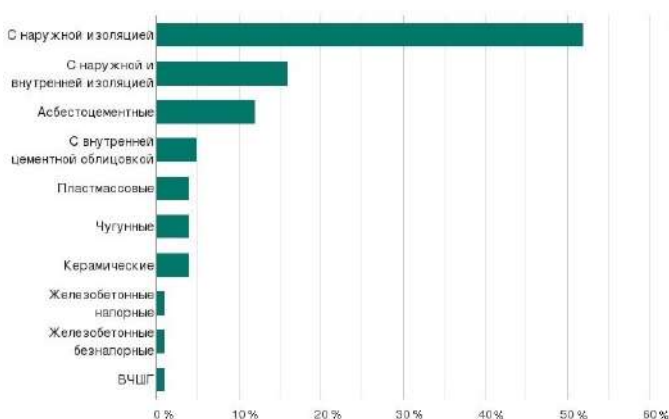
**Рис. 1.** Состояние трубопроводов систем водоснабжения, км

Из рисунка видно, что ремонту подлежат 53% труб. Больше всего подлежат замене стальные трубы, из которых 59% не исправны [1].

Материалы, применяемые в настоящее время представлены на рис. 2.

Аварии в основном происходят из-за большого износа водопроводной сети, неверного расчёта и выбора класса прочности трубы, несоблюдения технологий производства, несертифицированных труб [1].

За последние семь лет в России произошло 4452 крупные аварии в системах водо- и теплоснабжения. Во Владивостоке в сентябре 2020 года произошёл прорыв паропровода, в результате которого обломками асфальта выбило 20 окон в жилом доме и повредило несколько десятков машин. В январе 2021 года на перекрестке улиц города Волжского произошла авария, из-за прорыва 600-миллиметровой трубы на проезжей части образовалась яма с кипятком, в которую упали пешеходы, которые в этот момент переходили дорогу.



**Рис. 2.** Трубопроводы из различных материалов

**Стальные трубопроводы** широко распространены в России. Существует большое количество классов прочности, марок стали и толщин стенок. Срок службы стальных труб, используемых для водоснабжения и отопления около 20-25 лет.

**Чугунные трубопроводы:** Производят из серого чугуна. От коррозии такие трубы защищают при помощи покрытия из нефтяного битума. У таких трубопроводов отличная износостойкость, устойчивость к низким и высоким температурам, повышенная прочность. Срок эксплуатации 70 лет.

**Трубопроводы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ)** производятся центробежным способом литья из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. Трубы напорные ВЧШГ изготавливаются с разными покрытиями, внутри-покрытие цементно-песчанное, а снаружи-покрытие битумное.

Трубы из ВЧШГ применяют при прокладке: на слабых грунтах, в сложных рельефах местности, в районах с высокой транспортной нагрузкой, через водные преграды, трубопроводов по автодорожным и городским мостам, эстакадам и в тоннелях. ВЧШГ прочные и способны выдерживать долговременную нагрузку в восемьдесят два раза больше пластмассовых. Срок эксплуатации 80-100 лет.

**Железобетонные трубопроводы** обладают высокой прочностью, устойчивы к температурным перепадам. Недостатки: бетон подвержен газовой коррозии, из-за арматурного каркаса-блуждающим токам, трубы имеют большой вес. Срок эксплуатации 80 лет.

**Полимерные трубопроводы** устойчивы к коррозии, низкая теплопроводность, небольшой вес. Недостаток труб – высокий коэффициент теплового расширения, низкий максимум рабочих температур. Срок эксплуатации: 30-50 лет.

**Асбестоцементные (хризотилцементные) трубопроводы** устойчивы к коррозионным процессам, асбестовый трубопровод не зарастает в процессе эксплуатации и не теряет свою пропускную способность. Из недостатков: трубы хрупкие при ударных нагрузках. Срок эксплуатации: 20-25 лет.

**Стеклопластиковые трубопроводы** имеют низкий показатель теплового расширения, устойчивость к коррозии и воздействию агрессивных химических соединений, высокая прочность. Среди недостатков стеклопластика отметим уязвимость к абразивному воздействию и высокую (для сегмента полимерных изделий) стоимость [2]. Срок службы более 50 лет.

### **Сертификация труб в России**

В России в 2016 году заменили примерно 1,3% водопроводных сетей. Около 35% пластиковых труб, используемых для замены водопроводных труб, являются подделкой. 90 тысяч тонн фальсифицированных полиэтиленовых труб в 2016 году оценили в 9 млрд. рублей. Ежегодно на рынке появляется около 320-360 тысяч тонн фальсифицированного сырья (20% от всех труб для строительства). Покупка такого сырья влечёт к частым авариям и травмам людей.

Проблема сертификации труб имеет большое значение в неучтенных расходах и утечках воды в системах водоснабжения [3]. С 2013 по 2016 года рост фальсифицированной продукции составил 10% (по данным ассоциации производителей трубных систем). В России отсутствуют механизмы для осуществления оперативного выявления нарушений сертификации трубопроводов и наказания недобросовестных производителей, необходим системный подход, комплекс мер экономического, административного и законодательного характера.

### **Бестраншейные методы устранения утечек в трубопроводах**

Альтернатива традиционным открытым технологиям замены или ремонта трубопроводов водоснабжения являются бестраншейные технологии, которые позволяют снизить расходы на ликвидацию аварии в среднем на 30-50%. Огромным плюсом таких технологий минимум согласований, так как бестраншейные технологии исключают возможность повреждения наземных сооружений.

По сравнению с траншейным методом в бестраншейном методе много плюсов: сокращение сроков длительности процесса восстановления трубопроводной линии, вероятность появления аварий сведена к нулю, гарантия длительности срока службы трубопроводов, непрерывность движения пешеходов и транспорта, уменьшение капитальных затрат до 30-50 %, сохранение целостности природного ландшафта.

Для улучшения гидравлических характеристик трубопровода, их долговечности, безаварийной работы и длительной эксплуатации необходимо использовать внутреннюю и внешнюю изоляцию трубопроводов. В насто-

ящее время существует несколько методов этой изоляции. Рассмотрим 3 часто используемых метода.

**Цементно-песчаное покрытие:** напыление ЦПП производится центробежным набрызгиванием, метод напыления является, самым эффективным при следующих дефектах: обрастании ржавчиной; стачивании стенок абразивами. Но, подобный метод совершенно неэффективен при открытых стыках и деформированных частях труб, сильнейшем износе абразивами, потому как не обеспечивает увеличения несущей способности трубопровода. Плюсы нанесения ЦПП: легкость работы, низкая цена, Минусы: не для всех дефектов подходит, скорость включения в работу участка сети (3-5 дней).

**Scotchcot** – наносится (набрызгиванием) на внутреннюю плоскость водопровода специальными метательными головками. Плюсы: покрытие твердеет в течение нескольких минут, а трубопровод способен функционировать через 1 час. Минусы: дороже ЦПП.

**Метод «Чулка»** позволяет проводить изоляции в зонах изгиба до 90°, не нуждается в крупногабаритной строительной технике и оборудовании, устойчив к коррозии и к абразивному износу. Срок эксплуатации 50 лет [4].

## Выводы

Исходя из различных характеристик, наиболее качественными и эффективными при создании сетей водоснабжения являются трубы ВЧШГ и полимерные. Благодаря их использованию увеличивается срок эксплуатации систем, а качество воды соответствует нормам.

В России существует огромная проблема с сертификацией труб, 20% от необходимого в строительстве объема является фальсификатом. Необходим комплекс мер по мониторингу выдачи и использования сертификатов, а также создание новых законов, которые будут регулировать данную сферу.

## Библиографический список

1. <http://www.mosvodokanal.ru/press/news/5387>.
2. <https://oboiman.ru/ingeneer/stekloplastikovye-truby-vidy-kak-vybrat-obzor-proizvoditelej.html>.
3. <http://www.rapts.ru/sites/default/files/imports/metodicheskierekomendatsii.pdf>.
4. СП 249.1325800.2016 Коммуникации подземные. Проектирование и строительство закрытым и открытым способами.



## НЕУЧТЕННЫЕ РАСХОДЫ И ПОТЕРИ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Маркина В.С., Аристова К.А., студентки 2-го курса 15 группы ИИ-ЭСМ*

*Научный руководитель – Чижик К.И., доц., к.т.н.*

Средние утечки в системах водоснабжения России достигают отметок в 20- 30%, что приводит к колоссальным потерям из бюджетов водоканалов и городов, необходим комплекс мер по снижению уровня потерь и достижению минимально-допустимого значения. Так как высокие потери воды в основном связаны с плохим состоянием водной инфраструктуры, необходима своевременная замена всех трубопроводов, которые служат больше эксплуатационного срока. [1]

Кроме оперативной замены трубопроводов, необходим аудит воды, мониторинг систем, который бы проводился круглосуточно. Также необходимы карты города с прокладкой всех систем водоснабжения, чтобы все участки трубопроводов подвергались контролю. Карты с точными данными сократят работу по поиску утечек во много раз.

Изучив методики Международной Водной Ассоциации (IWA), а также опираясь на опыт разных стран, выделены важнейшие пункты стратегии и методик сокращения неучтенного расхода и потерь воды в системах водоснабжения: управление давлением в системах водоснабжения; скорость обнаружения утечек и выхода из строя трубопровода; качество ремонтных работ; активный контроль утечек, мониторинг системы; инфраструктура и управление финансами сферы водоснабжения.

Управление давлением снижает реальные потери, так как снижение давления прямо пропорционально снижению утечек из хозяйственно-бытовых систем.

Также управление давлением, его контроль и круглосуточный мониторинг давления в системах – одно из самых эффективных средств сокращению неучтенных расходов и потерь воды из систем. Управление давлением снижает скорость утечек и их частоту на старых сетях, что позволяет продлить их срок службы. Для контроля давлений на трубопроводах устанавливаются датчики, которые отслеживают утечки.

Средняя стоимость ликвидации 1 аварии на трубопроводе (с раскопкой) около 116 000 рублей. [2]

Быстрое и эффективное устранение известных утечек - один из самых простых и экономически эффективных способов уменьшения утечек и сохранения финансов. Утечки, которые были обнаружены при своевременном мониторинге сети, должны быть отремонтированы в кратчайшие сроки. Работа с клапанами для изоляции участка магистрали для ремонта должна выполняться таким образом, чтобы снизить риск возникновения переходных процессов давления, которые могут вызвать дополнительные утечки.

Активный контроль утечки - регулярный мониторинг сетевых потоков для выявления новых утечек или взрывов на более ранних стадиях, чтобы их можно было устранить как можно скорее: контроль и локализация утечек; мониторинг утечек и локализация

Цель состоит в том, чтобы идентифицировать область сети, в которой происходит утечка. Популярный подход заключается в разделении сети на районированные зоны путем постоянного закрытия клапанов и установки счетчиков, оснащенных телеметрическими регистраторами данных, что позволяет осуществлять непрерывный мониторинг потребления зон, из которого можно сделать оценку утечки.

Другой метод - мобильный учет - включает временное закрытие клапанов, а мобильные счетчики устанавливаются в фургонах и подключаются через гибкие шланги к постоянным соединениям в сети, которые используются для измерения потоков. В гибридной системе используются постоянно установленные счетчики с временно закрытыми граничными клапанами для измерения ночного расхода. Недавние разработки в области программного обеспечения, связанные с моделями гидравлических сетей или процедурами искусственного интеллекта, используют данные о расходе и давлении для выявления новых утечек.

Круглосуточный мониторинг систем и выявление утечек помогает своевременно выявлять утечки и ликвидировать их. И работники водоканала могут контролировать давления круглосуточно, отправляя ремонтные бригады в любое время суток. Инвестирования, привлеченные от частных лиц, могут сыграть ключевую роль в развитии водородной сети, но необходимо понимать, какими обязанностями и функциями будет наделен тот или иной привлеченный объект финансирования.

Контроль за инфраструктурой должен быть эффективным, осуществляться своевременно и по всем направлениям сферы. Чтобы контролировать все компоненты водного баланса, чтобы план действий по контролю за неучтенными потерями и утечками был успешным, нужно соответствие двум условиям: целевые показатели выполнены и результаты являются устойчивыми. Опыт показывает, что многие методики сокращения неучтенных потерь потерпели неудачу из-за неадекватной оценки исходной ситуации и из-за плохой или неправильной оценки воздействия прогнозируемых действий.

Проекты по борьбе с потерей воды необходимо рассматривать в трех измерениях: управление изменениями, управление методикой и оперативное управление. Неоптимальные результаты достигаются, если три измерения не рассматриваются вместе. Оперативный аспект рассматривает создание текущего и целевого водного баланса для водоканала. Он определяет технические и эксплуатационные действия, которые необходимы для перехода от текущего к целевому водному балансу, и разъясняет соответствующие потребности в ресурсах.

Измерение управления изменениями. В этом измерении рассматривается готовность водоканала к решению проблем проекта, установленная

стратегия проекта. Многие планы действий потерпели неудачу из-за игнорирования важного аспекта управления изменениями, изучение которого всегда должно рассматриваться в качестве предварительного условия для программы сокращения потерь из систем водоснабжения.

#### Измерение управления методики

- Установка целей методики;
- Установка стоимости и времени работы;
- Правильные организационные ресурсы;
- Качество мониторинга системы водоснабжения;
- Результат работы в уменьшении сокращения неучтенных потерь и утечек в системе.

Что касается утечек воды, влияние может быть оценено путем анализа и оценки минимального ночного стока и частоты ежемесячного ремонта. Для уменьшения реальных потерь необходимы четыре категории действий, которые могут быть реализованы вместе или по отдельности:

- 1) быстрый ремонт участка сети;
- 2) контроль давления;
- 3) активное обнаружение утечек;
- 4) замена труб.

Проект может потерпеть неудачу по следующим причинам:

Неэффективная разработка действий по сокращению неучтенного расхода и потерь воды систем хозяйственно-бытового водоснабжения; нет координации между компонентами стратегии (методики); нет координации между инвестициями; неверная оценка первоначального состояния системы.

### **Методика сокращения неучтенных расходов и потерь воды в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения**

Для реализации методики необходимо финансирование. Первоначально принять решение откуда пойдут средства на реализацию проекта:

- А) государственное финансирование;
- Б) частичная передача объектов водоснабжения в частные компании;
- В) увеличение тарифов на воду для населения страны;
- Г) Комбинированный метод финансирования: А+Б, А+В, Б+В, А+Б+В.

Создание полного описания систем водоснабжения, составление карт населенных пунктов, в которые будет своевременно добавляться информация о новых подключениях в систему водоснабжения. Опираясь на карты, необходимо составить оценки рисков: из описания системы трубопровода, года ее постройки, с учетом материала и окружающей инфраструктуры выявить слабые места, которые могут привести к аварии на участке сети. Все эти данные перенести в электронный формат, который можно просматривать онлайн, для постоянного обновления данных, которые будут добавлены после обхода участка водопроводной сети.

Также необходимо создание новых законов о введении административной и уголовной ответственности за фальсификацию сертификатов на трубы, за несанкционированное подключение к сети. [3]

Выполнение всех пунктов методики позволит сократить неучтенные расходы и потери воды в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения. Экономический эффект от мероприятий по снижению уровня некоммерческой воды, если за год благодаря действиям методики снизится средний уровень утечек на 6% будет составлять:

$$N * G * M * Y * F * O = R \text{ (млрд.руб)} \quad (1)$$

где N – количество человек в стране (чел.); G – проценты обеспеченности водоснабжением (%); M – средний тариф/месяц (руб.); Y – год (мес.); F – фактическая оплата (%); O – потери (руб.)

$146\,780\,720 \times 0,875 \times 141,90 \times 12 \times 0,235 \times 0,9 = 46,25$  млрд.руб – потери некоммерческой воды.

$146\,780\,720 \times 0,875 \times 141,90 \times 12 \times 0,175 \times 0,9 = 34,44$  млрд.руб – потери после применения методики 12 месяцев.

11,81 миллиардов рублей удастся сэкономить, если снизить уровень неучтенных расходов и потерь воды на 6%. [4]

Более точные данные по экономии от применения методики мы получим, рассматривая один субъект Российской Федерации, зная:

- затраты на обеспечение штата сотрудников;
- стоимость покупки оборудования для реализации пунктов методики;
- стоимость разработки приложения для проекта;
- затраты на ликвидации аварий;
- стоимость замены участков трубопроводов, чей эксплуатационный срок закончился;
- объём финансирования, который выделяется ежемесячно структурой водоканала субъекта от получения оплаты счетов жкх от потребителей на содержание данного направления.

Тогда мы сможем подсчитать экономический эффект от мероприятий по снижению уровня некоммерческой воды для любого субъекта Российской Федерации.

## Выводы

Методика сокращения неучтенных расходов и потерь воды в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения осуществима и способна привести к значительному экономическому эффекту, если выполнять проект поэтапно, придерживаясь всех пунктов, подобрав квалифицированную команду, верно оценив масштаб проблемы на данный момент и, относительно объема предстоящих работ, создать программу финансирования.

## Библиографический список

1. Методика определения неучтенных расходов и потерь воды в системах коммунального водоснабжения (утв. приказом Минпромэнерго РФ от 20 декабря 2004 г. № 172).
2. Искусство чистой воды, годовой отчет Акционерного общества «Мосводоканал» за 2016 год, утвержден решением единственного акционера АО «Мосводоканал» от 26 июня 2017 г.
3. Методика оценки неучтенных расходов и потерь воды в системе коммунального водоснабжения, Санкт-Петербург, (2004 год).
4. Методическое пособие «Методика снижения неучтенных расходов и потерь воды в системах водоснабжения», Москва, (2018 год).

## БИОГАЗ КАК ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

*Цаболов К.Ч., студент 4-го курса 11 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Гогина Е.С., доц., к.т.н.*

В последние годы во всем мире наблюдаются попытки вторичного использования отходов производства. Эта тенденция не обошла стороной и очистку сточных вод. Так, например, использование анаэробного сбраживания (метантенки) набирает популярность как на больших станциях очистки СВ, так и на малых. Это объясняется тем, что в ходе анаэробного сбраживания в сооружениях (метантенках) вырабатывается биогаз, в основном состоящий из метана, который в свою очередь может являться источником тепла и энергии. Такой способ получения дополнительной энергии во многом может избавить от лишних затрат и экологических загрязнений.

Анаэробное сбраживание уже давно используется во многих странах Европы и в Китае. В деревне в 70 километрах к юго-западу от Берлина всего около 150 жителей. Весь год электричество для домов вырабатывают 43 ветряка. Ветряки стоят в поле, чуть в стороне от жилья. В случае, если наступает нехватка ветряной энергии для выработки электричества, в ход идет установка по производству биогаза. Сырьем для биогазовой установки служат коровий и свиной навоз, отходы от кукурузы и пшеницы. Установка обеспечивает жителям также горячую воду и отопление, общая длина труб составляет три километра.

Главной проблемой для реализации повсеместного использования анаэробного сбраживания является стоимость таких сооружений, а также продолжительность процессов. Однако, Марина Константиновна Канева, провела расчеты окупаемости таких проектов для фермерских хозяйств, в результате которых доказала, что использование биогаза полностью оправдывает вложенные в него средства. Кроме того, энергия, получаемая таким образом, позволяет существенно снизить затраты предприятия и менее чем за два года начинает экономить значительные средства (зависит от размеров станции).

Однако для того, чтобы использовать анаэробное сбраживание, нужно иметь основания и условия для непрерывной и оправданной работы сооружений. Использование метантенков и биогазовых установок может помочь населенным пунктам, которым не хватает энергии. Использование биогаза является экономически более выгодным, чем организация доставки топлива из отдаленных мест. В нынешних условиях финансовая сторона вопроса зачастую оказывается наиболее весомой, поэтому вопрос извлечения пользы из осадка будет все более актуальным с каждым годом. Так что же такое анаэробное брожение? Анаэробное брожение – это разложение органических веществ с помощью микроорганизмов без доступа кислорода в герметических резервуарах – метантенках.

В метантенки подаются: бытовые сточные воды, органические отходы различных производств сельского хозяйства, навоз свиней и крупного рогатого скота, помет птиц, стоки перерабатывающих предприятий, содержащих сахар, сточные воды спиртовых заводов и т.д.

Технологические схемы биогазовых установок зависят от объемов переработки и свойств материала, который сбраживается, теплового режима, способов загрузки и сбраживания субстрата и ряда других факторов.

Принципиальная схема анаэробной установки включает приемное устройство, метантенк (биореактор) и газгольдер

Биогаз полученный в метантенках можно использовать в качестве топлива как на самих очистных сооружениях, так и на предприятиях, нуждающихся в дополнительном источнике энергии. Таким образом, происходит существенная экономия денежных средств на энергию, а также снижается выпуск углекислого газа в атмосферу. Кроме того, при таком способе получения энергии сокращается длина и потребность в газовых трубопроводах, которые обычно идут от источника к ОС. Время окупаемости проекта во многом зависит от размеров очистных сооружений, количества сточных вод, их концентрации и дополнительных источников осадка. В зависимости от всех обстоятельств срок достижения точки безубыточности составляет от 1 до 5 лет, при минимальном заявленном сроке службы оборудования около 15 лет.

Однако любые операции по обработке осадка сопровождаются выбросами в окружающую среду дурно пахнущих веществ, которые ухудшают окружающую среду.

Для предотвращения выброса ДПВ от наиболее значительных источников их эмиссии (от 1 кг ДПВ /сут и концентрациями от 5-10 мгДПВ/м<sup>3</sup> и выше) в странах Северной и Центральной Европы, в СНГ, в т.ч. в РФ (Москва, Казань, Череповец, Н. Новгород, др.) все большее распространение получает фотосорбционно-каталитический метод, позволяющий эффективно очищать воздух от сероводорода, аммиака и летучих органических веществ путем УФ обработки и сорбционно-каталитической доочистки его, без накопления токсикантов во вторичных отходах.

Применение метантенков и биогазовых установок является перспективным направлением в области «зеленой» энергии и экономики. Переход на схемы обработки осадка с помощью анаэробного брожения требует больших вложений, однако не является убыточным предприятием. Кроме того, метантенки достаточно «гибкие» сооружения, модернизация которых не является невыполнимой задачей. И учитывая тенденцию ухудшения экологии в мире, именно такие технологии должны выходить на первые роли.

#### Библиографический список

1. Шаяхметов, Р.Г. Исследование способов перемешивания в метантенках / Р.Г. Шаяхметов. – // Молодой ученый. – 2010. – № 12 (23). – Т. 1. – С. 43-45.

2. Лозовецкий В.В., Лебедев В.В., Дугин Г.С. Обеспечение экологической безопасности полигонов для захоронения отходов на базе систем утилизации биогаза// Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2011. – № 2. – С. 94-105.
3. Гоголь Э.В., Мингазетдинов И.Х., Гумерова Г.И., Егорова О.С., Мальцева С.А., Григорьева И.Г., Тунакова Ю.А. Анализ существующих способов утилизации и переработки отходов полимеров// Вестник Казан. технол. ун-та. – 2013. – Т. 16. – № 10. – С. 163-168.
4. Чадова, Н.А., Чадов, А.Ю. Технологии производства биогаза и перспективы его применения в России // Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум».
5. Четыре заблуждения о биогазовых установках. URL: <http://latifundist.com/blog/read/1223-4-zabluzhdeniya-o-biogazovyh-ustanovkakh>.
6. Что такое «зеленая» экономика? URL: <https://www.greenkaz.org/index.php/informatsiya/zelenaya-economika>.
7. Журнал С.О.К. № 5, 2009.
8. Биогаз в сельском хозяйстве URL: <https://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/intervyu/biogaz-v-selskom-hozjaistve.html>.
9. <http://bioenergycrops.com/blog/2013/02/27/energy-crops-for-biogas/>.
10. Оболенский Н.В., Мартынычев А.В., Вандышева М.С. Способ получения биогаза и удобрения// Карельский научный журнал. – 2015. – № 1 (10). – С. 157-159.
11. Кузнецов В.Н., Панов В.П. Проблемы автоматизированного получения высокопроцентного выхода биогаза и стабилизации осадка в метантенках //Известия Юго-Западного госуд. ун-та. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2014. – № 1. – С. 48-55.
12. Деревни, живущие на энергии ветра, перестают быть редкостью в Германии URL: <https://ria.ru/20110620/390814830.html>.
13. Электроэнергия из биогаза и применение биогазовой технологии URL: <http://biogaz-russia.ru/ehlektroehnergiya-iz-biogaza>.
14. Чудакова О.Г., Бескровный Д.В. Анализ и оценка сточных вод пивоваренного производства.// Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 16. – С. 293-295.
15. Стрелков А.К., Василяк Л.М., Смирнов А.Д. Удаление запахов на предприятиях коммунального хозяйства: опыт различных стран. Журнал «Вода Magazine» [электронный ресурс], 24.07.2020 URL: <https://watermagazine.ru/nauchnye-stati2/novye-stati/24162-udalenie-zapakhov-napredpriyatiyakh-kommunal-nogo-khozyajstva-opyt-razlichnykh-stran.html>.
16. Пономаренко А.М., Власов Д.Ю., Басов Н.С., Новиков С.Н., Кудрявцев Н.Н., Костюченко С.В. Инженерные аспекты организации удаления запахов на очистных сооружениях канализации АО «Мосводоканал». Водоснабжение и санитарная техника. №1 2021. С. 29-35.



## ОБРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКОГО ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ РАСХОДОМ ДО 100 ТЫС М<sup>3</sup>

*Инешина Л.В., студент 4-го курса 11 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Гогина Е.С., доц., к.т.н.*

В современном мире трудно представить любой город, дом и квартиру без канализации и канализационных сетей. Ежедневно каждый человек России (данные СП 32.13330.2012) отправляет в канализацию около 200 литров. К счастью, тенденция положительная и это число уменьшается. Обработка осадка сточных вод представляет собой наиболее сложный и не решенный до конца вопрос.

Если сточные воды после надлежащей очистки вновь возвращаются в кругооборот (в водоем или на повторное использование), то выделенные в процессе очистки осадки постоянно накапливаются, и проблема их размещения и удаления с каждым годом становится все более острой.

Итак, 200 литров в сутки и всё это напрямик по трубам направляется на очистные сооружения. Там сточные воды проходят необходимую очистку. Что-то удаляется механическим путём, например решётками, там задерживается крупный мусор (зачастую, это то, что вообще не должно попадать в канализацию). Сточная вода прошла очистку и возвращается в водоём. А на очистных остается осадок. Что же такое осадок на очистных сооружениях? Сточная вода очищается активным илом. Активный ил – это биоценоз микроорганизмов, способных к осаждению. На всех очистных сооружениях он есть. Так как это микроорганизмы у них есть свой жизненный путь. Он живёт, очищает и через какое-то время погибает. И что дальше? К сожалению, очень малая часть очистных сооружений имеет сооружения по обработке осадка, и просто захоранивает его. В исходном виде осадки представляют собой источник загрязнения окружающей среды. Поэтому необходимо не только обеззараживать и обезвреживать осадки, но и решать вопросы удаления их с территории очистных сооружений и последующей утилизации.

Осадки сточных вод это суспензий минеральных и органических веществ различного состава и происхождения, выделяем в процессе механической, биологической и физико-химической очистки. Осадки труднообезвоживаемые полидисперсные суспензий.

По химическому составу осадки делят на:

- 1) минеральные (песок, глинистые частицы, кислоты, масла, соли и т.п.);
- 2) органические – с зольностью менее 10% (фекалии, бытовые отходы, раст масла и т.п.);
- 3) смеси органических и минеральных веществ, зольность изменяется от 10 до 60%.

В зависимости от технологической схемы очистки сточных вод, можно выделить несколько видов осадков:

- осадок (отбросы) с решеток;
- осадок (песок) из песколовков;
- осадок первичных отстойников;
- активный ил с коагулянтами или флокулянтами;
- смеси осадков и илов.

Уплотнение осадков сточных вод – необходима для уменьшения объёма осадка и является первичной стадией. Самый распространённый способ уплотнения флотационный, который протекает во флотаторе и позволяет при наименьшем объеме сооружения получить наилучший эффект. Перспективно вибрационное уплотнение путем фильтрования осадка сточных вод через фильтрующие перегородки или с помощью погруженных в осадок вибрационных устройств.

Стабилизация осадков необходима для разрушения биологически разлагаемой части органического вещества, для предотвращения загнивая осадка на отрытом воздухе.

Стабилизация или минерализация органического вещества осадка может протекать в анаэробных условиях (метановое брожение) и в аэробных условиях.

Кондиционирование осадков нужно для разрешения коллоидной структуры осадка, чаще всего используют реагенты методы кондиционирования.

Обезвоживание осадков сточных вод предназначено для получения осадка (кека) влажностью 50–80%. Обезвоживание осуществлялось в основном сушкой осадков на иловых площадках. Но не хватка больших пространств земельных участков и загрязнение воздушной среды обусловили разработку и применение механического обезвоживания.

Рассматривая обработку осадка с преобладанием в нём органических веществ, хотелось бы уделить время экологии.

Органические пищевые отходы составляют до 80% объёма мусорного ведра. Кожура и очистки, остатки продуктов – в ведре всё это портиться, пахнет и пачкает. На дальше попадая на полигон всё это превращается в огромный калапс, который над своей поверхностью поднимает огромное облако различных газов, таких как: метан, сероводород, оксиды серы и др. Да и к тому же пространствам свойственно заканчиваться. По данным Greenpeace, установка диспозеров в каждой московской квартире поможет нейтрализовать около двух миллионов тонн пищевых отходов в год. Правда, использовать диспозеры можно не во всех городах, а лишь там, где очистные станции оборудованы метантенками — ёмкостями, в которых осадок после очистки стоков сбраживают и получают из него биогаз. В Московском регионе метантенки уже давно работают на Люберецких и Курьяновских очистных сооружениях, а это значит, что почти для всей старой Москвы (кроме района Южное Бутово и Зеленограда).

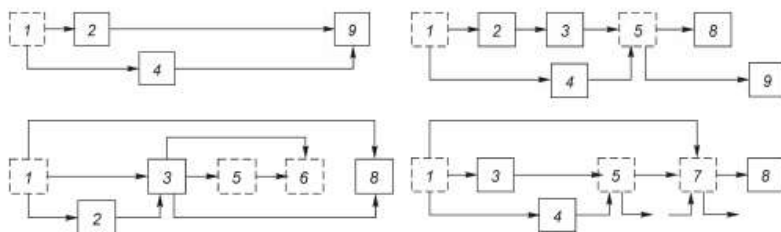
Диспозер появился чуть менее ста лет назад: его изобрёл американский архитектор Джон Хамес в 1927 году. Вскоре он запатентовал устройство и через некоторое время создал компанию «InSinkErator», которая за-

нялась производством измельчителей. Сегодня диспозеры использует примерно половина жителей США.

Диспозер абсолютно безопасен, его диски и тёрки расположены внутри самого корпуса и не смогут навредить человеку.

### Обработка органического осадка

Рассмотрим различные методы обработки органического осадка и выберем наилучший для очистных сооружений расходом до 100 тысяч м<sup>3</sup>. Схема определяется исходя из количества и свойств осадка.



**Рис. 1.** Схема обработки органического осадков сточных вод:

1 – уплотнение, 2 – сбраживание или стабилизация 3 – реагентная обработка, 4 – тепловая обработка, 5 – механическое обезвоживание, 6 – термическая сушка, 7 – сжигание, 8 – утилизация, 9 – сушка на иловых площадках или сброс в шламонакопитель

Рассмотрим осадок с преобладанием органических веществ, так как были установлены диспозеры.

Примем схему: флотационное уплотнение – сбраживание – газгольдеры, так же дополнительно установим аварийные иловые площадки.

Так как расход сточных вод на очистных сооружениях до 100 тысяч м<sup>3</sup>, будем использовать флотационное уплотнение, термофильное сбраживание в метантенке, установим газгольдеры и аварийные иловые площадки.

Обработывая таким методом осадок от очистных сооружений, учитывая большое содержание органических веществ, после сбраживания в метантенке мы получаем такие продукты как удобрение для сельского хозяйства, материалы для строительства дорог и биогаз. Биогаз будет храниться в газгольдерах, и сможет обеспечивать топливом очистные сооружения, тем самым снижая затраты на электроэнергию.

Стоит отметить, что из одной тонны навоза крупного рогатого скота получается 50–65 м<sup>3</sup> биогаза с содержанием метана 60 %, из 1000 кг различных растений – 150– 500 м<sup>3</sup> биогаза с содержанием метана до 70 %. Максимальное количество биогаза – 1300 м<sup>3</sup> с содержанием метана до 87 % – можно получить из тонны жира.

Наилучшей схемой обработки осадка для очистных сооружений расходом до 100 тысяч м<sup>3</sup> является аэробное сбраживание с дальнейшим использованием. А также помимо обработки осадка, нам удалось частично разгрузить свалки, собрать органические отходы с города и получить биогаз.

### Библиографический список

1. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 704 с.
2. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. – Введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 97 с.
3. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика / под ред. В.Н. Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 629 с.
4. Алексеев В.И. Проектирование сооружений переработки и утилизации осадков сточных вод с использованием элементов компьютерных информационных технологий: учебное пособие / В.И. Алексеев, Т.Е. Винокуров, Е.А. Пугачев. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 176 с.
5. Благоразумова А.М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод: учебное пособие. – СПб.: Изд-во Лань, 2014. – 208 с.
6. Обработка и утилизация осадков природных и сточных вод: учебное пособие / В.И. Кичигин, Е.Д. Палагин. – Самара, 2008. – 204 с.
7. Рубчак И.Ю., Сирота М.Н. Сооружения для обработки городских сточных вод. Проектирование, строительство и эксплуатация. – М.: Стройиздат, 1978. – 116 с.
8. Расчет очистных сооружений городской канализации: учеб пособие / Б.Г. Мишуков, Е.А. Соловьева, Ю.С. Захарова. – СПб., СПбГАСУ, 2005. – 175 с.
9. Канализация: учебник для вузов / под ред. С.В. Яковлева. – М.: Стройиздат, 1975. – 632 с.
10. Примеры для расчетов канализационных сооружений: учеб. пособие для вузов / Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И. Калицун. – М.: Стройиздат, 2008. – 255 с.
11. Расчет сооружений биологической очистки сточных вод населенных пунктов: учебное пособие / А.Б. Адельшин [и др.]. – Казань: КГАСУ, 2011. – 93 с.
12. Водоотведение: учебное пособие / Ю.В. Воронов [и др.]. – М.: Изд-во АСВ, 2014. – 416 с.
13. Справочник по очистке природных и сточных вод / Л.Л. Пааль [и др.]. – М.: Высшая школа, 1994. – 336 с.
14. Сайт Greenpeace России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://greenpeace.ru/expert-opinions/2019/01/06/dispouzery-na-kuhne-mogut-snizit-kolichestvo-othodov-na-svalke-pochti-v-desjat-raz/>.

## **ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

*Стрельников А.Д., студент 3-го курса 15 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Хургин Р.Е., доц., к.т.н.*

В недалёком прошлом в проектных бюро существовал ряд проблем, выражающихся в следующих проявлениях: долгое сопоставление планов и разных видов, трудное взаимодействие смежных отделов и человеческий фактор при составлении спецификаций. Последние 30 лет в проектировании нишу визуализации занимала программа AutoCAD. Но на смену 2D пространству с развитием BIM-технологий приходит 3D модель: AutoCAD отдаёт своё превалирующее положение Программе Revit Autodesk. В последнее время с поразительными темпами набирает популярность у проектировщиков и заказчиков - выполнение рабочих чертежей у одних и желание улучшить восприятие и визуальное понимание этих же самых чертежей у других, что вызвано возрастанием доступности соответствующих программ и если речь идет о внутренних системах, его преимущества, в сравнении с AutoCAD, неоспоримы:

1) При создании модели, любые внесенные в модель изменения, например, сдвиг труб или оборудования, отразятся и на всех видах, потому как мы работаем с цельной 3D моделью, а виды – лишь разные точки взглядов на эту модель, в то время как в AutoCAD, изменяя что-то на одном виде или плане, нужно вносить изменения и на другие, что может повлечь ошибку из-за человеческого фактора. Кроме того, визуализация позволяет оценить удобство монтажа и эксплуатации.

2) Удобство работы со смежными отделами: в Revit есть возможность узнать, есть ли какие-то пересечения между оборудованием или трубами. Например, мы проложим трубу насквозь воздуховода, о чем нам подскажет Revit, и мы сможем принять меры по устранению проблемы, связавшись со специалистами из смежного отдела или просто обогнув воздуховод, а, может, нужно будет связаться с архитекторами, так как там может быть очень ограниченное пространство.

3) Синхронизация: Система синхронного взаимодействия позволяет работать специалистам не только внутри своего отдела, но и со всеми смежниками вместе: изменения, которые я вношу в проект, отразятся и у других коллег, который могут работать в этой же модели, что и я, но разрабатывая другой раздел. Таким образом, время на согласование и сопоставление информации уменьшается в разы, не говоря уже о том, что становится наглядно видно местоположение элемента и возможность доступа к нему при монтаже и эксплуатации, ибо зачастую этот момент упускается проектировщиками, особенно малоопытными. От коллег требуется лишь нажать необходимую кнопку и их наработки отразятся в общем пространстве модели.

4) Спецификация: Спецификация элементов сети выполняется в Revit и в ряде компаний является обязательным, однако на данный момент имеет место быть ситуация при которой в модели не отображается арматурная обвязка, потому что являются элементом семейства (например отопительный прибор или элемент сантехники), что пока не может учитываться программно. В силу этого приходится некоторые группы элементов учитывать вручную. Но в обозримом будущем вероятнее всего данная ситуация постепенно исправится, благодаря развитию программного обеспечения.

Однако юрисдикция Revit не безгранична, что затрагивает ряд аспектов:

1) Расчёты, которые предусмотрены функционалом для определения (потерь давления, скорости и т.д.) не используются проектировщиками, по причине неточности и весьма страной методики расчётов и всё-таки Excel имеет свой вес и закрывает нишу вычислительных операций.

2) Принципиальные схемы всё ещё остаются в сфере влияния AutoCAD, потому как присущая детальность и дотошность исполнения не имеют превалирующего значения на ст.П, что позволяет в схематичном виде выполнять эту часть проекта.

В тоже время наиболее крупные строительный компании создают своими силами плагины- так называемые надстройки, которые позволяют упростить ряд процессов. Например, существует плагин, который ищет разного рода коллизии в модели - будь то пересечение труб с воздуховодами или нарушение целостности модели труб (разрыв или осевое несовпадение).

Также стоит отметить границы применения данной программы:

В наружных сетях Revit не используется по причине нецелесообразности: излишняя точность не оправдывается трудозатратами, в данном контексте допустимо использовать AutoCAD и иные программы. Этот же аспект можно отнести и к профилю дворовой сети.

Однако в завершении моего небольшого экскурса хочется отметить одну немаловажную деталь: вопреки распространённому мнению Revit не сложен. Отнюдь - создаваемая визуализация намного упрощает работу и восприятие для проектировщика и всех взаимосвязанных специалистов. Но, эта положительная сторона требует большой проработки элементов и в сопоставление трудозатрат на аналогичный проект в AutoCAD во временном эквиваленте всё-таки имеет увеличенные показатели во время проектирования.

В качестве вывода можно лишь подытожить, что нынешний век цифровой эпохи быстрым темпом упрощает немалое количество простых операций: ускоряется процесс проектирования, уменьшается пагубное влияние человеческого фактора и проявляется возможность на стадии проектирования осознать – достаточно ли будет пространства для монтажа и эксплуатации систем.

## Библиографический список

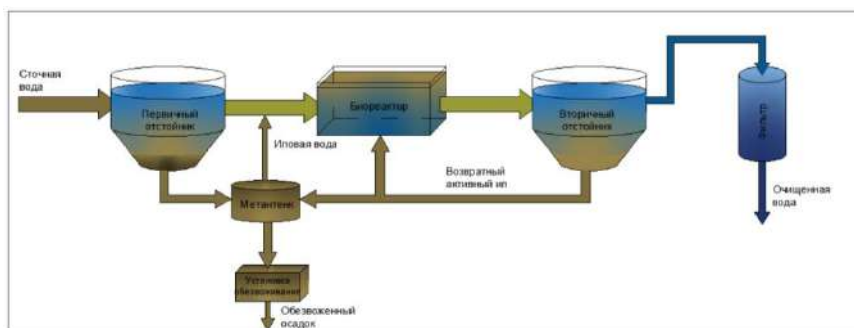
1. Сайт компании Autodesk [Электронный ресурс].- М.: Autodesk.Inc,- Режим доступа:<https://www.autodesk.ru/>, свободный.
2. СП 30.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\* Внутренний водопровод и канализация зданий.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПУТЕМ ВЫДЕЛЕНИЯ АММОНИЯ ИЗ ИЛОВОЙ ВОДЫ ПОСЛЕ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКА ИЗ МЕТАНТЕНКОВ

*Толдиев А.А., студент магистратуры 2 курса 5 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Первов А.Г., проф., д.т.н.*

В ряде отраслей промышленности (дрожжевая, крахмало-паточная, свиноводство и др.), а также после обезвоживания сброженного в метантенках осадка городских сточных вод образуются сточные воды (иловая вода), содержащие аммоний-ион в концентрациях 500-2500 мг/л, в присутствии растворенных и взвешенных органических веществ в концентрациях 1000-5000 мг ХПК/л. Очистка производственных сточных вод такого состава представляет очень большие трудности, т.к. применение процесса нитри-денитрификации при таких концентрациях азота сопряжено не только с высокими энергозатратами, но и с труднопреодолимыми технологическими проблемами. Подача иловой воды от обезвоживания осадка на вход городских очистных сооружений биологической очистки формирует значительный рецикл азота и чрезвычайно затрудняет его удаление до нормативных показателей.

На рис. 1 показана традиционно используемая схема биологической очистки и все необходимые процессы и сооружения для очистки иловых вод и обработки осадка. Представлен новый подход к удалению биогенных загрязнений азотной группы и других растворенных загрязняющих воду веществ с использованием метода обратного осмоса (далее - ОО). Известно, что метод ОО является чрезвычайно эффективным при удалении из воды растворенных органических и неорганических загрязнений и успешно применяется как для очистки природных, так и сточных вод.



**Рис. 1.** Схема классической биологической очистки сточных вод

Таким образом, в работе предлагается новая технология, позволяющая с помощью мембран обратного осмоса и нанофильтрации разделять сточные воды подобного состава на поток концентрата солей аммония (с кон-



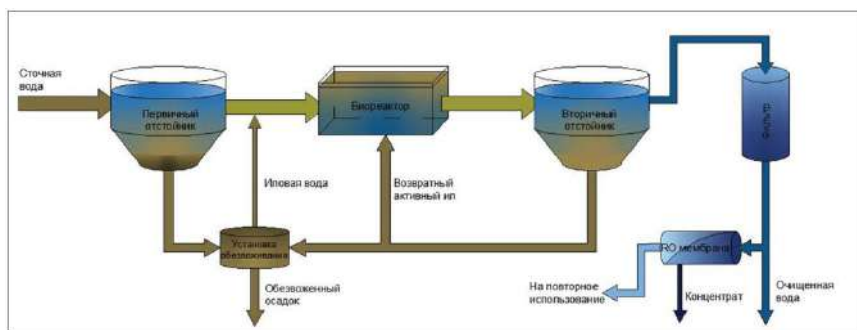
центрацией аммония 25-30 тыс. мг/л), составляющего не более 5% всей обрабатываемой воды и поток органосодержащей сточной воды с содержанием солей аммония 25-50 мг/л и общим солесодержанием до 500 мг/л.

При смешении иловой воды с исходной концентрация аммонийных солей в ней может возрасти в 3-4 раза. Это требует дополнительных затрат на совершенствование систем биологической очистки. Для эффективного удаления аммония требуется совершенствование систем биологической очистки и существенное увеличение их стоимости. Среди новых разработок в области биологической очистки следует отметить технологию мембранных биореакторов (МБР), реакторы с нитрификацией и др.

Использование метантенков - тоже серьезная проблема: ведь в иловой воде после обезвоживания осадка из метантенков содержится практически весь аммоний, удаленный илом. Потому, когда иловая вода направляется обратно на вход в установку биологической очистки, нагрузка на ил возрастает в два раза, а то создает проблему очистки.

Эффективно использовать метод обратного осмоса для доочистки биологически очищенных сточных вод, это решает проблему аммония. И иловую воду тоже можно обработать методом обратного осмоса, чтобы удалить аммоний из иловой воды, возвращающейся на вход в установку.

В последнее время установки обратного осмоса эффективно используются для доочистки биологически очищенных сточных вод для их повторного использования в технологических целях. На рис. 2 показана технологическая схема обработки сточной воды с применением обратноосмотической установки. Основным недостатком применения ОО в схемах очистки сточных вод является наличие потока концентрата, который не может быть сброшен куда-либо без предварительной обработки, поскольку содержит в сконцентрированном виде все удаленные из воды загрязнения, включая азот и фосфор.



**Рис. 2.** Технологическая схема доочистки биологически очищенной сточной воды с применением обратного осмоса

В новой технологии, представленной в настоящей статье, предлагается метод обработки и утилизации концентрата обратноосмотической установ-

ки, суть которого заключается в снижении его объема до 1% от общего объема обрабатываемого стока, после чего концентрат смешивают с влажным осадком удаляют вместе с ним.

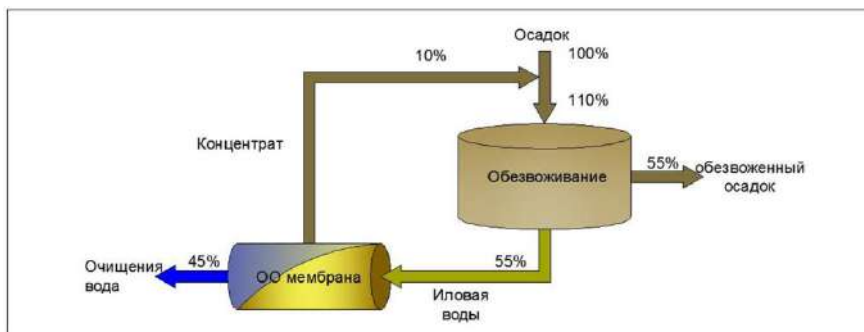
Традиционно при биологической очистке сточных вод образуется осадок избыточного активного ила. На крупных установках биологической очистки используют анаэробное сбраживание осадка сточных вод в метантенках. Бесспорным преимуществом этого процесса является получение биогаза (метана), используемого для производства тепла. Однако, во время заключительной стадии обезвоживания осадка образуется иловая вода, имеющая высокую минерализацию.

Представлена технологическая схема разделения иловой воды с применением ступенчатого «каскада» мембран с различной селективностью. Расход электроэнергии составляет 2 кВт·ч/м<sup>3</sup>, при этом себестоимость получения концентрата солей аммония составляет менее 30 руб./м<sup>3</sup>. Поток сточной воды, содержащий органические загрязнения, поступает на вход в установку биологической очистки, а концентрат солей аммония (смесь хлоридов и сульфатов) может быть утилизирован в качестве жидкого местного удобрения для подкормки, в том числе в тепличных хозяйствах, либо передан в качестве сырья на производство удобрений, либо высушен до порошкообразного состояния и реализован по ТУ как минеральное удобрение.

Как показывают результаты многолетних исследований, содержащиеся в спиртовой барде, фильтрате ТБО и сброженном осадке из метантенков органические вещества - продукты разложения - очень слабо контактируют с поверхностью мембран, что практически исключает образование на мембранах органических осадков. Предочистка иловой воды перед установками обратного осмоса состоит в удалении из нее взвешенных веществ, которое традиционно решается с применением микрофильтров или ультрафильтрационных мембран.

На рис. 3 показана блок-схема очистки иловой воды с применением установки обратного осмоса. Установка работает в режиме циркуляции. После обезвоживания осадка иловая вода поступает на обработку методом обратного осмоса. Фильтрат установки обратного осмоса, составляющий 75-90 процентов от объема иловой воды, представляет собой очищенную воду высокого качества, которая может быть добавлена к биологически очищенной воде или использована для технологических нужд. Объем концентрата, содержащего все удаленные мембраной загрязнения, включая соли аммония, составляет 10-25 процентов от объема иловой воды.

Концентрат установки обратного осмоса смешивается со свежим осадком, поступающим на обезвоживание. Таким образом, при работе установки в режиме циркуляции весь аммоний, содержащийся в иловой воде, остается в воде, составляющей влажность обезвоженного осадка, и отводится вместе с осадком. А очищенная от аммония вода смешивается с биологически очищенной водой. Стоимость системы обратного осмоса для обработки иловой воды значительно ниже, чем стоимость оборудования для снижения содержания аммония в существующей схеме биологической очистки.



**Рис. 3.** Принципиальная схема применения установки обратного осмоса для обработки иловой воды после обезвоживания осадка

С повышением значений ХПК и общего солесодержания иловой воды затраты на обработку и получение концентрата увеличиваются.

Очистка сточных вод от органических загрязнений, отделенных от аммонийного азота, требует многократно меньшего объема аэротенков и технологически гораздо проще и дешевле. Применение предлагаемой технологии направлено на гарантированную очистку сточных вод до требуемых нормативов и рекуперацию ценного удобрительного сырья. Например, на городских очистных сооружениях производительностью 100 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, оснащенных метантенками, можно ежегодно выделять для последующей утилизации 150-200 т азота, что эквивалентно 700-950 т товарного удобрения сульфата аммония, которого достаточно для поддержания оптимального плодородия на 1500 – 3000 га сельскохозяйственных угодий.

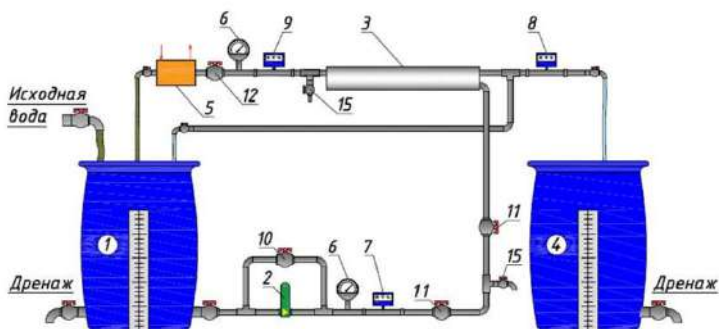
Показанная на рис. 4 установка использовалась для исследований. Установка состоит из баков, насоса и мембранного элемента. В установке обратного осмоса вода разделяется на два потока: фильтрат (пермеат, прошедшая через мембраны вода) и концентрат. В баке находится исходная вода, в нее направляется концентрат. А фильтрат собирается в бак 4. Таким образом, в процессе работы установки исходная вода в баке концентрируется. На графиках видно, что при использовании нанофильтрационных мембран органические вещества, образующие ХПК, лучше концентрируются, чем ионы аммония и хлорид-ионы.

Рисунки показывают результаты экспериментов, которые позволяют разделить раствор (иловую воду после обезвоживания) на два раствора: раствор органических веществ (ХПК) и раствор хлорида аммония.

Мы начинаем концентрировать раствор (иловую воду) и строим зависимости содержания ХПК, аммония, хлоридов - в концентрате и фильтрате. Как видно, производительность мембран быстро падает (кривая 1 на третьем рисунке).

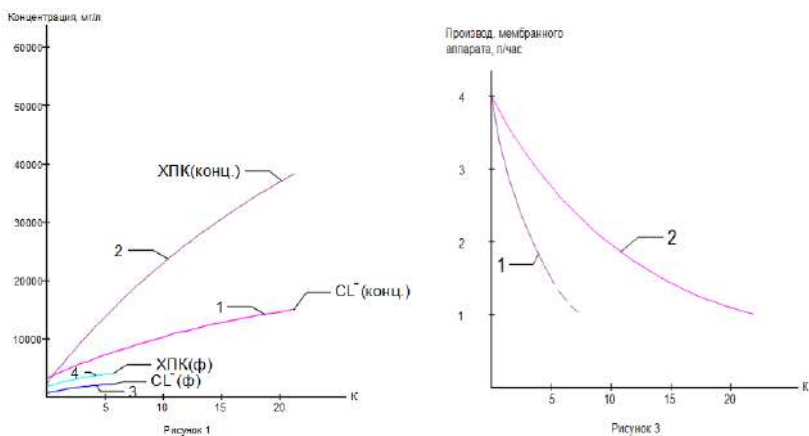
Поэтому придумали хитрый ход: сконцентрировав в 10 раз, разбавляем концентрат чистой водой и опять проводим опыт с концентрированием:

солей в исходном растворе стало меньше, поэтому вода легко концентрируется в 20-40 раз, органика задерживается, а половина солей проскакивает через мембраны. Получив концентрат с органикой, опять разбавляем в 5 раз и концентрируем в 40-50 раз. Получаем крепкий органический раствор с ХПК 70000 мг/л. Собираем фильтрат после экспериментов и концентрируем его до достижения величины общего солевого содержания 80 000 мг/л. Таким образом, мы разделяем иловую воду на 3 части: чистая вода (96-98 %), концентрат органических веществ (ХПК 70000 мг/л) 1-2 % от общего расхода; солевой раствор смеси хлорида кальция и хлорида аммония (80000 мг/л), 1-2 % от общего расхода. Это видно на последнем графике.

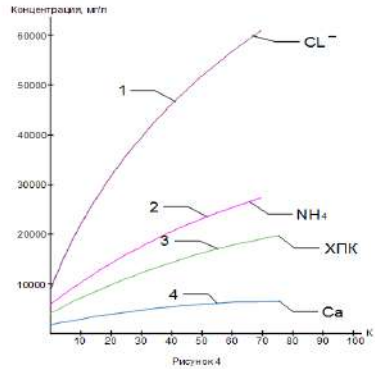
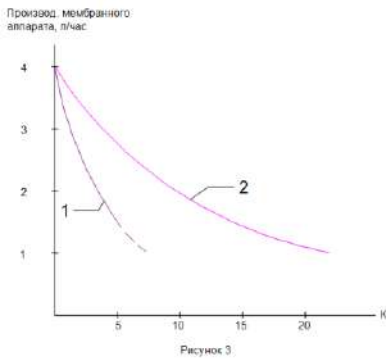


1 - бак исходной воды; 2 - насос; 3 - мембранный модуль;  
 4 - бак очищенной воды; 5 - теплообменник; 6 - манометр; 7 - расходомер;  
 8 - расходомер; 9 - расходомер концентрата;  
 10 - регулировочный клапан байпаса; 11 - регулирующий клапан исходной воды;  
 12 - регулирующий клапан; 13 - клапан регулировки охлаждающей воды;

**Рис. 4.** Схема экспериментальной мембранной установки



**Рис. 5.** Результаты экспериментов



**Рис. 6.** Результаты экспериментов

Концентрированный раствор ХПК можно подавать на вход в установку биологической очистки, а с применением нанофильтрационных мембран концентрация хлорида аммония может быть доведена до 80-100 граммов на литр. Концентрированный раствор хлорида аммония может быть направлен на завод удобрений, на выпарку и кристаллизацию. Объем раствора составляет 1-1,5 процента от расхода иловой воды.

Таким образом, новая схема очистки сточных вод может представлять биологическую очистку, усовершенствованную системами обратного осмоса: на выходе и воды из метантенков. Доочистка сточных вод методом обратного осмоса разрабатывается на кафедре ВиВ. Результаты проведенных исследований показывают высокую эффективность применения метода обратного осмоса при удалении аммония и других загрязнений, образующихся при анаэробной стабилизации осадка сточных вод, что может обеспечить эффективную работу сооружений биологической очистки при существенном сокращении капитальных и эксплуатационных затрат.

Разработанная технология обратного осмоса для доочистки сточных вод и для обработки иловой воды после обезвоживания сброженного осадка позволяет утилизировать концентрат, уменьшая его объем до величины, не превышающей 1 % о объема исходной воды. Концентрат установок обратного осмоса может быть использован при производстве удобрений или смешиваться с направляемым на обезвоживание осадком для его последующей утилизации.

Затраты на строительство и эксплуатацию систем обратного осмоса при модернизации крупных сооружений очистки бытовых сточных вод оказываются существенно меньше затрат по созданию дополнительных сооружений биологической очистки.

#### Библиографический список

1. Gagliardu P., Aghan S. Water reclamation with membrane bioreactors: Proc. of the conf.on Membranes. Paris, October 2000// Desalination Publications. L'Aquila, Italy 2000.V.2, p. 105-112.

2. Del Pino M.P. Wastewater reuse through dual-membrane processes: opportunities for sustainable water resources. *Desalination*, 1999. V.124.
3. Mark Wilf. *The Guidebook to membrane for wastewater reclamation*. Balaban Desalination Publications, 2010, V.788.
4. Первов А. Г., Андрианов А. П. Применение мембран для очистки сточных вод с целью их рециркуляции и повторного использования: новые соображения по снижению загрязнения и рекуперации до 99%., *Опреснение и очистка воды*, 35 (2011), 2-9.
5. Первов А.Г. Осаждение карбоната кальция в обратноосмотическом ретентатном потоке с помощью посевных методик - инструмент для повышения регенерации. *Опреснение воды*, 368 (2015), с. 140 - 151.
6. Первов А.Г. Применение обратного осмоса для очистки и повторного использования нефтехимических сточных вод. Всемирный конгресс Международной Ассоциации опреснения воды-Сан-Паулу, Бразилия. REF: IDA17WC-57868 \_ Pervov (2017).

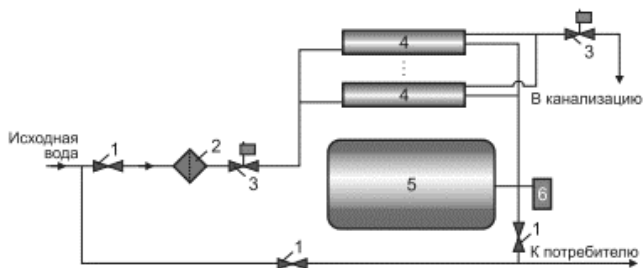
## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ТЕПЛОСЕТЕЙ

*Абалихина Н.А., студент магистратуры 1-го курса 5 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Первов А.Г., проф., д.т.н.*

В жилых домах и городских кварталах желательно устанавливать автономные системы водоснабжения и теплоснабжения, чтобы не зависеть от централизованного. Помимо снабжения населения питьевой водой высокого качества очень важным требованием для обеспечения комфортных условий жизни является поступление чистой воды для хозяйственно-бытовых потребностей. Но в отличие от питьевой, горячая вода сутками циркулирует через систему и вследствие коррозионных процессов в водопроводных трубах набирает железо. В результате этого в поступающей воде образуются взвешенные коллоидные вещества, представленные окислами и ржавчиной (в наибольшей степени при авариях и нарушении бесперебойной подачи воды). Кроме того, по причине загрязнения, происходящего в водах, в воде могут содержаться бактерии.

При взаимодействии железа, содержащегося в поступающей воде, с кислородом происходит его окисление с выпадением осадка. В свою очередь, осадки задерживаются в трубопроводах, а затем выводятся к потребителям. Исходя из этого, классические системы водоподготовки (системы обратного осмоса) не всегда могут быть эффективны, поэтому требуется решать вопросы, связанные с дополнительной очисткой воды.

Один из самых действенных способов решения данной проблемы – это установка систем доочистки воды, которые разработаны на основе метода ультрафильтрации. Схема и внешний вид установки показаны на рис. 1 и рис. 2 соответственно.



**Рис. 1.** Технологическая схема ультрафильтрационной установки:

1 – шаровые краны для врезки в водопровод; 2 – сетчатый фильтр; 3 – магнитный клапан; 4 – ультрафильтрационные аппараты; 5 – напорный бак; 6 – реле давления



**Рис. 2.** Установки ультраfiltrации для очистки горячей и холодной воды в жилых зданиях

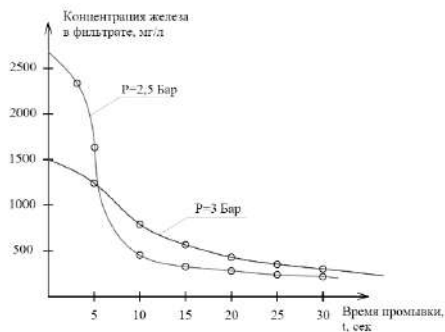
Установки ультраfiltrации служат для более глубокого очищения воды от коллоидного железа, бактерий и вирусов. Поэтому в последние годы они поступили на замену механических фильтров, которые не только имеют менее эффективные параметры очистки, но также значительно большие габариты и массу.

В основе принципа работы установки ультраfiltrации лежит метод фильтрования воды через ультраfiltrационную мембрану, который осуществляется при низком давлении (0,5-2 Бар). Длительность фильтроцикла зависит от количества железа в исходной воде и составляет от 10 до 30 минут. После окончания фильтроцикла следует цикл промывки. При этом очищенная (прошедшая через мембрану) вода подается в аппарат в тракт фильтрата под давлением и "обратным током". Промывная вода проходит через мембрану, разрушает осадок и выносит его в канализацию. Обратная промывка длится 20-40 секунд. Промывная вода сбрасывается в канализацию. Включение и выключение циклов промывки производится с применением магнитных клапанов и реле времени. В процессе фильтроцикла падает производительность мембран из-за образования на них рыхлого осадка. Таким образом установка ультраfiltrации работает, как самопромывной фильтр.

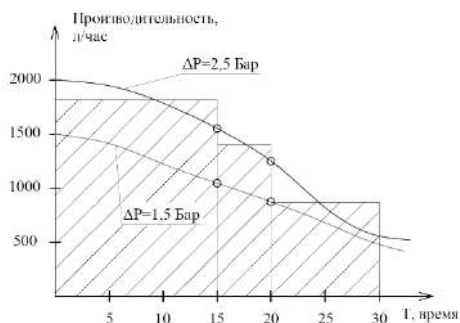
Для того чтобы установка работала с наибольшей производительностью, исследуется использование оптимального режима, позволяющее получить максимальное полезное количество очищенной воды. Исходя из этого, нам надо подобрать оптимальное время фильтроцикла, оптимальную продолжительность промывки и давление, таким образом, чтобы за час работы получить максимальное значение очищенной воды.

Пути решения показаны на графиках:

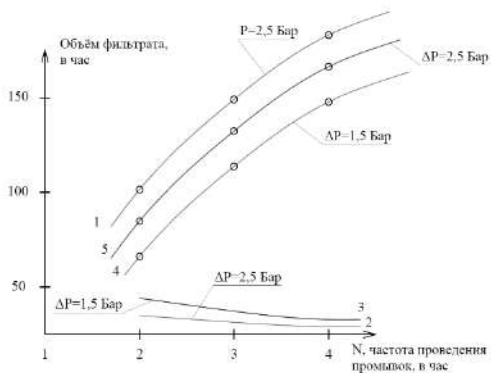




**Рис. 3.** График изменения концентраций железа в пробах промывной воды в зависимости от времени промывки



**Рис. 4.** График изменения производительности установки в течение фильтроцикла

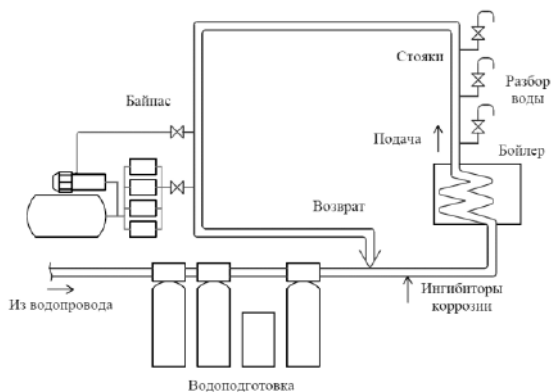


**Рис. 5.** График определения оптимального режима работы установки: 1 – полученный объем фильтрата в час при рабочем давлении  $P = 2,5$  Бар; 2 – объем промывной воды при давлении промывки  $\Delta P = 2,5$  Бар; 3 – объем промывной воды при давлении промывки  $\Delta P = 1,5$  Бар; 4 – общий «полезный» объем фильтрата при  $\Delta P = 1,5$  Бар; 5 – общий «полезный» объем фильтрата при  $\Delta P = 2,5$  Бар

В зависимости от частоты промывок (количества промывок в час) построены графики зависимостей количества использованной воды от частоты. Из количества очищенной воды вычитаем количество воды, пошедшей на промывку, и получаем результирующую кривую.

Ещё одним решением проблемы удаления из воды коллоидного железа может являться применение системы «байпасной» очистки. Эта система используется для очистки циркулирующей воды в промышленной сфере, включая ТЭЦ и АЭС. Из-за постоянного накопления в циркуляционных контурах загрязнений в виде железа, радионуклидов и т.д. при «байпасной» очистке их непрерывно выводят из циркулирующей воды путем пропуска части воды через специальные фильтры.

Схема работы установки показана на рис. 6.



**Рис. 6.** Схема удаления железа с помощью системы «байпасной» очистки

Примерное количество железа, которое образуется в сутки в циркулирующей воде:

$$M_{\text{Fe}} = C_{\text{Fe}} \cdot Q_{\text{ц,общ}} \quad (1)$$

где  $C_{\text{Fe}}$  — концентрация железа, образующегося в сутки в  $1 \text{ м}^3$  циркулирующей воды, мг/л ( $\text{г}/\text{м}^3$ );  $Q_{\text{ц,общ}}$  — общее количество циркулирующей воды в системе,  $\text{м}^3$ .

Суточный расход горячей воды со средним за год водопотреблением определяется по формуле:

$$Q_{\text{max}} = \frac{\sum_1^m q_{\text{m,u,i}}^{\text{h}} \cdot U_i}{1000}, \quad (2)$$

где  $q_{\text{m,u,i}}^{\text{h}}$  — норма расхода горячей воды водопотребителем в сутки, л.  $m$  — количество групп водопотребителей;  $U_i$  — число водопотребителей.

Полученное количество очищенной воды добавляется в качестве "подпитки". Поэтому в течение дня подпиточная чистая вода полностью вытесняет из системы воду с железом.

Производительность установки при удалении из воды железа вычисляем по формуле:

$$P = \frac{m}{C_{Fe}}, \quad (3)$$

где  $m$  – количество железа, г, задерживаемое фильтром в течение часа работы;

На каждом циркуляционном стояке следует установить систему непрерывной очистки методом ультрафильтрации. Ультрафильтрационные мембраны имеют размер пор порядка 0,01 микрона, поэтому они способны задерживать даже самые мелкие частицы.

«Байпасная» очистка осуществляется путём монтажа на стояке патрубков, служащих для отвода и ввода воды. Очищаемая вода по распределительной системе поступает в мембранные аппараты, затем происходит фильтрация через мембраны и последующий сбор в напорном баке-гидроаккумуляторе. Оттуда обработанная вода поднимается насосом в стояк под давлением в пределах 4-6 бар. Далее происходит обратная промывка, в процессе которой доступ для исходной воды перекрывается с помощью магнитного клапана 1, работа насоса также прекращается. После открытия магнитного клапана 2 промывная вода поступает в канализацию.

По окончании промывки магнитные клапаны возвращаются в начальное положение, а вода после прохождения мембран снова собирается в баке-гидроаккумуляторе и, когда достигается требуемое давление, включает насос. Требуемое давление заранее выставляется с помощью реле давления, которое отвечает за включение и отключение насоса.

#### Библиографический список

1. Первов А. Г. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация / Монография: - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 232 с.

2. Первов А. Г., Андрианов А. П., Спицов Д. В., Рудакова Л.В. Новые технологии и аппараты на основе методов ультра- и нанофильтрации для систем водоснабжения и теплоснабжения // Журнал «Водоснабжение и сан. техника» №7, 2009. С. 12–19.

3. А.Г. Первов, А.П. Андрианов. Метод ультрафильтрации в современном водоснабжении проблемы и перспективы. Журнал «Сантехника» №5, 2006.

4. Сайт компании Промводснаб  
<https://promvodsnab.ru/blog/ultrafiltratsionnyye-apparaty-kompanii-rayfil-uluchshyeniye-kachyestva-vody-iz-gorodskogo-vodoprovoda/>.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОКЛАДКИ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

*Пушкарёв А.О., студент 4-го курса 10 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Спицов Д.В., директор ИИЭСМ, к.т.н.*

К местам с особыми климатическими условиями относят территории, пребывание на которых оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека. К таким территориям согласно относят: зону холодного климата; пустынно - песчаные районы; высокогорные районы.

Работа по прокладке сетей водоснабжения и водоотведения в таких условиях регламентируется рядом документов: [1] в главе 16 описаны требования к системам водоснабжения; [2] главе 12 для систем водоотведения; [3] в ст. 148 и ст. 315 указаны государственные гарантии по оплате труда.

Климатические условия России довольно разнообразны. На большей части территории преобладает субарктический климат и умеренный континентальный климат, а на севере распространен арктический климат. Эти климатические условия характеризуются коротким летом и очень суровой зимой, что обуславливает избыточное увлажнение, недостаток тепла, распространение многолетней мерзлоты.

Согласно [1], в зависимости от изменения физико-механических свойств мерзлых грунтов при оттаивании, температурных режимов трубопроводов и грунтов по трассе, а также температурного режима оснований зданий и сооружений, расположенных вблизи трубопроводов, надлежит принимать один из двух принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований, согласно [4]:

принцип I – вечномерзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего заданного периода эксплуатации (применяется, когда грунты характеризуются значительными осадками при оттаивании, и оттаивание грунтов вокруг трубопровода влияет на устойчивость расположенных вблизи зданий и сооружений, строящихся с сохранением основания в мерзлом состоянии);

принцип II – вечномерзлые грунты основания используются в оттаивающем и оттаявшем состоянии (применяется, когда грунты характеризуются незначительными осадками на всю расчетную глубину оттаивания; здания и сооружения по трассе трубопроводов расположены на значительном расстоянии от трубопроводов или строящихся с допущением оттаивания вечномерзлых грунтов в их основаниях).

Выбор способа прокладки сетей должен производиться с учетом: предохранения трубопроводов от замерзания; защиты многолетнемерзлых грунтов оснований от воздействия на них воды при авариях на трубопроводах; организации контроля за тепловым режимом водоводов и сетей. При размещении сетей на плане следует: максимально совмещать инженерные коммуникации; снижать число подключений к сети за счет объединения вводов нескольких зданий; минимизировать протяженность сетей.

Согласно [2], надлежит проектировать неполную раздельную (с поверхностным отведением дождевых вод) систему канализации, при этом предусматривать максимально возможное совместное отведение бытовых и производственных сточных вод. Прокладка сетей канализации совместно с сетями хозяйственно-питьевого водопровода допускается только в том случае, когда под канализационные трубы выделен отдельный отсек канала, обеспечивающий отвод сточных вод в аварийный период.

При трассировке сетей канализации надлежит по возможности предусматривать присоединение объектов с постоянным выпуском сточных вод к начальным участкам сети. На выпусках из зданий следует предусматривать комбинированную изоляцию труб (теплоаккумулирующую и тепловою). Расстояние от центра смотровых колодцев до зданий и сооружений, возводимых по первому принципу строительства, необходимо принимать не менее 10 м.

Для предохранения от замерзания трубопроводов канализации следует предусматривать: дополнительный сброс в сеть канализации теплой воды; сопровождение участков трубопроводов, в наибольшей степени подверженных опасности замерзания, греющим кабелем или теплопроводом. Согласно [5], устройство открытых лотков в колодцах на сетях канализации не допускается; для прочистки труб следует предусматривать ревизии (см. рис. 1).

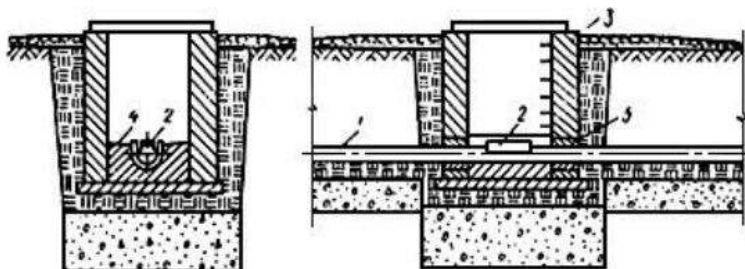
Преимущество отдается наземной и надземной (см. рис. 2) прокладке и только в случаях, когда она не допустима используют подземную прокладку трубопроводов (см. рис. 3). Подземную бесканальную прокладку следует принимать на основании теплотехнических расчетов, с учетом того, что в летний период зона протаивания грунта вокруг трубы не должна влиять на устойчивость оснований трубопроводов и устойчивость зданий.

При проектировании трубопроводов водоснабжения для предохранения транспортируемой воды от замерзания предусматриваются: подогрев воды; непрерывная циркуляция; повышение гидродинамического трения в трубопроводах; установка автоматических выпусков воды. Подогрев трубопроводов следует предусматривать с помощью теплового сопровождения или греющего электрокабеля. Греющий кабель при подземной бесканальной прокладке следует располагать над трубопроводом.

Подогрев трубопроводов предусматривается с помощью теплового сопровождения или греющего электрокабеля (см. рис. 4). Греющий кабель при подземной бесканальной прокладке следует располагать над трубопроводом. Устанавливается автоматический контроль за температурой воды в начале и в конце водовода, на промежуточных станциях подогрева воды, в резервуарах и других сооружениях, а также на участках сети, наиболее опасных в отношении замерзания, при этом передача показаний передается диспетчерский пункт. Диаметр труб на вводах в здания должен быть не менее 50 мм.

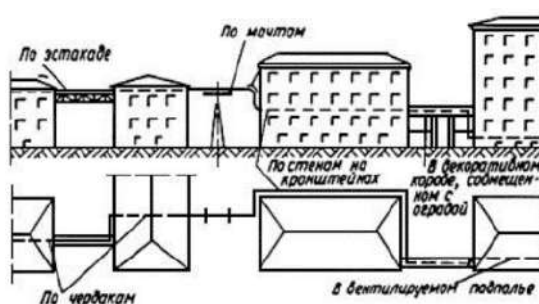
Непрерывная циркуляция воды в трубопроводах обеспечивается: подключением крупных потребителей воды к концевым участкам тупиковой

сети; принятием схемы водопроводных кольцевых сетей, замкнутых на циркуляционных насосных станциях, совмещенных в необходимых случаях с пунктами подогрева воды; сбросом воды на конечном участке тупиковой сети; применением минимального числа колец сети, вытянутых по направлению основного потока воды к крупному потребителю; организацией непрерывного контроля за расходом воды в водоводах и сетях.

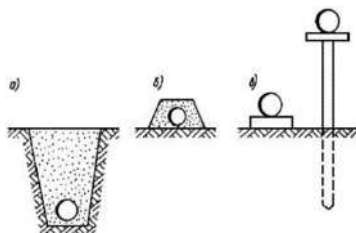


**Рис. 1.** Смотровой колодец на сети канализации, оборудованный закрытой ревизией с клиновым уплотнением крышки:

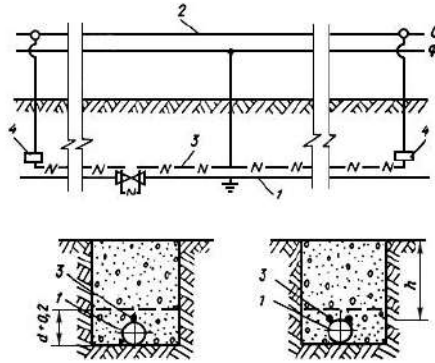
1 – труба; 2 – ревизия; 3 – колодец; 4 – дно колодца (бетон);  
5 – эластичное уплотнение



**Рис. 2.** Схемы надземных прокладок трубопроводов по мачтам, эстакадам, оградкам и строительным конструкциям зданий



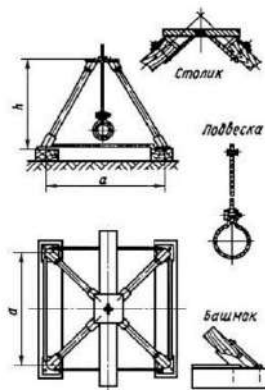
**Рис. 3.** Способы прокладки трубопроводов:  
а – подземная; б – наземная; в – надземная



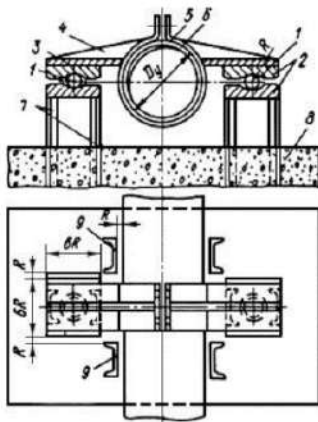
**Рис. 4.** Схема оборудования водопровода греющим кабелем.  
 1 – водопровод; 2 – питающая электросеть; 3 – греющий электрокабель;  
 4 – терморегулятор

При проектировании систем водоснабжения в районах с сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов, согласно [2] количество линий водоводов должно быть не менее двух. Количество переключений следует назначать, исходя из условия возникновения на водоводах двух аварий, общую подачу воды на хозяйственно-питьевые нужды допускается снижать не более чем на 30% расчетного расхода.

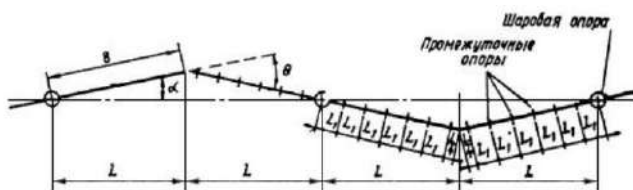
Согласно [5] В сейсмических районах рекомендуется надземная прокладка трубопроводов. При прокладке трубопроводов "змейкой" должны применяться подвесные, скользяще-подвесные и шаровые опоры (см. рис. 5, 6, 7). Подвесную прокладку трубопроводов "змейкой" следует предусматривать на четырехстоечных опорах (см. рис. 5), при этом устройства неподвижных опор не требуется.



**Рис. 5.** Металлодеревянная подвесная опора

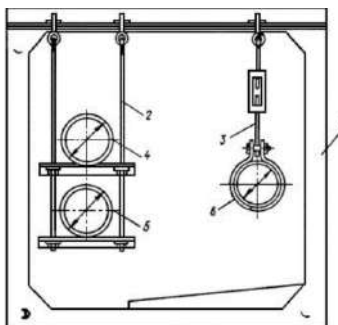


**Рис. 6.** Конструкция шаровой опоры



**Рис. 7.** Прокладка трубопровода на шаровых и скользящих опорах

В населенных пунктах и на площадках промышленных предприятий рекомендуется совмещенная прокладка коммуникаций в каналах с подвеской труб (см. рис. 8), конструкция которой должна предусматривать регулировку высотного положения трубопроводов.



**Рис. 8.** Прокладка трубопроводов на подвесках в канале:

1 – железобетонный канал; 2, 3 – подвески с устройством для регулирования высотного положения; 4, 5, 6 – трубопроводы



Для повышения надежности водоснабжения в сейсмических районах, по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы, необходимо предусматривать возможность соединения отдельных сетей хозяйственно-питьевого и производственного водопроводов, а также возможность подачи неочищенной обеззараженной воды в сеть хозяйственно-питьевого водопровода.

При выборе схем канализации следует предусматривать децентрализованное размещение канализационных сооружений, а также следует принимать разделение технологических элементов очистных сооружений на отдельные секции. Для предохранения территории канализуемого объекта от затопления сточными водами, а также загрязнения подземных вод и открытых водоемов (водотоков) при аварии необходимо устраивать перепуски (под напором) от сети в другие сети или аварийные резервуары без сброса в водные объекты. Компенсационные способности стыков необходимо обеспечивать применением гибких стыковых соединений, муфтовых или раструбных соединений, определяемых расчетом.

#### Библиографический список

1. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\* (с Изменениями N 1-5).
2. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85 (с Изменением N 1).
3. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 29.12.2020).
4. СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 (с Изменениями N 1-4).
5. СН 510-78 Инструкция по проектированию сетей водоснабжения и канализации для районов распространения вечномерзлых грунтов.
6. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\* (с Изменением N 1).
7. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. М., 2003.

## ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ОТ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ

*Алексеева Е.А., студент 4-го курса 10 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Спицов Д.В., директор ИИЭСМ, к.т.н.*

Блуждающие токи – вид направленного движения заряженных частиц, возникновение которых происходит в земле, когда она выступает в качестве проводника. Они создают коррозию металла, который целиком или частично находится под поверхностью земли, или соприкасается с землей.

Блуждающие токи могут стать причиной разрушения водопровода, так как частицы электричества съедают металлические молекулы. Когда трубы постоянно подвергаются воздействию блуждающих токов, их стенки истончаются и появляются повреждения, которые могут потребовать замены поврежденного участка водопровода.

Существуют способы уменьшения коррозии блуждающими токами:

Одним из таких способов является дренаж, т.е. соединение защищаемой конструкции с источником блуждающего тока проводником с низким сопротивлением. При такой защите коррозия полностью прекращается.

Еще одним способом является протекторная защита, т.е. параллельно защищаемому объекту в грунт закапывают анод из чугунного лома с медным проводником, присоединенным в определенной точке к защищаемой конструкции. При таком способе защиты коррозии от блуждающих токов подвергается только анод.

Так же может применяться катодная защита. В случаях если применение вспомогательного анода не уменьшает коррозию, в цепь подключают источник постоянного тока, чтобы ток проходил в направлении, противоположном блуждающему току.

Катодная защита может осуществляться двумя способами:

В первом случае, к защищаемой конструкции подсоединяется внешний источник тока, при наличии которого само металлическое изделие выполняет роль катода, тогда как в качестве анодов выступают сторонние инертные электроды.

Во втором случае применяется «гальваническая технология», при которой защищаемая конструкция контактирует с защитной металлической пластиной, имеющей больший электроотрицательный потенциал (например, из цинка, алюминия, магния или их сплавов). Функцию анода в данном случае выполняют оба металла, тогда как электрохимическое растворение металла протекторной пластины обеспечивает протекание через защищаемую конструкцию необходимого минимума катодного тока. По истечению времени защитная пластина полностью разрушается.

Так же способы защиты от блуждающих токов подразделяют на:

Пассивный – предупреждает контакт металла с блуждающим током за счёт применения покрытий из диэлектрических материалов. Для такой за-

щиты применяют обмотку диэлектрическими изолянтами, обмазку битумными мастиками или комбинацию этих способов. Минусом пассивного способа защиты является то, что проблема коррозии от блуждающих токов полностью не решается, а стоимость трубопровода увеличивается.

Активный – основан на отводе блуждающих токов от защищаемых магистралей. Является более эффективным решением.

Выбор способа защиты от блуждающих токов должен учитывать условия расположения защищаемого объекта и условия его эксплуатации. Так, избежать коррозии можно заменой металлических труб на пластик, который достаточно стоек к агрессивной внешней среде. Пластиковые магистрали служат в течение долгих лет. Кроме того, пластиковые трубы преградные диэлектрики.

Коррозия – основная причина разгерметизации всех типов трубопроводов. Блуждающие токи приводят к коррозии, которая в свою очередь приводит к разрывам, кавернам и трещинам, приводящим к разрушению металлической конструкции.

Для защиты от коррозии подземных трубопроводов применяется специальное оборудование – станции катодной защиты, которые включают: узел заземления (анод); источник постоянного тока; узел управления, контроля и измерений; соединительные кабели и провода.

Одна работающая станция катодной защиты, может выполнять катодную защиту нескольких рядом расположенных магистралей подземных трубопроводов.

Проблема защиты водопроводных магистралей от блуждающих токов является весьма актуальной, так как увеличивает период эксплуатации водопроводной магистрали и снижает ее аварийность. Оптимальный выбор способа защиты от блуждающих токов должен учитывать расположение защищаемого объекта, условия его эксплуатации, а так же экономическую целесообразность.

#### Библиографический список

1. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хоршилов. - М.: ФИЗМАЛИТ, 2002. - 336 с.
2. Александров О.Ю. Совершенствование проектных решений и методик эксплуатации магистральных газонефтепроводов, подверженных влиянию теллурических блуждающих токов // disserCat – электронная библиотека диссертаций. Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-proektnykh-reshenii-i-metodik-ekspluatatsii-magistralnykh-gazonefteprovod>.
3. Александр М. Что такое блуждающие токи и как от них избавиться? // "Сам Электрик" - информационный сайт для электриков и домашних мастеров. Режим доступа: <https://samelectrik.ru/chto-takoe-bluzhdayushhie-toki-i-kak-ot-nix-izbavitsya.html>.

4. Блуждающий ток в системе водоснабжения // Строительный портал.  
Режим доступа: <https://svo-trans.ru/sistemy/bluzhdayushhij-tok-v-sisteme-vodosnabzheniya>.

5. Томлянович, Д.К. Блуждающие токи и электрические методы защиты от коррозии / Д.К. Томлянович, И.В. Стрижевский. - М., 1957. - 202 с.

СЕКЦИЯ «БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

## КЛАССИФИКАЦИЯ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ В ОБЛАСТИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

*Антониади Д.Д., Антониади В.Д., студенты 1 курса 6 группы ИИЭСМм  
Научный руководитель – Петросян Р.С., преп.*

Сегодня на этапе социально-экономического развития Российской Федерации серьезной проблемой остается состояние жилищного фонда.

В процессе эксплуатации многоквартирные дома подвергаются моральному и физическому износу, поэтому мониторинг их технического состояния и своевременное проведение работ, необходимых для устранения всех неисправностей конструктивных элементов зданий, необходимы для надлежащего содержания многоквартирных домов [7].

Для проведения работ по капитальному ремонту общего имущества многоквартирных домов необходима действующая нормативно-законодательная база, основа которой – Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 188-ФЗ (далее ЖК РФ).

ЖК РФ – это основной нормативно-правовой документ, устанавливающий основные положения проведения капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов.

Статья 166 ЖК РФ устанавливает перечень работ, которые являются обязательными в проведении капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов, однако перечень может быть дополнен на основании принятых органами власти субъекта Российской Федерации решений. Например, перечень дополняют работами по утеплению фасадов, установке приборов, ведущих учет коммунальных ресурсов и другими [1, 5, 6].

Обязательными работами и услугами по капитальному ремонту общего имущества многоквартирных домов, которые устанавливает ЖК РФ, являются такие работы, как ремонт крыши, фасада и фундамента многоквартирного дома, ремонт подвальных помещений, относящихся к общему имуществу в многоквартирном доме, внутридомовых инженерных систем электроснабжения, теплоснабжения, газоснабжения, водоснабжения и водоотведения, а также ремонт или замену лифтов, лифтовых шахт, машинных и блочных помещений.

Для обеспечения качественного проведения работ по капитальному ремонту общего имущества многоквартирных домов необходима действующая нормативно-законодательная база, устанавливающая правила проектирования, производства, контроля качества, а также приёмки всех видов работ, предусмотренных ЖК РФ [2, 3, 4].

Систематизация нормативно-технических документов, применяемых для капитального ремонта ОИ МКД представлена на рис. 1, 2, 3 и 4.

В результате проведённого анализа предложена классификация действующих и необходимых, но еще не разработанных, нормативно-

технических документов, систематизированная в табл. 2, с присвоением следующих индексов:

- группа I – нормативный документ, который может быть использован в целях проведения капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов без доработки;
- группа II – нормативный документ, требующий внесения изменений и дополнений с учетом специфических особенностей капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов;

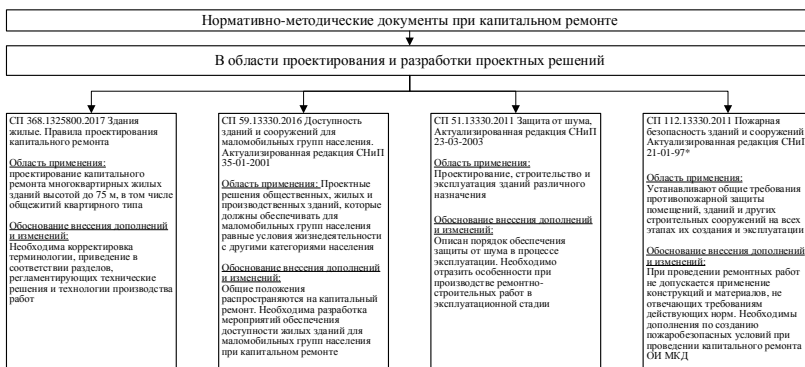


Рис. 1. В области проектирования и разработки проектных решений

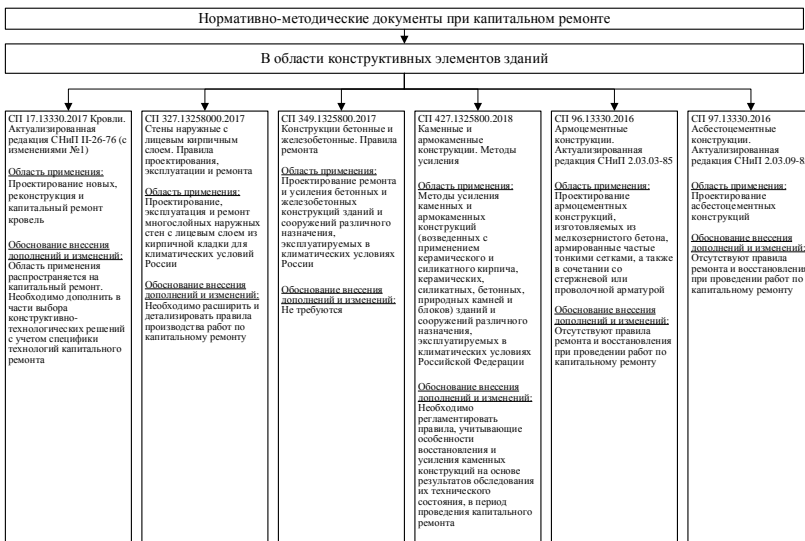
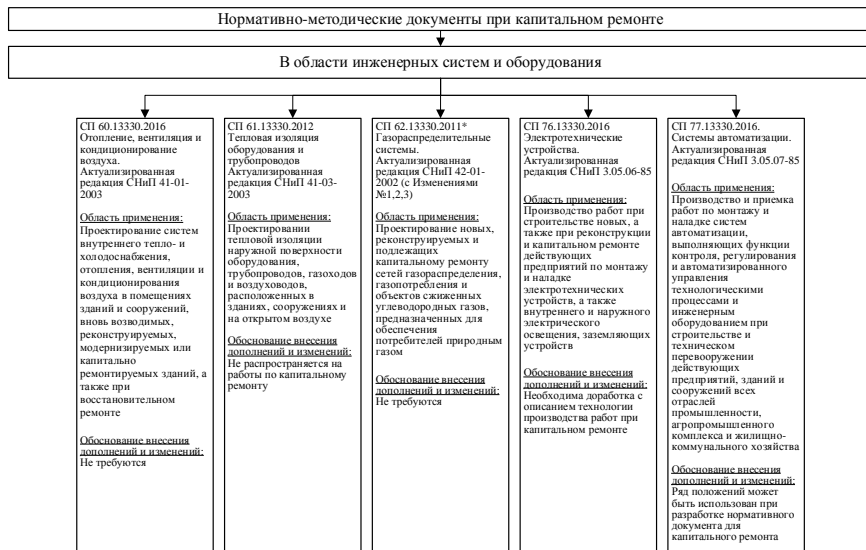
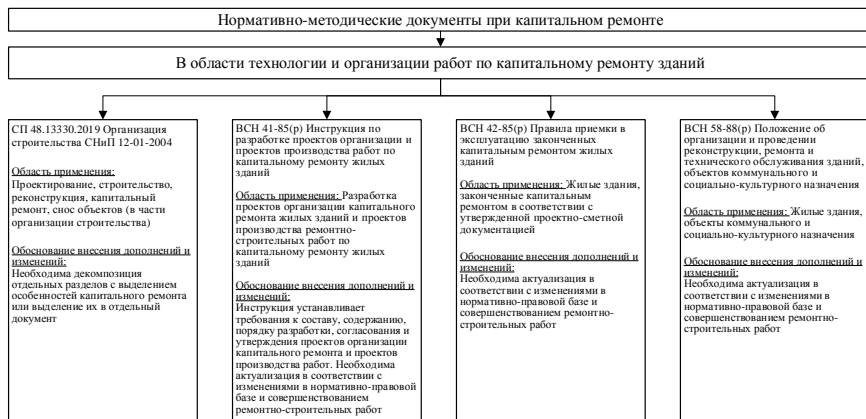


Рис. 2. В области конструктивных элементов зданий

- группа III – нормативный документ, разработка и утверждение которого необходима в целях капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов;
- группа IV – нормативный документ, который необходимо привести в соответствие с изменениями в действующем законодательстве или отменить.



**Рис. 3.** В области инженерных систем и оборудования



**Рис. 4.** В области технологии и организации работ по капитальному ремонту зданий



Индексация по группам нормативно-технических документов, применяемых для капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов, представлена на рис. 5.

Индексация по группам нормативно-технических документов, применяемых для капитального ремонта ОИ МКД			
Группа I	Группа II	Группа III	Группа IV
<ul style="list-style-type: none"> <li>- СП 112.13330.2011. Пожарная безопасность зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 21-01-97*</li> <li>- СП 349.1325800.2017 Конструкции бетонные и железобетонные. Правила ремонта</li> <li>- СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003</li> <li>- СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003</li> <li>- СП 62.13330.2011*</li> <li>- СП 63.13330.2011 Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (с Изменениями №1,2,3)</li> <li>- СП 76.13330.2016</li> <li>Электротехнические устройства. Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85</li> <li>- СП 77.13330.2016. Системы автоматизации. Актуализированная редакция СНиП 3.05.07-85</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- СП 368.1325800.2017 Здания жилые. Правила проектирования капитального ремонта</li> <li>- СП 59.13330.2016 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001</li> <li>- СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003</li> <li>- СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76 (с изменениями №1)</li> <li>- СП 327.1325800.2017 Стены наружные с лицевым кирпичным слоем. Правила проектирования, эксплуатации и ремонта</li> <li>- СП 427.1325800.2018 Каменные и армокаменные конструкции. Методы испытания</li> <li>- СП 96.13330.2016 Армоцементные конструкции. Актуализированная редакция СНиП 2.03.03-85</li> <li>- СП 97.13330.2016 Асбестоцементные конструкции. Актуализированная редакция СНиП 2.03.09-85</li> <li>- СП 48.13330.2019 Организация строительства СНиП 12-01-2004</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ремонт и замена лифтового оборудования при капитальном ремонте общего имущества в многоквартирных домах</li> <li>- Организация капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах</li> <li>- Нормы продолжительности капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах</li> <li>- Организация строительного контроля при капитальном ремонте общего имущества в многоквартирных домах</li> <li>- Охрана труда и техника безопасности при проведении капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах</li> <li>- Правила приемки в эксплуатацию многоквартирных домов, законченных капитальным ремонтом</li> <li>- Усиление оснований и фундаментов при капитальном ремонте в многоквартирных домах</li> <li>- Ремонт, усиление и замена межэтажных перекрытий при капитальном ремонте общего имущества в многоквартирных домах</li> <li>- Ремонт фасадов при капитальном ремонте общего имущества в многоквартирных домах</li> <li>- Теплозащита наружных ограждающих конструкций при капитальном ремонте общего имущества в многоквартирных домах</li> <li>- Повышение энергоэффективности зданий при капитальном ремонте общего имущества в многоквартирных домах</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ВСН 41-85(р) Инструкция по разработке проектов организации и проектов производства работ по капитальному ремонту жилых зданий в эксплуатацию законченных капитальным ремонтом жилых зданий</li> <li>- ВСН 42-85-р. Правила приемки в эксплуатацию законченных капитальным ремонтом жилых зданий</li> <li>- ВСН 58-88 (р) Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения</li> </ul>

**Рис. 5.** В области технологии и организации работ по капитальному ремонту зданий

Выполненный анализ и классификация позволяют установить, что действующая нормативно-методическая база не в полной мере соответствует всем потребностям в проектировании и производстве работ по капитальному ремонту общего имущества многоквартирных домов. Для того, чтобы обеспечить высококачественный и своевременный капитальный ремонт, необходимо внести дополнения и изменения в нормативно-методическую базу.

#### Библиографический список

1. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 188-ФЗ (ред. от 31.07.2020).
2. Король О.А. Концептуальные основы формирования нормативной базы капитального ремонта общего имущества многоквартирных жилых домов / О.А. Король // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2018. – № 11 (10-11). – С. 20-21.
3. Король О.А. Многокритериальный анализ мероприятий при проведении капитального ремонта многоквартирных жилых домов / О.А. Король, Г.С. Кузнецов // Недвижимость: экономика, управление. – 2017. – № 1. – С. 57-61.

4. Луянен М. Законодательные проблемы обеспечения надлежащего содержания и ремонта многоквартирных домов с частной собственностью на квартиры / М. Луянен // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2011. – № 1. – С. 53-79.

6. Маилян В.Д. Выбор технических и организационно-технологических решений ремонтно-строительного производства в сфере ЖКХ и городской среды: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.23.08 – Ростов-на-Дону, 2020. – 24 с.

7. Мищенко В.Я. Планирование проведения ремонтно-строительных работ с целью достижения максимального срока эксплуатации строительных объектов / В.Я. Мищенко, Д. А. Драпалюк, Н. А. Понявина // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – № 9. – С. 28-31.

8. Шрейбер К.А. Технология производства ремонтно-строительных работ: Научное издание – М.: Издательство АСВ, 2014. – 264 с.

# СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МНОГOKВАРТИРНОГО ДОМА В ПЕРИОД ГАРАНТИЙНОГО СРОКА ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

*Бакрунова С.Ю., студентка 4 курса 21 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Король О.А., доц., к.т.н.*

**Введение.** Для обеспечения высокого качества и надежности зданий, необходимо предотвращать возникновение дефектов, следить за состоянием конструктивных элементов, а также проводить своевременные осмотры зданий. Важно учитывать, что устранение дефектов в рамках капитального ремонта связано со значительными финансовыми затратами. Целью данной работы является систематизация дефектов, возникающих в процессе эксплуатации многоквартирного дома после капитального ремонта, разделение их по группам, и определение зон ответственности организаций, отвечающих за устранение выявленных дефектов.

**Материалы исследования.** Существуют обязанности регионального оператора по организации проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, которые закреплены в ЖК РФ ст.182[1]; а также обязанности управляющей организации по обеспечению исправного состояния многоквартирного дома путем устранения повреждений общего имущества многоквартирного дома по мере их выявления в целях недопущения их дальнейшего развития [3].

Важным фактором для дальнейшей работы является разделение дефектов (недостатков) на две основные категории – явные и скрытые.

Скрытые дефекты – это недостатки, которые нельзя выявить в ходе визуального осмотра при приемке работ. Данные дефекты проявляются в процессе эксплуатации многоквартирного дома. Например, после капитального ремонта фасада при приемке работ визуальный осмотр недостатков не выявил, но в процессе эксплуатации окрасочный слой начал шелушиться или отслаиваться.

Явные недостатки выявляются на стадии визуального осмотра при приемке работ. Например, фасад после капитального ремонта имеет участки разнооттеночности окрасочного слоя, сколы, выбоины и т.д.

В рамках работы по теме исследования для рассмотрения принимаются два основных конструктивных элемента по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирных домах, установленные Жилищным кодексом Российской Федерации как обязательные – фасад и крыша [7].

Учитывая, что крыша подразумевает под собой не только кровельное покрытие, защищающее здание от атмосферных осадков, а также несущие и дополнительные элементы (мауэрлат, стропила, конек, обрешетка), то речь пойдет о группе дефектов, включающих всю взаимосвязь конструктива [6].

**Нормативные документы, закрепляющие обязанности  
регионального оператора и управляющей организации**

Для регионального оператора	Для управляющей организации
<p>• Жилищный Кодекс Российской Федерации – ст. 182 «Обязанности регионального оператора по организации проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах»;</p> <p>п.2.3. Региональный оператор в целях обеспечения оказания услуг и (или) выполнения работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирном доме обязан привлечь для оказания услуг и (или) выполнения работ по капитальному ремонту подрядные организации, заключить с ними от своего имени соответствующие договоры, предусматривающие в том числе установление <b>гарантийного срока на оказанные услуги и (или) выполненные работы продолжительностью не менее пяти лет</b> с момента подписания соответствующего акта приемки оказанных услуг и (или) выполненных работ, а также обязательства подрядных организаций по устранению выявленных нарушений в разумный срок, за свой счет и своими силами.</p>	<p>• Постановление Госстроя РФ от 27 сентября 2003 г. N 170 «Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда»;</p> <p>• Постановление Правительства РФ от 13 августа 2006 г. N 491 «Об утверждении Правил содержания общего имущества в многоквартирном доме и Правил изменения размера платы за содержание жилого помещения в случае оказания услуг и выполнения работ по <b>управлению, содержанию и ремонту общего имущества в многоквартирном доме</b> ненадлежащего качества и (или) с перерывами, превышающими установленную продолжительность»;</p> <p>• Постановление Правительства РФ от 3 апреля 2013 г. N 290 «О минимальном перечне услуг и работ, необходимых для обеспечения <b>надлежащего содержания общего имущества</b> в многоквартирном доме, и порядке их оказания и выполнения»</p>

В нижеприведенных таблицах приведены дефекты, которые подразделяются на производственные – с нарушением технологии производства работ, относящиеся к гарантийным случаям по капитальному ремонту для регионального оператора, и дефекты, возникшие в результате ненадлежащей эксплуатации управляющей организацией.

Анализируя вышеперечисленные дефекты, следует отметить, что дефекты, которые могут относиться к гарантийным случаям, вызваны нарушением в технологии производства работ подрядной организацией. Региональный оператор несет ответственность перед собственниками помещений в многоквартирном доме за качество оказанных услуг и выполненных работ в течение не менее пяти лет с момента подписания соответствующего акта приемки выполненных работ [1]. В соответствии со ст.ст.15, 393 Гражданского кодекса Российской Федерации [2] и 182 Жилищного кодекса Российской Федерации региональный оператор обязан компенсировать фактические понесенные в связи с ненадлежащим выполнением работ подрядной организацией расходы граждан и организаций [1].

## Группы дефектов по конструктивным элементам крыши

Производственные дефекты, которые могут относиться к гарантийным случаям	Дефекты, возникшие из-за нарушения норм эксплуатации
<ul style="list-style-type: none"> <li>Отсутствует восстановительный ремонт дверного проема выхода на кровлю</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Дверь выхода на кровлю имеет шелушение окрасочного слоя, нарушены крепежные элементы</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Отсутствует восстановительный ремонт проема по периметру люка выхода на кровлю</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Люк выхода на кровлю имеет шелушение окрасочного слоя, нарушены крепежные элементы</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Металлическое ограждение крыши имеет нарушение в креплении</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Лестница выхода на кровлю имеет шелушение окрасочного слоя, нарушены крепежные элементы</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Защитные решетки на продухах имеют нарушения в креплении</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Металлическое ограждение крыши имеет следы шелушения окрасочного слоя, коррозии</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Слуховые окна имеют нарушения в монтаже</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Слуховые окна имеют шелушение окрасочного слоя</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Колпаки, зонты, дефлекторы дымовых и вентиляционных труб имеют нарушения в монтаже</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вентиляционные шахты, помещения выходов на кровлю или другие выступающие элементы имеют шелушение штукатурно-окрасочного слоя, разнооттеночность окраса</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Нарушение в монтаже приспособления для крепления страхового веревки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Приспособление для крепления страхового веревки имеет следы коррозии</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Нарушение крепления металлических элементов (отливов, прижимных планок, фартуков, капельников) в местах примыканий к вертикальным поверхностям</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вентиляционные шахты, помещения выходов на кровлю или другие выступающие элементы имеют места выпадения отдельных кирпичей, выветривание швов кирпичной кладки</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Нарушение шага крепления деревянной обрешетки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Железобетонные плиты покрытия со стороны чердачного помещения имеют сколы, следы протечек, трещины в местах заделки стыков</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Нарушение шага крепления кляммеров</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Следы механического воздействия на конструктивные элементы крыши</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Стропильная система из деревянных элементов имеет нарушения в монтаже</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Стропильная система крыши из деревянных элементов имеет нарушение в обработке огнебиозащитными составами</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Минераловатные плиты для обеспечения температурно-влажностного режима чердачного помещения имеют нарушение в укладке</li> </ul>	

## Группы дефектов по рулонной направляемой кровле

<b>Производственные дефекты, которые могут относиться к гарантийным случаям</b>	<b>Дефекты, возникшие из-за нарушения норм эксплуатации</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Карнизные свесы кровли имеют следы разгерметизации, нарушения в креплении</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Локальные повреждения кровельного покрытия</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нарушение герметизации узлов прохождения инженерного оборудования сквозь кровлю (фановые стояки канализации и тд.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вздутие поверхности кровельного ковра, трещины, наличие застойных зон</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отслоение кровельного покрытия в местах крепления кровельного ограждения, в местах примыкания к вертикальным поверхностям</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Характеристики рулонного наплавляемого материала не соответствуют расчетным</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Следы механических повреждений кровельного рулонного покрытия</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отслоение кровельного покрытия на вентиляционных шахтах, помещениях выходов на кровлю, или других выступающих элементах</li> </ul>	

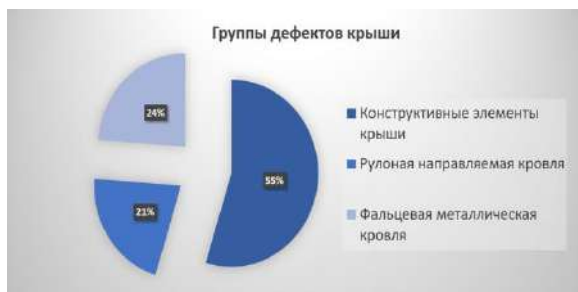
Таблица 4

## Группы дефектов по скатной фальцевой кровле

<b>Производственные дефекты, которые могут относиться к гарантийным случаям</b>	<b>Дефекты, возникшие из-за нарушения норм эксплуатации</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нарушение герметизации в зоне слуховых окон или примыканий листового металла к вертикальным поверхностям</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ослабление крепления отдельных листов кровли к обрешетке</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Просветы кровли со стороны чердачного помещения, не связанные с механическими повреждениями</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Коррозия кровельных картин и других металлических элементов</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разгерметизация фальцевых соединений</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нарушение герметизации узлов прохождения инженерного оборудования сквозь кровлю (фановые стояки канализации и тд.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Следы механических повреждений металлического кровельного покрытия</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нарушение геометрии настенного желоба и карнизного свеса</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нарушение геометрии кровли (прогибы)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Характеристики стальных листов не соответствуют расчетным</li> </ul>	

Однако стоит учитывать, что если работы выполнены в полном объеме в соответствии с требованиями строительных норм и правил, материалы и технология проведения работ и технические требования соответствуют проектной документации и техническому заданию и акт приемки работ подписан всеми членами комиссии без замечаний, то устранение выявленных дефектов находится вне компетенции регионального оператора [5].

Например, если кровельные картины имеют следы механических повреждений (вмятины, отверстия), то такой дефект имеет явный характер и был бы очевиден при приемке работ, следовательно, региональный оператор и подрядная организация в данном случае не несут ответственности за устранение данного замечания [6]. Согласно положениям ст.ст.174 и 179 ЖК РФ региональный оператор не вправе финансировать выполнение текущего ремонта, направленного на обеспечение безопасного состояния общего имущества многоквартирного дома. В таком случае устранение выявленных механических повреждений кровли находится в зоне ответственности управляющей организации [4].



**Рис. 1.** Декомпозиция дефектов крыш многоквартирных домов после капитального ремонта

Наиболее распространены дефекты по конструктивным элементам крыши – 55%, затем – по металлической скатной 24%, далее – по рулонной направляемой кровле 21%.

В табл. 5, 6, 7 приведены группы дефектов по фасаду после проведения капитального ремонта многоквартирных домов.

*Таблица 5*

#### Группы дефектов по кирпичному фасаду

Производственные дефекты, которые могут относиться к гарантийным случаям	Дефекты, возникшие из-за нарушения норм эксплуатации
1	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>Трещины в кирпичной кладке стены</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Выпадение отдельных кирпичей</li> </ul>

1	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Расслоение рядов кирпичной кладки стены</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Пробитые и незаделанные отверстия, ниши, борозды</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выветривание кирпичной кладки стены</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отслоение и разрушение выступающих частей</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отклонение кирпичных стен от вертикали</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Следы намокания кирпичной кладки</li> <li>• Следы механических повреждений кирпичного фасада</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отсутствие или выветривание раствора швов кирпичной кладки стены</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высолы на кирпичной кладке</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Шелушение окрасочного слоя по кирпичу</li> </ul>

Таблица 6

### Группы дефектов по панельному/блочному фасаду

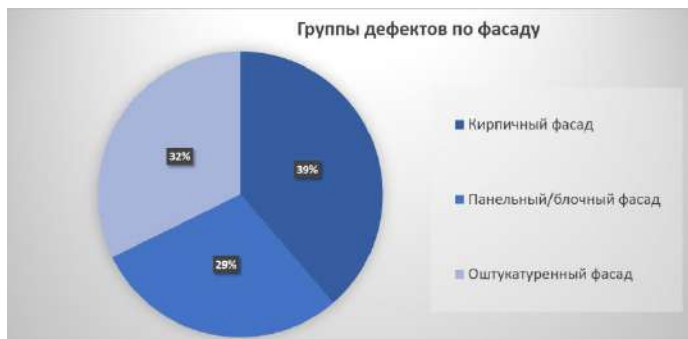
Производственные дефекты, которые могут относиться к гарантийным случаям	Дефекты, возникшие из-за нарушения норм эксплуатации
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отслоение герметика наружных швов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Коррозия стальных закладных деталей, крепежных элементов в стыках и арматуры панелей с отделением защитных слоев на поверхности стен</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Растрескивание герметика наружных швов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оголение арматурных стержней стен</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Шелушение окрасочного слоя</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Следы намокания наружных стен</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отслоение штукатурно-окрасочного слоя</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Появление ржавых пятен и подтеков на стенах</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отслоение и разрушение выступающих частей</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Следы механических повреждений на блочном или панельном фасаде</li> </ul>

Таблица 7

### Группы дефектов по оштукатуренному фасаду

Производственные дефекты, которые могут относиться к гарантийным случаям	Дефекты, возникшие из-за нарушения норм эксплуатации
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Трещины в отделочном слое</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Трещины в наружных стенах (конструктив)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Пробитые и незаделанные отверстия, ниши, борозды</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Коррозия стальных закладных деталей</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Шелушение окрасочного слоя</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разнооттеночность окрасочного слоя</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отслоение штукатурного слоя</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отслоение и разрушение выступающих частей фасада</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Неравномерный прокрас</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Следы механических повреждений на оштукатуренном фасаде</li> </ul>





**Рис. 2.** Декомпозиция дефектов по фасадам многоквартирных домов после капитального ремонта

Наиболее распространены дефекты по кирпичным фасадам – 39 %, затем – по оштукатуренным фасадам 32%, далее – по панельным/блочным 29 %.

**Результаты исследований.** Выполненная систематизация и анализ дефектов конструктивных элементов многоквартирного дома в период гарантийного срока после проведения капитального ремонта могут быть использованы в учете и мониторинге региональным оператором в рамках контроля качества [6].

В результате выполненной работы было установлено, что причиной образования значительной части дефектов в пятилетний гарантийный период является ненадлежащая эксплуатация управляющими организациями конструктивных элементов, принятых после капитального ремонта всеми членами комиссии без замечаний.

Установление зон ответственности по устранению дефектов, выявляемых после приемки работ, является актуальной задачей в сфере городского хозяйства в условиях возрастающего объема реализации региональной программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах [7].

Мною планируется дальнейшее развитие данного направления при написании выпускной квалификационной работы.

#### Библиографический список

1. Жилищный Кодекс Российской Федерации ст. 182 «Обязанности регионального оператора по организации проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах».
2. Гражданский Кодекс Российской Федерации ст.15 «Возмещение убытков» ст. 393 «Обязанность должника возместить убытки».
3. Постановление Госстроя РФ от 27 сентября 2003 г. N 170 «Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда»;

4. Постановление Правительства РФ от 13 августа 2006 г. N 491 «Об утверждении Правил содержания общего имущества в многоквартирном доме и Правил изменения размера платы за содержание жилого помещения в случае оказания услуг и выполнения работ по управлению, содержанию и ремонту общего имущества в многоквартирном доме ненадлежащего качества и (или) с перерывами, превышающими установленную продолжительность».

5. Постановление Правительства РФ от 3 апреля 2013 г. N 290 «О минимальном перечне услуг и работ, необходимых для обеспечения надлежащего содержания общего имущества в многоквартирном доме, и порядке их оказания и выполнения».

6. О.А. Король, Г.С. Кузнецов. Многокритериальный анализ мероприятия при проведении капитального ремонта многоквартирных жилых домов // Недвижимость: экономика, управление. 2017. №1. С.57.

7. О.А. Король. Концептуальные основы формирования нормативной базы капитального ремонта общего имущества многоквартирных жилых домов. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 11 (1011). С. 20-21.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

*Вихорева А.И., студент 1-го курса 6 группы ИИЭСМм  
Научный руководитель – Дегаев Е.Н., доц., к.т.н.*

При проведении строительных работ рекомендуется соблюдать требования безопасности зданий и сооружений. Жизнь, здоровье человека и создание благоприятных условий для проживания - основные цели этих требований и условий [1].

С каждым годом все больше и больше зданий нуждаются в капитальном ремонте, не отвечающем современным требованиям безопасности. Капитальный ремонт – это вид ремонтно-строительных работ, направленных на восстановление эксплуатационных характеристик зданий и сооружений.

Существует множество инструментов для контроля за соблюдением требований безопасности, один из которых является государственный аудит и экспертиза проектных документов.

Согласно постановлению Правительства РФ проектная документация на осуществление строительства или капитальный ремонт подлежит обязательной государственной экспертизе [2].

Рекомендуется проведение государственных инспекций на предмет соблюдения следующих нормативных документов в проектно-оценочных документах:

- специальных технических регламентов [3];
- санитарных и эпидемиологических документов;
- экологических документов;
- надзора за объектами культурного наследия;
- инженерных норм;
- радиационных норм и т.д.

Экспертиза документов и инженерно-технических изысканий проводится в следующих случаях:

1. Новое строительство или возобновление приостановленного строительства;
2. Капитальный ремонт зданий или сооружений, в т.ч. реконструкция.
3. Определение дефектов, возникающих во время или после строительства, и причины их образования.
4. Оценка состояние объектов, поврежденных стихийными бедствиями или пожаром.
5. Разрешение споров между сторонами.

При выполнении ремонтных работ необходимо документально оформлять свою работу, т.е. вести исполнительную документацию. Согласно ГрК Российской Федерации, заказчик должен включить перечень имеющихся дефектов в здании или сооружении и дать характеристику таких де-

фектов и технических объектов капитального строительства по работам, которые предстоит выполнить при его капитальном ремонте [1].

Поэтому при проведении капитального ремонта в соответствии с Градостроительным кодексом от застройщика не требуется подавать заявку на проектирование в соответствии с требованиями правил относительно состава частей проектной документации и требований к их оформлению.

Перечень документов, необходимых для проведения такой проверки в связи с капитальным ремонтом для проверки достоверности определения сметных затрат на строительство, финансируемых из бюджетных источников организаций Российской Федерации, должен содержать положительное заключение государственной экспертизы [4].

Проверка сметы капитального ремонта зданий и сооружений производится в случае, если были привлечены бюджетные средства Российской Федерации или обособленных юридических лиц, созданных государством, органами местного самоуправления, местного самоуправления. При этом объем вложений должен быть более 50% лицензионного (совокупного) капитала на сумму более 10 млн руб.

Для подтверждения сметной стоимости капитального ремонта необходим полный комплект проектной документации (включая состав и содержание разделов проекта). Вместе с проектной документацией на экспертизу представляется также дефектная ведомость и заключение технического обследования [5, 6].

После того, как проектная документация передается на государственную экспертизу, федеральное агентство проверяет комплектность всех документов и их содержание. Экспертиза по существу представленных документов проводится в срок, указанный в договоре и зависит от типа объекта и комплекта предоставляемых документов.

Таким образом, при привлечении бюджетных средств, проектная экспертиза со стороны государства является обязательной. Если объект строительства возводится или ремонтируется за счет частных инвесторов, то госэкспертиза не проводится [6].

#### Библиографический список

1. Федеральный закон № 190 от 29 декабря 2004 года «Градостроительный кодекс Российской Федерации».
2. Постановление Правительства РФ № 145 от 05 марта 2007 года «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий».
3. Degaev E., Razvalyaeva V., Sabenina S. Formation of water film from aqueous film forming foam drops on the surface of oil products. XXIst International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering: Construction - The Formation of Living Environment, FORM 2018. Сер. "IOP Conference Series: Materials Science and Engineering" 2018. С. 062037.

4. Дегаев Е.Н., Борковская В.Г. Механизм управления затратами в рамках системы менеджмента качества. В сборнике: Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование. сборник научных трудов Международной молодежной научно-практической конференции: в 2-х томах. Ответственный редактор: Павлов Е.В., 2015. С. 235-237.
5. Дегаев Е.Н., Родин А.И. Автоматизированное проектирование систем пожарной безопасности в AUTOCAD В сборнике: Реальность - сумма информационных технологий. сборник научных статей международной молодежной научно-практической конференции. 2016. С. 89-93.
6. Дегаев Е.Н., Борковская В.Г. Разработка и внедрение системы менеджмента качества с учётом проектных рисков в испытательной лаборатории. Недвижимость: экономика, управление. 2018. № 3. С. 35-39.

## СТРОИТЕЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ДЛЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЯ

*Григорян Н.Г., студентка 4-го курса 21 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Кустикова Ю.О., доц., к.т.н.*

В связи с началом развития промышленности и постепенной миграции сельского населения в города, перед строительной отраслью возникли новые задачи – постройка высотных зданий и сооружений, уникальных объектов, также капитальное строительство в сложных инженерно-геологических условиях. В процессе проектирования не всегда возможно учесть все негативные причины, которые могут возникнуть при реальной эксплуатации, всегда существует риск возникновения аварии.

Анализ различных аварийных ситуаций позволяет выделить характерные причины возникновения повреждений и дефектов в конструкциях зданий и сооружений: примерно 40% ошибок возникают при монтаже конструкций, 20% на стадии эксплуатации, 20% при проектировании, 10% износ конструкции, 8% являются результатом ошибок в геологических исследованиях, 2% стихийные бедствия.

Сведения причин аварий и особенностей возникновения процессов в строительных материалах необходимы для определения безопасной эксплуатации зданий и сооружений. Сбор, обработка и использование информации о состоянии конструкций, которые в целом называются строительным мониторингом, обеспечивает ранее обнаружение возможности обрушения зданий.

В соответствии [1] при аварийном состоянии конструкций, эксплуатация зданий и сооружений не допускается, необходимо проведение мониторинга строительных конструкций. ГОСТ находится в перечне национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которого, обеспечивается выполнение требований, установленных Федеральным законом [2].

При общем мониторинге зданий и сооружений проводят визуальный осмотр для обнаружения видимых дефектов конструкций. В настоящее время переход на автоматизированную систему строительного мониторинга стал мировой тенденцией развития.

Система автоматизированной СМ состоит из многоступенчатой структуры [3]:

Первая ступень – Структурированная информационная кабельная система.

Вторая ступень – Первичные преобразователи.

Третья ступень – Контроллеры сбора информации.

Четвертая ступень – Серверы ввода/вывода.

Пятая ступень – Автоматизированные рабочие места диспетчеров.

Структурная схема автоматизированной системы мониторинга представлена на рис. 1.

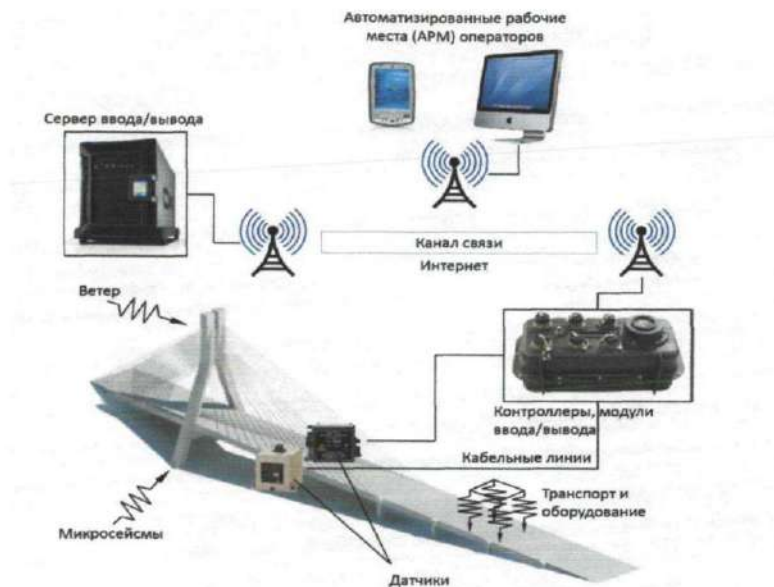


Рис. 1. Схема СМ строительных конструкций

На первой ступени системы мониторинга – структурированная кабельная система (СКС), которая передает сигналы в локальных сетях.

Вторая ступень сформирована из датчиков, установленных на элементах строительных конструкций. Датчики служат для фиксации изменения параметров конструкций (деформация, отклонения, смещения, трещины и т.д.) и генерируют на выходе аналоговый сигнал.

Третья ступень состоит из контроллеров, предназначенных для принятия сигнала датчиков, преобразования их в цифровой и передачи элементам четвертой ступени.

На четвертой ступени располагается сервер ввода/вывода, в задачи которого входит анализ полученных данных о состоянии конструкций.

Пятая ступень занимает АРМ операторов, которое представляет собой компьютер для получения доступа ко всему объему измерительной информации объектов и дальнейших принятых решений по их устранению.

Датчики должны обладать высокой чувствительностью, хорошей стабильностью во времени и устойчивостью к внешним воздействиям.

Для контроля напряженно-деформированного состояния конструкции используют тензометрические датчики [4]. Принцип работы состоит в реагировании изменения величины длины, что при известной длине базы эквивалентно измерению деформации. Для исследования металлоконструкций применяются крепление тензодатчиков к металлу посредством точечной сварки. В данное время наиболее перспективными считаются волоконно-

оптические датчики, также получили широкое распространение струнные и индуктивные тензометры.

Датчики наклона (инклинометры), используются для контроля за отклонениями от вертикальных и горизонтальных плоскостей, поворотных и изгибных деформаций сооружения, незначительных смещений конструктивных элементов. Их устанавливают стационарно на конструкции, и данные изменений передаются на вторичные преобразователи для длительного автоматического мониторинга, что позволяет отслеживать состояние контролируемого объекта в режиме реального времени.

Благодаря автоматическим измерительным средствам контроля возможно своевременно обнаруживать и фиксировать возникающие деформации, прогнозировать их развитие и принимать меры по предотвращению достижения критических значений.

### Вывод

Современное состояние и тенденции строительства уникальных сооружений обуславливают совершенствование строительного мониторинга, поэтому важна разработка систем контроля технического состояния конструкций. Для обеспечения их работоспособности необходимо иметь постоянный контроль над сооружением в целом. Применение автоматизированной СМ для оценки состояния конструкций зданий является эффективным методом их надежной эксплуатации. Предоставляется возможность постоянного контроля за параметрами элементов конструкций с высокой точностью результатов, и, самое главное, повышается уровень безопасности жизни людей.

### Библиографический список

1. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
2. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (с изменениями на 2 июля 2013 года).
3. ГОСТ Р 22.1.12-2005 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования (с Изменением N 1).
4. Цветков Р.В. Разработка и создание деформационного мониторинга инженерных сооружений в карстовом районе. – Пермь, 2011 г.- 119 с.
5. Калинин А.А. Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов 2004 г.-157 с.
6. Живаев А.А. Опыт практического применения систем мониторинга конструкций зданий/ Г.Г. Болдырев, И.И. Идрисов, Д.Н. Валеев, А.А. Живаев // В мире неразрушающего контроля. – СПб, 2010 г. – 60 с.



## ПРИМЕНЕНИЕ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Иванов А.Ю., студент 1-го курса 6 группы ИИЭСМм  
Научный руководитель – Дегаев Е.Н., доц., к.т.н.*

При возведении свайного фундамента на строительной площадке, существует риск возникновения дефектов в сваях, таких как: трещины, полости в теле бетона, отклонение в геометрии поперечного сечения, недостаточная длина сваи. Одним из наиболее эффективных на сегодняшний день методов испытания свай на сплошность является метод сейсмоакустической дефектоскопии. Данный акустический метод испытания свай неразрушающего контроля позволяет выявить дефекты в сваях, отклонения свай в плане или от вертикали, определить длину сваи.

Испытание на сплошность сваи выполняется путем удара по оголовку сваи ручным молотком. Удар молота создает акустическую волну, которая распространяется через сваю. Эта волна частично отражается от острия сваи или от отклонений внутри сваи на обратном пути к оголовку и фиксируются высокочувствительным приемником, сообщая координаты дефекта в свае. Любое изменение внутри сваи может повлиять на отражающий сигнал.

Испытания на сплошность строительных конструкций можно проводить по достижению не менее 70% от проектной прочности или через 7 суток после бетонирования.

Перед испытанием поверхность оголовка сваи должна быть подготовлена. Поверхность сваи должна быть доступной и находиться над водой. Весь рыхлый бетон, грунт или другие посторонние материалы, образовавшиеся в результате строительства, следует удалить с поверхности сваи, чтобы достичь твердой и прочной бетонной поверхности.

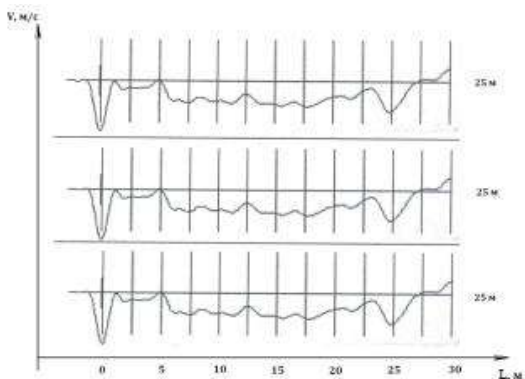
Испытание выполняется с помощью ручного молотка. Он может быть весом в несколько сотен граммов или более. Удары, молотком меньшего размера, имеют более высокую частоту вызванной волны и меньшее время нарастания. Однако, чем легче молоток, тем быстрее волны затухают и, как правило, пропадает возможность исследования более длинных свай. Молотки менее 1 кг с пластиковым ударным наконечником идеально подходят для большинства случаев. Но, если диаметр сваи превышает 1 м, подходят более тяжелые молотки. Наконечник молотка должен быть изготовлен из материала, который не повреждает бетон при ударе, так как это негативно скажется на результате испытаний.

Для регистрации отраженных волн используют датчики, устанавливаемые на оголовки свай. Применяют датчики двух типов: датчик ускорений (акселерометр) либо датчик скоростей (велосиметр).

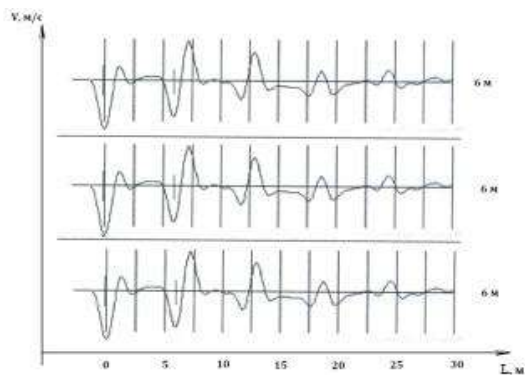
Датчик устанавливается на оголовок сваи перпендикулярно поверхности и подальше от края. Для успешного проведения испытаний необходимо прочное соединение между наконечником датчика и бетонной поверхно-

стью. Удар молотком следует прикладывать к оголовку сваи на расстоянии 300 мм от датчика, по направлению оси сваи. Датчик необходимо устанавливать в 3 разных точках на конструкции, при этом удары следует производить произвольно по всей конструкции (не менее 3-х ударов на каждую точку). Результаты испытаний передаются на аналого-цифровой преобразователь в виде рефлектограмм в зависимости скорости распространения волны (вертикальная ось) от времени (горизонтальная ось), или же скорости распространения волны от длины сваи.

На рис. 1 и 2 представлены результаты сравнения сигналов при испытании буронабивной сваи длиной 25 м на сплошность. По результатам на рисе 1 видно, что буронабивная свая без дефектов и имеет четкое отражение волны на глубине 25 м. На рис. 2 буронабивная свая имеет значительный дефект на глубине 6 м, после которого сигнал не проходит дальше по конструкции и многократно отражается.



**Рис. 1.** Свая без дефектов



**Рис. 2.** Свая с дефектом на глубине 6 м

## Выводы

Преимущества сейсмоакустической дефектоскопии:

- Минимальный объем подготовительных работ;
- При проведении испытаний не разрушается бетонный оголовок сваи;
- Возможность проведения испытаний одним специалистом;
- Скорость и экономичность метода (за один день можно провести несколько десятков испытаний).

Недостатком сейсмоакустической дефектоскопии является погрешность при определении размеров и координат дефектов в сваях порядка 10%. Этот метод используется как предварительный перед испытанием свай статической или динамической нагрузкой.

## Библиографический список

1. НТП РК 07-02.2-2011 Разработка тестирования свай на сплошность.
2. ASTM D 5882-96. Standard Test Method for Low Strain Integrity Testing of Piles .
3. Degaev E., Rimshin V.I. Checking the integrity of piles by seismoacoustic defectoscopy. Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis 2019, MMSA 2019. 2020. С. 012153.
4. Degaev E., Razvalyaeva V., Sabenina S. Formation of water film from aqueous film forming foam drops on the surface of oil products. XXIst International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering: Construction - The Formation of Living Environment, FORM 2018. Sep. "IOP Conference Series: Materials Science and Engineering" 2018. С. 062037.
4. Фиров Е.А., Михалева О.Н., Дегаев Е.Н. Контроль качество выполнения капитального ремонта собственниками МКД. В сборнике: Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование. Сборник научных трудов 7-й Международной молодежной научно-практической конференции. В 3-х томах. Отв. редактор Е.В. Павлов. 2020. С. 292-295.
5. Желетдинов Р.Р. Натурные испытания железобетонных плит перекрытия в строящемся жилом доме. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры НИУ МГСУ. Москва, 2020. С. 866-868.
6. Карбашева А.М. Культура строительного производства подрядных организаций при капитальном ремонте многоквартирных домов В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ. 2020. С. 285-288.
7. Дровникова Е.М. Сейсмоакустическая дефектоскопия сплошности свайных фундаментов. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ. 2020. С. 207-209.

## МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В РАМКАХ РАБОТ ПО ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ

*Кузина И.С., студентка 2-ого курса 14 группы ИСА  
Научный руководитель - Римшин В.И., проф., д.т.н.*

**Аннотация.** Обследование - комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих эксплуатационное состояние, пригодность и работоспособность объектов обследования и определяющих возможность их дальнейшей эксплуатации или необходимость восстановления и усиления. Когда производятся работы по реконструкции памятников архитектуры обследование и мониторинг играют решающее значение, они выполняются в рамках научно-исследовательских и изыскательских работ и в соответствии нормативно-технической документацией. В данной работе приведено техническое обследование здания культурного наследия, которое входит в ансамбль музейной территории и имеет историческую ценность.

**Ключевые слова:** обследование объектов культурного наследия, разрушающий контроль, работоспособное состояние, мониторинг, реконструкция здания.

**Введение.** В статье представлена методика технического обследования объектов культурного наследия в рамках работ по их реконструкции. Цель настоящего обследования – определение фактического состояния строительных конструкций и фундаментов здания для подготовки материалов для реконструкции и определения необходимости выполнения защитных мероприятий на период работ [1-3].

Территория размещения музейного городка ГМИИ им. А.С. Пушкина имеет особую историческую и культурную ценность. Здесь находятся более двадцати памятников архитектуры, истории и культуры, а также сохранившиеся участки археологических культурных напластований и строительных остатков старой Москвы XIV–XVIII веков, в том числе и Белого города, образующие в целом уникальный архитектурный ансамбль заповедной зоны центра Москвы – «архитектурный городок» (XVII–XXI в.в.). На рис. 1 представлен главный фасад здания.

**Методика проведения обследования.** Здание музея трехэтажное с подвалом, построено в конце XIX века, является памятником архитектуры. Имеются подземный переход в соседнее здание и коллектор современных годов постройки, выступающие за габариты здания. По конструктивной схеме здание бескаркасное с несущими кирпичными стенами.

Фундаменты здания ленточные, выполнены из рваного камня известняка на известковом растворе. Фундаменты подземного коллектора и перехода выполнены в виде монолитной железобетонной плиты. Общее состояние фундаментов здания оценивается как работоспособное. Основанием фундаментов обследуемого здания служат пески мелкие, средней плотности.

Наружные и внутренние стены здания выполнены из красного глиняного кирпича на известковом растворе. Стены выполнены из красного глиняного кирпича и керамического камня на известковом растворе. Стены коллектора и перехода выполнены из монолитного железобетона. Общее состояние наружных и внутренних стен оценивается как работоспособное.

Междуэтажные перекрытия здания – кирпичные своды с опиранием на кирпичные стены, а также, кирпичные своды по металлическим балкам с опиранием на кирпичные стены. Состояние междуэтажных перекрытий оценивается как работоспособное [4-5].



**Рис. 1.** Главный фасад здания

Полы здания покрыты натуральным камнем, керамической плиткой и др. Состояние полов здания оценивается как работоспособное.

Дверные заполнения в здании деревянные и металлические. Состояние дверных заполнений здания оценивается как работоспособное.

В здании установлены современные пластиковые оконные заполнения с отдельными переплетами. Состояние оконных заполнений оценивается как работоспособное.

Основными дефектами и деформациями конструкций здания являются волосные трещины и следы замачивания в штукатурном слое фасадов здания, а также трещины в карнизе фасадов над 1-м и 3-м этажом.

В целом, состояние строительных конструкций здания оценивается как работоспособное.

При разработке рабочего проекта реконструкции объекта: «Комплексная реконструкция, реставрация, техническое перевооружение и новое строительство объектов имущественного комплекса Государственного музея изобразительных искусств имени А.С. Пушкина. Строительство инженерных сетей и сооружений» необходимо предусмотреть мероприятия по недопущению разуплотнения и утечек грунта основания фундаментов существующего здания или другие защитные мероприятия, определенные по

расчету влияния реконструкции на окружающую застройку. Проектные решения строительства должны исключать динамическое воздействие на конструкции и грунты основания существующего здания. В соответствии с МГСН. 2.07-01, здание – памятник архитектуры, многоэтажное, бескаркасное, относится к II категории, предельная дополнительная осадка для здания не должна превышать 1 см., относительная разность осадок –  $6 \times 10^{-4}$ . На период работ по реконструкции необходимо вести мониторинг технического состояния здания с периодичностью 1 раз/ 2 недели [6-7].

Различают два вида технического обследования: разрушающие и неразрушающие. Разрушающие методы проводятся в лаборатории. Инженеры-обследователи берут образцы материалов из исследуемого строения и дробят их для исследования свойств.

Неразрушающие методы включают в себя испытания, проводимые на объекте в основном с использованием спецоборудования.

Оценка прочности материалов рассматриваемого здания производилась неразрушающим методом с помощью склерометра ИПС-МГ 4.03, предназначенного для определения прочности материала в конструкциях методом упругого отскока. Прочность материалов определялась по соответствующим тарировочным кривым в зависимости от величины отскока бойка. Используемые для определения прочности кирпича и раствора тарировочные кривые были построены на основе сопоставления результатов достаточно большого числа ранее проведенных испытаний этих материалов разрушающими и неразрушающими методами. Результаты определения прочности кирпичной кладки, приведенные в настоящем техническом заключении, носят оценочный характер.

Была проведена статистическая обработка результатов испытаний материалов. Оценка прочности проводилась по среднему значению  $\bar{R}$  из  $n$  замеров, проведенных в каждом месте  $\bar{R} = \frac{(\sum R_i)}{n}$ , где:  $R_i$  - прочность по

отдельному замеру. Вычислялся коэффициент вариации  $v = \frac{\sigma}{R}$ , где

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (\bar{R} - R_i)^2}}{(n-1)}$$
 –среднеквадратическое отклонение.

Определение условной марки кирпича по прочности на сжатие осуществлялось по формуле  $B = \bar{R} \cdot (1 - t_\alpha v)$ , где  $t_\alpha$  – коэффициент Стьюдента [8-9].

**Выводы.** Обследование объекта культурного наследия производилось в соответствии с действующими нормативными документами. Были проведены работы по оценке состояния несущих конструкций и фундаментов методами неразрушающего контроля. На основании проведенного обследования было определено, что техническое состояние конструкций является работоспособным.

## Библиографический список

1. Римшин В.И., Кузина Е.С., Кузина И.С. Методы инструментального обследования в ходе комплексных работ по оценке технического состояния зданий водоочистки Университетская наука. 2019. № 2 (8). С. 17-22.

2. Rimshin V., Aralov R. Sustainable regeneration of urban areas. В сборнике: E3S Web of Conferences 2019. С. 01011.

3. Римшин В.И., Трунтов П.С. Комплексное обследование технического состояния строительных конструкций, подвергшихся воздействию пожара Университетская наука. 2019. № 2 (8). С. 12-16.

4. Римшин В.И., Кузина Е.С., Филькова Н.В. Методы технического обследования стен жилого дома в городе Москве для мероприятий в ходе капитального ремонта. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 47-51.

5. Kuzina E., Rimshin V., Kurbatov V. The reliability of building structures against power and environmental degradation effects В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic edition. 2018. С. 042009.

6. Трунтов П.С. Обзор программного обеспечения для работы с информационной моделью (BIM) объектов ЖКХ при эксплуатации В сборнике: Дни студенческой науки Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации. Электронный ресурс. 2018. С. 343-347.

7. Кузина Е.С. Методы определения армирования несущих железобетонных конструкций как один из этапов эксплуатации и капитального ремонта зданий и сооружений В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности Электронный ресурс: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 1007-1009.

8. Римшин В.И., Кузина Е.С., Неверов А.Н. Принципы инструментального обследования стен многоквартирного дома при организации капитального ремонта Недвижимость: экономика, управление. 2017. № 2. С. 37-40.

9. Римшин В.И., Кузина Е.С., Хамракулов Р.Д. Анализ технического состояния несущих конструкций сооружений водоподготовки и водоотведения для последующего их усиления В сборнике: Безопасность строительного фонда России проблемы и решения материалы Международных академических чтений. 2019. С. 294-302.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛИЩНЫМ ФОНДОМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕГО БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Лебедь Н.М., студент 2-го курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

В статье рассматривается проблема высокой аварийности и недостаточной безопасности эксплуатации жилищного фонда в РФ, снижающая эффективность его управления. Изученные материалы отечественных авторов [1-3] определяют актуальность исследования, которая заключается в не снижающемся уровне аварийности жилищного фонда РФ, сосредоточением ответственности в сфере управления эксплуатацией жилищного фонда, высокими затратами на обеспечение безопасности. Целью исследования является предложение варианта решения проблем в сфере обеспечения безопасности эксплуатации при управлении жилищным фондом в РФ. Для достижения цели в статье решены следующие задачи:

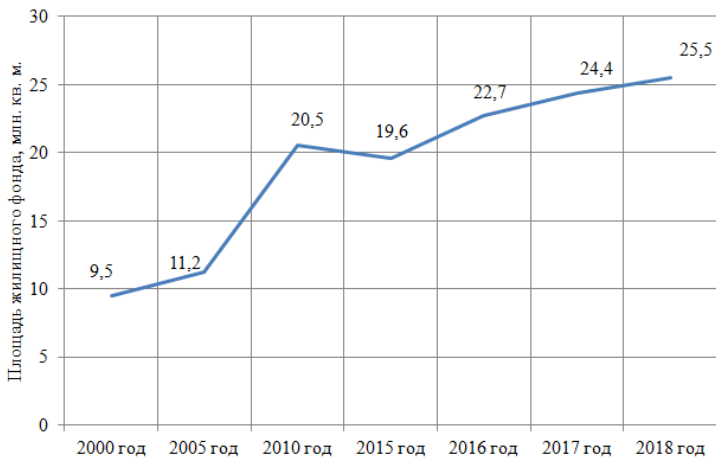
- определены современные проблемы обеспечения безопасной эксплуатации при управлении жилищным фондом в РФ;
- выделены рассматриваемые в теории и на практике аспекты обеспечения безопасной эксплуатации при управлении жилищным фондом в РФ;
- предложен вариант повышения эффективности управления и ответственности контроля в сфере обеспечения безопасности жилого фонда при его эксплуатации.

Вопросам обеспечения безопасности эксплуатации в настоящее время уделяется пристальное внимание. В научных источниках безопасность в этой сфере рассматривается с позиции:

- конструктивных аспектов, как конструктивная безопасность жилых зданий, регламентируемая нормативными требованиями обеспечения безопасности, заключается в том, чтобы в условиях действия эксплуатационных, возможных чрезвычайных и разрушительных нагрузок объекты жилищного фонда должны служить защитой, а не травмирующим фактором и угрозой для здоровья и жизни граждан [4];
- экологических аспектов, как экологическая безопасность жилых зданий или обеспечение защиты граждан от негативных факторов окружающей среды, в частности в сфере обращения отходов [5];
- инженерно-технических аспектов, как безопасность коммунально-инженерной инфраструктуры, как ее соответствие санитарно-гигиеническим и требованиям эксплуатации, надежности работы [6];
- обслуживающих аспектов, как безопасность проведения капитальных и текущих работ, в том числе учитывающих качество используемых материалов при создании, эксплуатации и обслуживании жилищного фонда [7].

Остроту рассматриваемой проблеме придают увеличивающаяся площадь аварийного жилищного фонда РФ (см. рис. 1).

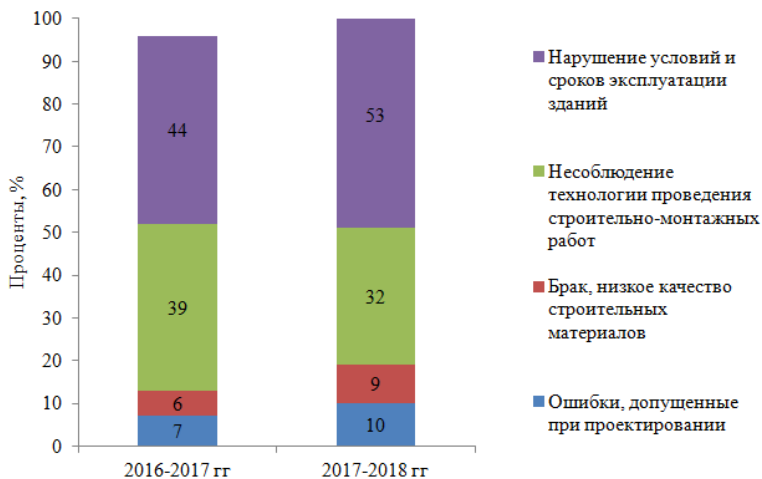




**Рис. 1.** Площадь аварийного жилищного фонда РФ, млн. кв. м. [8]

Наиболее тяжелыми следствиями такой ситуации являются частичное и полное обрушение жилых зданий, в большинстве своем влекущее человеческие жертвы. Например, к категории чрезвычайной ситуации отнесено обрушение одного подъезда (с 3 по 10 этаж) 10-ти этажного панельного жилого дома в Челябинской области, г. Магнитогорске 31.12.2018 г., в результате которого погибло 39 человек [9].

Анализ причин аварий зданий представлен на рис. 2.



**Рис. 2.** Структура причин обрушения зданий в процессе строительства и эксплуатации [10]

Среди основных тенденций на долгосрочную перспективу с позиции возникновения чрезвычайных ситуаций на официальном уровне названы:

- рост числа взрывов бытового газа в жилом секторе;
- высокий уровень аварийности на объектах [9].

Из данных положений следует, что эксплуатация жилищного фонда в соответствии с требованиями обеспечения безопасности позволит не только снизить напряженность чрезвычайной обстановки в РФ, предотвратить аварийность на объектах ЖКХ, увеличить срок службы зданий и комплекса инженерных сооружений [6], но и снизить затраты, повысить эффективность управления жилищным фондом. В связи с этим постановка контроля на всех этапах обеспечения безопасности и, в частности, при его эксплуатации приобретает особое значение.

Сейчас ответственность за обеспечение безопасности жилищного фонда в РФ все чаще перекладывается на управляющие компании, в ведении которых находится 1275344 многоквартирных домов, так как такая форма, в том числе за счет передачи собственниками и товариществами собственников жилья им функций управления признана наиболее выгодной и действенной (см. рис. 3).

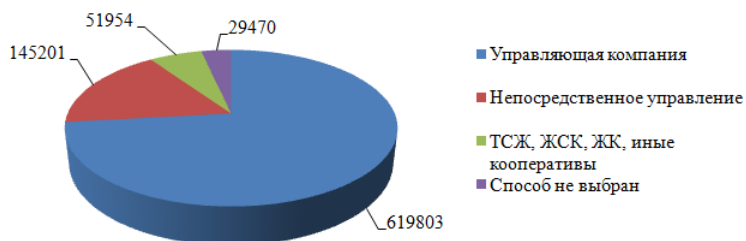
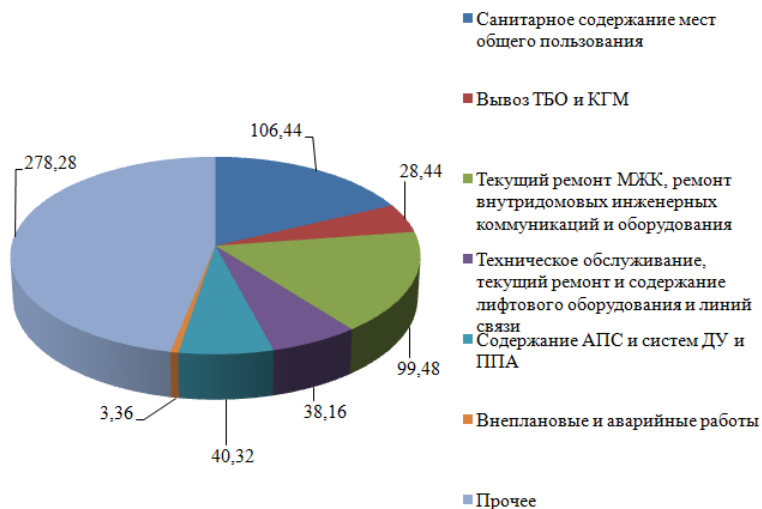


Рис. 3. Распределение МКД в РФ по способам управления [11]

На примере управляющей компании ООО УК «Логистика», в ведении которой находится МКД в МЖК «Каскад» по данным 2019 года выявлено, что затраты по обеспечению безопасности определяют порядка 38,4% от всех эксплуатационных расходов многоквартирного дома. Это составляет 26,9 руб. в месяц на 1 кв. м. жилищного фонда или 316,2 руб. на 1 кв. м. в год (см. рис. 4).

Часть таких расходов можно снизить, а следовательно, повысить эффективность управления, а также действенность контроля в сфере обеспечения безопасности жилого фонда при его эксплуатации можно путем организации добровольческих бригад на базе общественной структуры, организованной по принципу «ЖКХ-контроль-безопасность» при взаимодействии объединений собственников с органами местной власти, территориальными органами государственного контроля и надзора и другими обучающими и координирующими структурами на основе информационных автоматизированных систем [12]. Подобный опыт есть в развитых странах, например, в Латвии, Эстонии, Канаде, Сербии, Франции, по такому прин-

ципу обеспечивается экологическая, пожарная безопасность при эксплуатации жилищного фонда и этот опыт заслуживает внимания [13].



**Рис. 4.** Структура затрат управляющей компании ООО УК «Логистика» на эксплуатацию многоквартирного дома с учетом обеспечения безопасности жилого фонда, руб. / кв. м. в год

В заключение можно сделать следующие выводы: в рамках данной статьи рассмотрены проблемы обеспечения безопасности эксплуатации при управлении жилищным фондом в РФ, снижающие его эффективность. Показана ее актуальность в связи с неуклонно растущим уровнем аварийности в жилищно-коммунальной сфере. Установлено, что достижение поставленной в работе цели возможно организационными инструментами, которые предложены в теории и используются на практике, в этой связи изучен отечественный и зарубежный опыт. Направлением дальнейшего исследования является проработка механизма взаимодействия общественных, властных, контрольно-надзорных, координирующих и других структур в системе «ЖКХ-контроль-безопасность».

#### Библиографический список

1. Саморядов С.В., Баженов В.К., Червонцева М.А. Эксплуатация зданий и сооружений: проблемы и решения // Вестник Московского информационно-технологического университета – Московского архитектурно-строительного института. 2019. № 3. С. 20–25.
2. Dement'eva M. Factors of quality reduction of exploitation of pitched roofs with a cold attic in conditions of dense urban development // В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2017. Vol. 106. P. 02019. doi: 10.1051/matecconf/201710602019.

3. Лебедь Н.М., Дементьева М.Е. Современные проблемы и тенденции в управлении жилищным фондом // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2020. № 4 (15). С. 106–113.

4. Лебедев И.В. Надежность конструкций жилых зданий // Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ, 2020. С. 132–134.

5. Никитина П.А. Инновационные технологии и оптимизация в сфере сбора и транспортировки твердых коммунальных отходов // Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ, 2020. С. 151–156.

6. Плюсина Е.В. Оценка изменений пропускной способности канализационных труб жилого дома в процессе эксплуатации // Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ, 2020. С. 181–185.

7. Дементьева М.Е. Планирование капитального ремонта жилищного фонда // В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. сборник материалов международной научной конференции. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». 2017. С. 809-813.

8. Федеральная служба государственной статистики. Аварийный жилищный фонд. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/13706/>, свободный.

9. Прогноз чрезвычайной обстановки на территории Российской Федерации на 2020 год от 25.12. 2019 № 6276-19-3-2. МЧС. Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (Федеральный центр науки и высоких технологий). [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.rossvyaz.gov.ru/](http://www.rossvyaz.gov.ru/), свободный.

10. Двенадцатый ежегодный статистический отчет по обрушениям от ГЦЭ. Статистика обрушений. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gce.ru/index.php/press-sluzhba/statistika-obrusheniy/>, свободный.

11. Размещение информации о многоквартирных домах в разрезе способов управления. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dom.gosuslugi.ru/#!/wdgt-mkd-control-method/>, свободный.

12. Дементьева М.Е., Дементьева А.В. Возможности применения BIM-технологий при разработке эксплуатационных программ // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 8 (1008). С. 43–45.

13. Лебедь Н.М., Дементьева М.Е. Отечественный и зарубежный опыт управления объектами жилищно-коммунального хозяйства // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2021. № 1 (16). С. 107–114.

## КАК ОБЪЕДИНИТЬ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ СТОРОНЫ “МОКРОГО” И ВЕНТИЛИРУЕМОГО ФАСАДОВ

*Магомедов О.Г., студент 3-го курса 20 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Доможиллов В.Ю., ст. преп.*

В настоящее время все здания, как возводимые, так и построенные ранее требуют всё более современных, прогрессивных, и технологичных решений в области экономии энергозатрат на эксплуатацию существующего фонда. Одним из решений, по улучшению энергоэффективности здания, является применения многослойных фасадных систем, в состав которых входят материалы с наименьшим, по сравнению с другими строительными материалами, коэффициентом теплопередачи. На сегодняшний день есть несколько видов таких фасадов, в том числе, относительно новый, вентилируемый и, проверенный временем, “мокрый” фасады.

ВФС (вентилируемая фасадная система) призвана решать две задачи:

Первая – дизайнерская (существует большое многообразие материалов и цветовых решений).

Вторая - эксплуатационная, применяемый в этих системах утеплитель заметно улучшает теплотехнические характеристики наружных стен [2]. Снижается теплопроводность, а также парциальное давление водяного пара внутри здания. Как правило, парциального давления водяного пара больше снаружи (за счёт разницы температур и выделения влаги в эксплуатируемом помещении), поэтому такая система одновременно с утеплением обеспечивает наиболее лёгкое удаление избыточной влаги из внутренних помещений, несущих стен и утеплителя. К тому же данное решение по капитальному ремонту фасада вполне технологично. Однако, следует учесть, что в ходе эксплуатации ВФС выявлен целый ряд системных проблем. Наиболее часто используемая в качестве теплозащитного слоя ВФС минеральная вата, в результате комплексного воздействия различных эксплуатационных факторов, уплотняется и даёт усадку. Усадка и деформация, уплотнение ватного утеплителя влекут за собой резкое снижение его теплофизических свойств и, как следствие, повышение теплопотерь здания [1].

Сквозь зазоры в фасадной облицовке во время дождей, особенно с ветром, вода может проникать под декоративные экраны и впитывается утеплителем. При небольших воздушных прослойках под действием усадки толщина минераловатных плит в нижней их части увеличивается, в результате чего в системе вентфасада сокращается воздушный зазор и ухудшается вентилиция и процесс выведения влаги из утеплителя. Установлено, что 16 основных лет эксплуатации привели к увеличению толщины плиты на 40%, снижению прочности и двухкратному увеличению теплопроводности [1]. В результате действия всех этих факторов происходит водонасыщение утеплителя и резкое снижение его теплоизолирующих свойств: насыщенная влагой вата превращается уже не в теплоизоляционный, а в теплопроводящий материал. Следствием чего являются впитывание влаги в тело стены.

А из-за этого проявляются такие процессы как: понижение температуры и повышение влажности в помещениях, появление плесени, грибков, формальдегидов и гнили. Появляется вероятность частичного обрушения теплоизоляционного материала, в следствии постепенной осадки утеплителя вниз по конструктиву системы под весом собственной увеличившейся тяжести. Применение же в системах ВФС специальных ветро-гидрозащитных покрытий (к примеру, полиэтиленовая плёнка) или дорогостоящих мембран приводит к значительному росту стоимости системы, к тому же она не решает на 100% проблем снижения тепло- и звукоизоляционных характеристик наружных стен в результате воздействия влаги. Более того опыт показывает, что пожар, возникший в одной из квартир, по этим мембранам моментально распространяется по всему фасаду (что не способствует увеличению уровня безопасности эксплуатации здания).

Хотя, надо отметить, что уже существуют пожаробезопасные мембраны с группой горючести КМ-0. Как например «Изолтекс НГ-200», однако сопротивление паропроницанию у неё в пять раз больше, чем у минваты (0,2 мг/ м<sup>2</sup>ч Па против 0,04 у минераловатной плиты), что будет способствовать задержанию влаги в утеплителе. А сами мембраны стали применяться из-за того, что воздушная прослойка между экраном и утеплителем, которая и обеспечивает вентиляцию последнего, при многоэтажном строительстве создаёт такую тягу, что волокна минераловатного утеплителя просто выветриваются из плиты. В результате снижения объёма и утери прочности материала данных плит часть волокон ломается и превращается в пыль [1]. Срок службы минеральной ваты не превышает 35 лет в спокойных условиях [3], а тут она ещё и дефрагментируется под действием ветра в зазоре. А бюджетные варианты крепежа из оцинкованной стали прекратят нести нагрузку через 5–10 лет (конечно, есть и более долговечные, но дорогие метизы из нержавеющей стали) [4]. Часто встречающиеся предложения по использованию в качестве утеплителя пенополиуретана, пенополистирола и прочих полимерных вспененных утеплителей можно не рассматривать в принципе из-за их высокой пожароопасности, что вкупе с воздушным зазором может привести к быстрому распространению огня по всему фасаду [5].

Что же касается “мокрого” фасада, то оштукатуривание деревянных и кирпичных стен, а также стен из природного камня известковыми, глиняными, цементными и смешанными растворами известно человечеству много веков и также хорошо изучено. Сегодня распространена многоуровневая конструкция облицовки фасада, состоящая из нескольких основных слоёв: теплоизолирующий, армирующий, финишный или отделочный. Подобное решение призвано решать две задачи: первая это архитектурно - декоративные решения. Вторая задача носит сугубо прагматический характер — это утепление ограждающих конструкций, для снижения тепловых потерь в отопительный период, а как следствие – экономии энергии, затрачиваемой на отопление здания.

Все виды мокрых многослойных фасадов можно разделить на два типа по принципиальным конструктивным и технологическим решениям. Это тяжёлые и лёгкие.

Тяжёлые – где плиты утеплителя закрепляются металлическими метизами к стене здания, с внешней стороны теплоизоляционный материал армируется сеткой. После чего на утеплитель наносятся штукатурный и финишный слои. Данный метод можно использовать только для стен с большим запасом прочности, ибо образуется рычаг, один конец которого жёстко закреплён в стену, другой находится под действием момента вызванного нагрузкой от пирога утеплителя. В зданиях с навесными наружными панелями крайне нежелательно подобное крепление непосредственно к наружным стенам.

Лёгкие – когда материал утеплителя фиксируются на дюбеля из полимерных материалов и клей непосредственно к самой стене. Далее наносится штукатурный раствор посредством армирующей стекловолоконной сетки. Данный способ вызывает увеличение массы стены в столь малом объёме, что им можно пренебречь. Недостатком отделки фасада, выполненной по “мокрой” технологии, является - требование идеально ровной поверхности. При неимении таковой увеличивается стоимость отделки, поскольку стены придётся выравнивать уже в процессе [6].

**Одним из наиболее эффективных утеплителей является экструдированный пенополистирол.** Это лёгкий материал с низким коэффициентом теплопроводности: 25-45 кг/куб.м. и при температуре +25 градусов по Цельсию около 0,032 Вт/м\*К. (0,026 при +10 градусах). Для сравнения: 4 см ЭППС сопоставимы с 14 см дерева, 38 см бетона.

Другие технические характеристики экструдированного пенополистирола выглядят таким образом:

1. Водопоглощение - 0,2 %. Влага не глубоко проникает только в поверхностный слой, так как структура материала представлена закрытыми ячейками. Полимер в целом может использован в качестве дополнительной гидроизоляции основания.

2. Паропроницаемость - 0,007-0,012 мг/м\*ч\*Па. Это говорит о том, что полотно практически не «дышит», что объясняется ограничения по применению без устройства вентиляционных систем.

3. Морозостойкость - От 1000 циклов. Технические и физические параметры сохраняются при охлаждении плит до -50 градусов по Цельсию. Возможно снижение теплопроводности после 1000 циклов заморозки-оттаивания на 5 %.

4. Рабочая температура - от-50 до+75 градусов по Цельсию. При нагревании полимерного полотна свыше +80 градусов начинается выделение токсичных веществ. Поэтому для внутренних работ в помещениях с такими перепадами лучше выбрать альтернативный утеплитель.

5. Горючесть - Г3, Г4. Применение антипиреновых компонентов позволяет снизить класс до Г1. Полностью исключить способность к горению нельзя. Но сопротивление к возгоранию у материала достаточно высокое,

чтобы можно было без опаски использовать его в промышленном, городском и частном строительстве.

6. Звукопоглощение - 25 Дб. ЭППС серии XPS применяется на объектах, где нужна изоляция от шумов ударного типа.

7. Срок службы - От 45 лет. Заявленный производителем срок службы справедлив только при условии соблюдения технологических требований к монтажу.

Этим достоинства не ограничиваются. Плитам также характерно следующее:

- инертность к грибкам и плесени (синтетическое полотно не является питательной средой для бактерий с паразитами);
- устойчивость полимерных изделий к гниению и естественному разложению;
- универсальность применения без необходимости дополнительной влагозащиты утеплителя ЭППС.

Химическая инертность пенополистирола не абсолютная. Плиты разрушаются под воздействием таких строительных материалов, как:

- масла – продукты нефтепереработки;
- растворители – ацетон, толуол;
- битумные мастики и клеевые, лакокрасочные материалы на основе неорганических растворителей.

Стоит отметить, что некоторые достоинства ЭППС могут быть также недостатками. К таким свойства относят паропроницаемость, синтетический состав, ячеистая структура.

Рассмотрим детальнее каждый параметр:

1. Материал не «дышит». При утеплении конструкций точка росы смещается в сторону теплоизоляции. То есть у пенополистирола влага будет скапливаться и обращаться в конденсат, так как через плиты пар не проходит.

2. Полимерный состав по природе не может быть отнесён к абсолютно экологичной группе материалов.

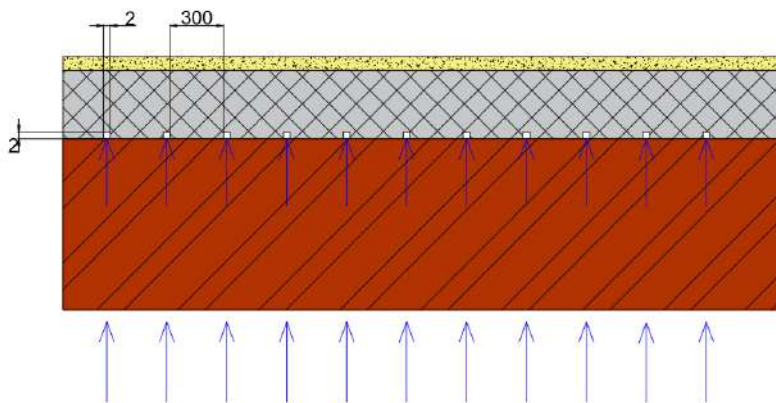
3. Высокая плотность достигается за счёт экструзии, но при этом утеплитель не меняет структуру вспененного полистирола. Это объясняет возможность применения материала как дополнительной шумоизоляции. Но поглощать и отражать звуковые волны ЭППС не может, только приглушать (снижать амплитуду колебаний).

Кроме перечисленного к недостаткам относится чувствительность к ультрафиолетовым лучам. То есть утеплитель подлежит обязательной защите от прямого воздействия со стороны солнца. Это может быть обшивочный или облицовочный материал, штукатурка.

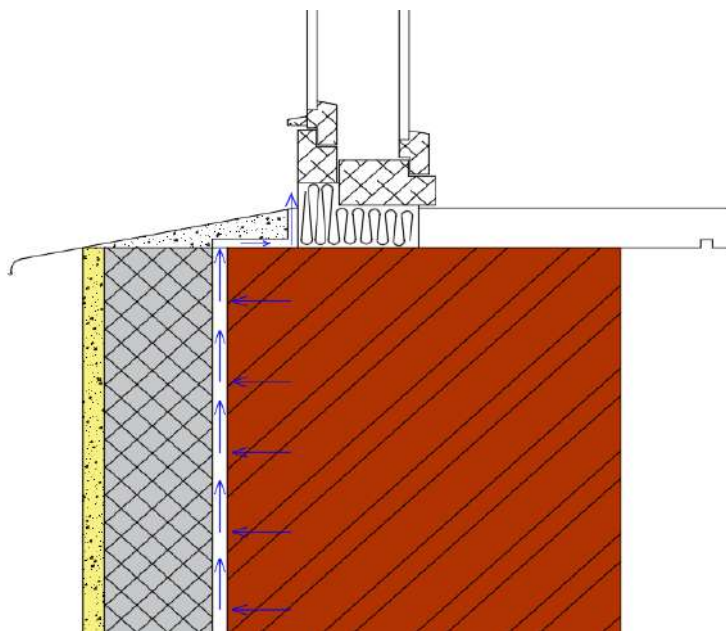
Использование данного теплозащитного материала в вентилируемых навесных фасадах опасно с точки зрения пожаробезопасности. При его использовании, в штукатурных фасадах, возникает задержка влаги в теле стены, что приведёт к скоплению конденсата, а следовательно: теплопотерям, ускоренному старению материала и образованию биологических поражений.



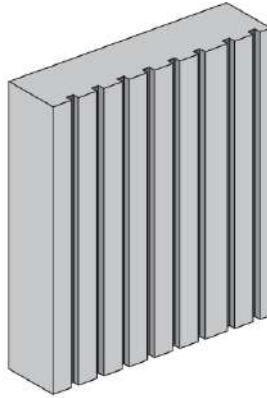
Мною предлагается совместить положительные стороны вентилируемого и “мокрого” фасадов, путём введения на тыльной части плиты экструдированного пенополистирола вертикальных борозд, размером 2x2 мм и с шагом 300 мм, в которых будет собираться влага и выводиться в атмосферу аналогично вент. фасадам. Использоваться такие утеплители будут в системах штукатурного фасада.



**Рис. 1.** Схема движения влаги через толщу стены



**Рис. 2.** Схема удаления влаги из конструкции стены



**Рис. 3.** Плита экструдированного пенополистирола с вертикальными бороздами

Я считаю, что введение вертикальных борозд не усложнит технологию производства экструдированного пенополистирола, но повлечёт за собой замену некоторого оборудования, что не должно вызывать сложностей у таких крупных производителей утеплителя как ТЕХНОНИКОЛЬ.

#### Библиографический список

1. Мацейко Е. Вентилируемые фасады «за» или «против». Всероссийский отраслевой интернет-журнал «Строительство.ru».
2. Немова Д.В. информационный портал «pro FASAD».
3. Дементьева М.Е. Оценка и обеспечение эксплуатационных свойств конструкций зданий. МГСУ, 208-231 с.
4. Колесова Е.Н. Навесной вентилируемый фасад. Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура 2016- № 2.
5. Доможилков В.Ю. Эксплуатационные проблемы систем навесных фасадов с воздушным вентилируемым зазором.
6. Доможилков В.Ю. Эксплуатационные особенности утепления наружных стен по технологии штукатурного фасада.
7. СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно – эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях».
8. СанПиН «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий».
9. СП 255.1325800.2016 «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения».
10. СП 23-101-2004 «проектирование тепловой защиты здания».
11. СП 112.13330.2011 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

# РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТНИКОВ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СЛУЖБЫ, ОТВЕТСТВЕННЫХ ЗА ПРИЕМ И ОБРАБОТКУ ПОСТУПАЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ

*Марченко М.Г., студент 3-го курса 21 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Афанасьев Г.А., доц., к.э.н.*

## 1. Введение

Техническая эксплуатация жилых зданий включает работы по контролю технического состояния, поддержанию работоспособности и исправности оборудования, наладке и регулировке, подготовке к сезонной эксплуатации, а также устранению внезапных поломок оборудования и аварийных ситуаций. Подробное описание можно найти в [1-6].

## 2. Математическая модель. Основные результаты.

Схема функционирования отдела диспетчерской службы (ОДС) представляет собой сложную систему, состоящую из нескольких составных частей [1-6]. Мы рассмотрим процесс поступления, приема и обработки информации в ОДС. Поток вызовов  $X$  можно разделить на две части: одна с интенсивностью  $\lambda_1$  носит информационный характер, а другая с интенсивностью  $\lambda_2$  содержит информацию о возникших аварийных состояниях и неисправностях на инженерном оборудовании. Поскольку диспетчер тратит время на обработку запросов обоих потоков, будем считать, что в систему поступает поток суммарной интенсивности  $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$ .

В качестве математической модели мы рассмотрим систему массового обслуживания с отказами. Входящий поток вызовов  $X$  будем считать пуассоновским с интенсивностью  $\lambda$ , что соответствует большинству реальных систем. Это следует из того, что как доказано в теории вероятностей, пуассоновский поток можно рассматривать как сумму большого числа потоков малой интенсивности. Число работников ОДС – это число приборов  $m$  в системе обслуживания, а время занятости работника, обработкой одного вызова – случайная величина  $\xi$ , называемая временем обслуживания. Ее функция распределения – вероятность  $P \xi \leq x = B(x)$  со средним  $b = E\xi = \int_0^{\infty} x dB(x)$ . Мы считаем, что если в момент поступления запроса все работники заняты, то запрос теряется, т.е. в качестве модели берем систему обслуживания с отказами. Мы хотим найти оптимальное число работников, исходя из одного из двух описанных далее критериев. Во-первых, отметим, что как следует из теории массового обслуживания [7] вероятность того, что занято  $j$  работников в стационарном режиме определяется формулой

$$P_j = \frac{\frac{(\lambda b)^j}{j!}}{\sum_{k=0}^m \frac{(\lambda b)^k}{k!}} \quad j=0,1,\dots,m. \quad (1)$$

Поэтому вероятность того, что пришедший в систему вызов получит отказ, определяется как

$$P_m = \frac{(\lambda b)^m}{m \sum_{k=0}^m \frac{(\lambda b)^k}{k!}} \quad (2)$$

Первый критерий накладывает ограничение на вероятность потери вызова, то есть задается  $\varepsilon > 0$  и число работников  $m$  выбирается из условия

$$P_m = \frac{(\lambda b)^m}{\sum_{j=0}^m \frac{(\lambda b)^j}{j!}} < \varepsilon . \quad (3)$$

Второй критерий – стоимостной. Предположим, что  $C_1$  – расходы, связанные с наймом одного работника, а  $C_2$  – издержки от потери вызова в единицу времени. Тогда средние издержки в единицу времени определяются соотношением

$$W(m) = C_1 m + C_2 \lambda P_m . \quad (4)$$

Оптимальным считается количество работников  $m_0$ , при котором функция  $W(m)$  в (4) принимает минимальное значение.

Однако в реальной ситуации возникает проблема оценки параметров  $\lambda$  и  $b$ , поскольку, вообще говоря, они неизвестны. Если удастся наблюдать процесс поступления заявок  $X(t)$  и времена обслуживания требований  $x_j$ , принятых к обслуживанию, то задача решается традиционно [7].

В качестве оценок неизвестных параметров берем  $\hat{\lambda} = \frac{X(T)}{T}$ ,  $\hat{b} = \frac{1}{N(T)} \sum_{i=1}^{N(T)} x_i$ , где  $N(T)$  – число обслуженных за время  $T$  требований. Далее при большом  $T$  оценка  $\hat{P}_m$  получается из формулы для  $P_m$  с заменой  $\lambda$  на  $\hat{\lambda}$  и  $b$  на  $\hat{b}$ .

Теперь нам следует найти  $m$  из условия (3) при первом критерии и минимум функции  $\hat{W}_T(m) = C_1 m + C_2 \hat{\lambda} \hat{P}_m$  при втором критерии.

Однако в реальной ситуации наблюдается только процесс  $q(t)$  (число занятых работников в момент  $t$ ,  $t \in (0, T)$ ). Обозначим  $N^+(T)$  – число скачков вверх процесса  $q(t)$ , а  $\tau_m(T)$  – время пребывания  $q(t)$  в состоянии  $m$  за время  $(0; T)$ . При большом  $T$  в качестве оценок  $\lambda$  и  $P_m$  можно взять

$$\hat{\lambda} = \frac{N^+(T)}{T - \tau_m(T)}, \quad \hat{P}_m = \frac{\tau_m(T)}{T}, \quad \text{так что } \hat{W}_T m = C_1 m + C_2 \frac{N^+(T)}{T(1 - \hat{P}_m)} \hat{P}_m.$$

Для процесса на рис. 1. имеем  $m = 4$ ,  $T = 38$ ,  $N^+ T = 12$ ,  
 $\tau_m T = 3u \hat{\lambda} = \frac{12}{35}$ ,  $\hat{P}_m = \frac{3}{38}$ .

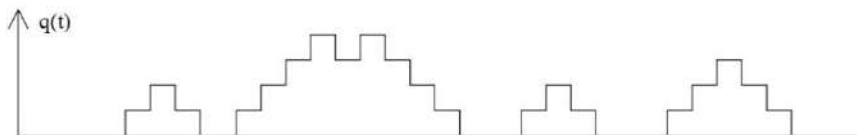


Рис. 1. График  $q(t)$  для  $m = 4$

### 3. Заключение

Предложена математическая модель для расчета числа работников диспетчерской службы ЖКХ, основанная на теории массового обслуживания. Найден подход к статистической оценке неизвестных параметров в предположении, что в каждый момент времени известно количество вызовов, находящихся на обслуживании. Поставлена задача определения оптимального числа работников с помощью двух критериев стоимостного и ограничивающего вероятность отказа.

#### Библиографический список

1. Техническая эксплуатация зданий и инженерных систем: учебник / под ред. Е.А. Король. – М.: МИСИ-МГСУ, 2020. 116 с.
2. Нотенко С.Н., Римшин В.П., Ройтман А.Г. и др. Техническая эксплуатация зданий Учебник под ред. В.И. Риммина и А.М. Стражникова. М: Высшая школа. 2008. 639 с., §7.7. с. 272-287.
3. Кузни П.Я., Мищенко В.П., Мищенко С.А. Управление технической эксплуатацией зданий и сооружений, Москва. ИНФРА-М. 2017. учебник. Гл. 3. §3.2.
4. Рощина С.М., Лукин М.В., Лисятников М.С., Тнмахова П.С. Техническая эксплуатация зданий и сооружений. М: 2018. 232 с.
5. Король О.А., Бакунова С.Ю., Мажирын М.Ю. Технологии пролонгации межремонтных сроков отдельных инженерных систем после капитального ремонта жилищного фонда. Строительство и архитектура / Construction & Architecture. 2020. № 3(28). Том 8. С. 79-82.
6. Столбов К..В. Статистические методы контроля качества строительных работ. - М.: Стройиздат. 1982. 87 с.
7. Саати Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. Москва, из-во Советское радио 1971.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЯ С НАДСТРОЙКОЙ ВЕРХНИХ ЭТАЖЕЙ

*Новокищнов А.А., студент 2-го курса магистратуры 6 группы ИИЭСМм  
Научный руководитель – Римшин В.И., проф., д.т.н.*

Надстройка является наиболее эффективным приемом реконструкции малоэтажных зданий, поскольку позволяет решить сразу несколько актуальных проблем в управлении городской застройкой:

- Предоставление дополнительных объемов площадей, особенно там, где это максимально востребовано в исторической, центральной части без расширения площади застройки. При этом, как правило, не требуется дополнительных средств на создание или расширение инфраструктуры жилого образования: инженерных сетей, транспортного обеспечения и культурно-бытового обслуживания.

- Рациональное использование земельного участка. Особенно это имеет значение в современных условиях, когда земля выступает в качестве товара и стоимость ее постоянно растет.

- Продление жизненного цикла и повышение эксплуатационной надежности зданий.

- Повышение теплоэнергетической эффективности здания. Использование различных конструктивных схем надстроек этажей позволяет получать разнообразные архитектурно-планировочные решения с увеличением тепловой защиты верхних ограждающих конструкции здания в сочетании с утеплением наружных стен при облицовке.

- Обновление и преобразование архитектурного вида домов и улиц в единый комплексный ансамбль. Путем надстройки выравнивается этажность зданий. Если между домами существуют разрывы, то их застраивают, объединяя вставками в единый комплекс.

Перед разработкой проекта по надстройке здания проводится тщательное обследование его технического состояния, конструктивных элементов, фундаментов и основания под ними, чердачного перекрытия, система вентиляции, расширительные баки и трубопроводы. Особое внимание при обследовании уделяется несущим конструкциям. Определяется их запас прочности и делается расчёт несущей способности с учетом дополнительной нагрузки от надстраиваемых этажей. Также в расчетах учитываются условия инсоляции, поскольку дополнительная надстройка этажей может привести к изменению освещенности. Рассматривается состояние внутренних коммуникаций, технических устройств, определяются места присоединения к ним соответствующих систем надстраиваемой части здания. Предложения по устройству надстройки основываются на допущении о возможности использования несущей способности конструкций здания и грунтов основания.

Как показала практика, для крупнопанельных домов первых массовых серий запас несущей способности невелик, при этом большинство капи-

тальных многоэтажных зданий старой застройки характеризуется значительным запасом прочности. Благодаря повышенной толщине стен и широкой конструкции фундаментов надстройка верхних этажей в них не вызывает затруднений. Вследствие уплотнения грунта не требуется усиление подземной части таких зданий так как, уже через 10-15 лет после возведения многоэтажных зданий нагрузки на основания можно увеличивать приблизительно на 30%. Многочисленные обследования показали, что практически повсеместно состояние оснований кирпичных и полносборных домов послевоенного и более позднего поколения позволяет надстраивать на 1-3 этажа.

Следует отметить, что в конструктивном плане надстройки чрезвычайно разнообразны:

- стены надстраиваемой части повторяют несущие стены существующего здания;
- внутренние несущие стены заменяют в надстройке колоннами;
- применяют пояса жесткости по стенам существующего здания;
- возводят самостоятельную каркасную систему по верху надстраиваемой части;
- устанавливают надстройку на самостоятельных опорах (метод «Фламинго»);
- промежуточные опоры в возводимой надстройке не возводят, а передача нагрузки осуществляется только на наружные стены через систему мощных прогонов или ферм, спрятанных в толще перегородок;
- применяют подвеску перекрытий в надстройке к стропильным фермам;
- выполняют надстройку с использованием предварительно напряженных ригелей;
- и т.д. с комбинациями всех перечисленных и не перечисленных решений надстройки зданий.

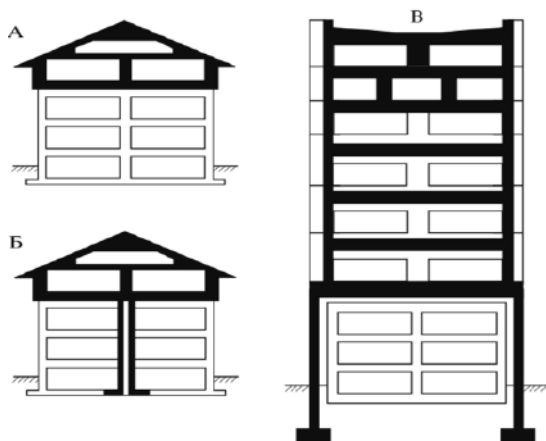
Среди всего разнообразия можно выделить основные два типа надстроек, которые представлены на рис. 1.

1 – реконструкция с восприятием нагрузки от надстраиваемых этажей на старое здание.

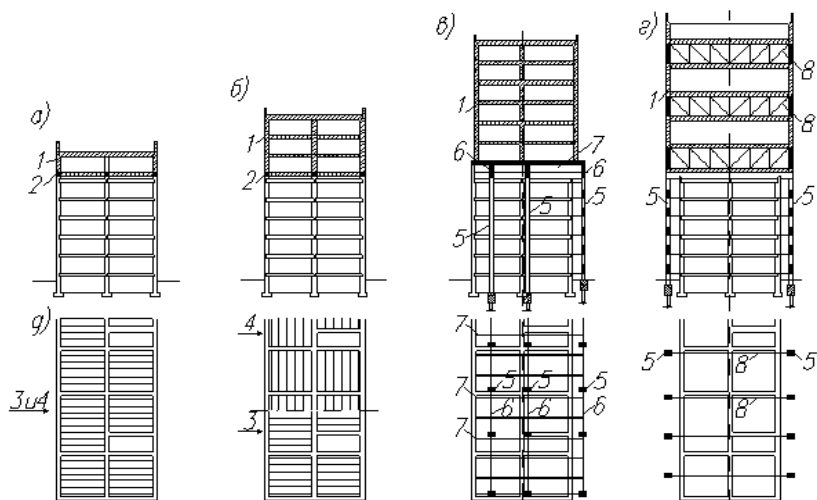
2 – с передачей массы надстраиваемых этажей на самостоятельные фундаменты.

По конструктивным схемам надстройки можно разделить на три вида: нагружающая, нагружающая с изменением конструктивной схемы и ненагружающие варианты схем представлены на рис. 2.

Обычная нагружающая надстройка (рис. 2, а) – это продолжение здания в высоту с сохранением его внутренней структуры, особенностей габарита, несущего стенового или другого остова. Почти все здания традиционной постройки в два этажа и более можно надстроить на 1-2 этажа, исходя от состояния их оснований, фундаментов и стен.



**Рис. 1.** Типы надстроек (конструктивные схемы выделены черным цветом): А – передача нагрузки от надстройки на конструкции существующего здания; Б – передача части нагрузки от надстройки на дополнительные колонны; В – передача нагрузки от надстройки с поперечными балками-стенками на внешние колонны с самостоятельным фундаментом



**Рис. 2.** Конструктивные схемы надстроек: а – нагружающая надстройка; б – нагружающая надстройка с изменением конструктивной схемы; в – ненагружающая надстройка на платформе основания; г – ненагружающая надстройка с поэтажными балками (фермами, рамами); д – схемы распределения несущих элементов перекрытий; 1 – надстраиваемые этажи; 2 – пояс жесткости; 3 – перекрытия, имеющиеся в здании; 4 – перекрытия надстраиваемых этажей; 5 – колонна надстройки; 6 – главные балки платформы основания; 7 – второстепенные балки; 8 – фермы надстройки



Нагружающие надстройки с изменением конструктивной схемы здания (рис. 2, б) производят путем высвобождения от дополнительной нагрузки, т. е. массы надстраиваемых этажей передается на конструкции, которые в существующем здании не нагружены или слабо нагружены. Надстройка с изменением конструктивной схемы выполняется, когда требуемый объем надстройки нельзя осуществить обычным способом, что обосновывается в процессе обследования. Например, ранее нагрузка в здании воспринималась продольными несущими стенами, а при надстройке нагрузка перераспределена на поперечные стены. Таким образом, масса надстройки передается более равномерно.

Ненагружающие надстройки опираются на самостоятельные конструкции (рис. 2, в, г) то есть, надстройка не передает нагрузку на существующее здание. При такой конструктивной схеме надстройка может быть сооружена над любым зданием. Конструктивное решение ненагружающих надстроек представляет собой устройство новых опор или других несущих элементов надстраиваемой части с собственным фундаментом (метод Фламинго, Встроенного каркаса) в виде монолитных бетонных массивов или набивных свай. Данные несущие конструкции можно устанавливать, как внутри габарита существующего здания, так и вне его.

Несущий остов надстраиваемых этажей имеет два конструктивных варианта:

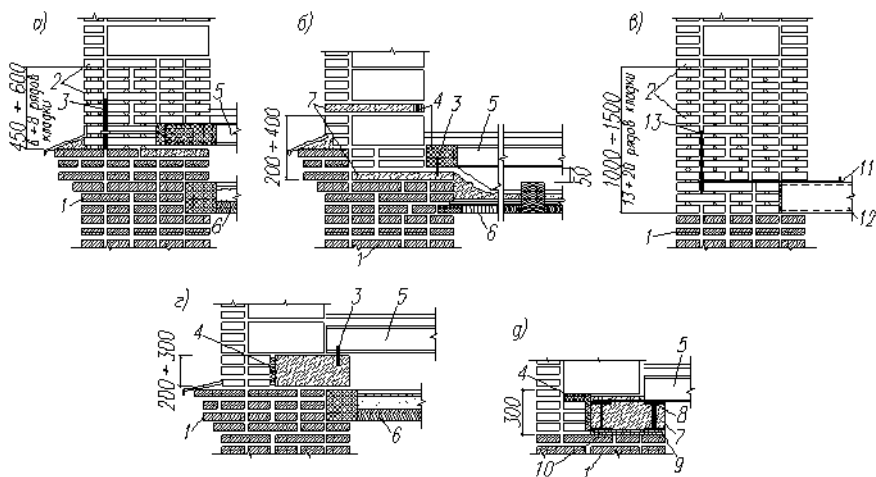
- возведение платформы (стола) основания, на котором надстраиваемые этажи могут иметь различные конструктивные решения (рис. 2, в);
- установка в каждом этаже или через этаж несущих элементов из балок, устанавливаемых на колоннах надстройки в виде ферм, рам (рис. 2, г).

При обычных надстройках без усиления и с изменением конструктивной схемы обязательно предусматривают устройство поясов жесткости по верху всех старых стен для увеличения жесткости стенового остова и более равномерной передачи нагрузки от надстройки, также в них фиксируют балки или плиты перекрытий. Конструкцию пояса жесткости выбирают в зависимости от состояния кладки стен, учитывая максимальные размеры пояса по вертикали, величину и распределение нагрузки. Варианты поясов жесткости:

- железобетонный малой жесткости в виде 6-8 рядов кладки с армированными стержнями диаметром 10 мм;
- то же большой жесткости, представляющий собой такую же конструкцию, но при высоте 13-20 рядов кладки;
- пояс железобетонный в виде двух плит в один ряд высотой 100-200 мм;
- то же высотой 150-300 мм; железобетонный пояс с жесткой арматурой в виде прокатных профилей.

Для снижения массы в надстройках применяют облегченные конструкции стен в виде облегченной кладки, блоков ячеистого бетона, может быть использован многослойный вариант, с применением рифлёного металла или керамических, бетонных камней с частичным утеплением теплоизо-

ляционными материалами. Чердачное перекрытие старого здания изменяет свое назначение и становится междуэтажным перекрытием, производится его усиление или устраивается дополнительное, которое воспримет нагрузки от надстраиваемого этажа. Надстройки зданий, имеющих избыточную ширину корпуса, обращается внимание на устройство вентиляции. В средней части таких зданий, удаленной от светового фронта, образуется тень, поэтому к устройству вентиляции предъявляются повышенные требования по сравнению с новым строительством. Кроме вытяжной вентиляции с естественной тягой в кухнях и санитарных узлах, в надстройке такая же вентиляция должна быть устроена во всех помещениях, удаленных от светового фронта на расстояние более 6 м, а также в неосвещаемых общих коридорах домов.



**Рис. 3.** Примыкание старой и новой кладки при нагружающей надстройке здания: а, б – пояс малой жесткости; в, г, д – пояс большой жесткости железобетонных (г) и армированных прокатной сталью (д), армокирпичных (а, в) и железобетонных (б); 1 – старая кладка; 2 – армокирпичный пояс; 3 – анкер крепления балки нового перекрытия; 4 – утеплитель; 5 – новое перекрытие; 6 – существующее чердачное перекрытие; 7 – ж/б пояс жесткости; 8 – сварной шов; 9 – двутавровые балки; 10 – планки; 11 – горизонтальный анкер крепления железобетонной многопустотной панели; 12 – железобетонная многопустотная панель; 13 – вертикальный анкер крепления железобетонной многопустотной панели

Ведущим процессом при надстройке зданий является комплекс работ по возведению несущих стеновых конструкций и устройству перекрытий. Технология производства работ предполагает применение захватной схемы работ, обеспечивающей ритмичную работу основного цикла и совмещение других строительных процессов. В качестве захватки принимается секция дома или его часть. Совмещение работ по возведению кирпичной кладки и

устройству перекрытий достигается путем использования технологических решений, обеспечивающих примерно одинаковую их продолжительность, что позволяет использовать поточные методы ведения работ.

#### Библиографический список

1. Афанасьев А.А., Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий Часть II Технологии реконструкции жилых зданий и застройки - Москва 2008, 458 с.
2. Бедов А.И., Габитов А.И., Знаменский В.В. Обследование и оценка технического состояния оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Часть, АСВ, 2014, 705 с.
3. Гучкин, И.И., Техническая эксплуатация и реконструкция зданий. – М.: АСВ, 2016, 344 с.
4. Лебедева В. М., Технология реконструкции зданий и сооружений, Инфра-Инженерия, 2020, 201 с.
5. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные параметры микроклимата в помещениях».
6. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
7. ГОСТ Р 56733 2015 «Здания и сооружения. Метод определения удельных потерь теплоты через неоднородности ограждающей конструкции».
8. СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003.

## К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ ПРИ ИХ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

*Плотников А.Д., магистрант 1 курса 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Король О.А., доц., к.т.н.*

**Введение.** Проблема энергоэффективности жилых многоквартирных домов возникает в результате меняющейся правовой и нормативной базы Российской Федерации. В результате этого возникает необходимость приведения состояния зданий в соответствие со нововведёнными требованиями, в том числе требованиями, касающимися энергетической эффективности.

Приведение зданий в соответствующее нормативное состояние возложено на программу капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах согласно [2]. Однако, требования [1] в части сдачи объекта после капитального ремонта в соответствующем энергосберегающем состоянии выполняются далеко не всегда и далеко не во всём.

В виду вышеперечисленного, необходимо рассмотреть проблемы обеспечения энергоэффективности и возможности достижения при капитальном ремонте.

Проблематикой энергоэффективности так или иначе занимались разные учёный. Исследования можно найти в работах М.А. Дариной [3], Р.Д. Зильберова [4], С.В. Корниенко [5], Д.А. Михеева [6], Л.А. Опариной [7], Н.В. Шилкина [8].

Данные работы являются основой в последних научных изысканиях в области энергоэффективности жилых многоквартирных домов.

Основой данной статьи являются научные изыскания в области организации капитального ремонта жилых многоквартирных домов с целью достижения нормативного энергоэффективного состояния.

**Материалы исследования.** При рассмотрении организационных вопросов области капитального ремонта необходимо рассмотреть возможности формирования фонда капитального ремонта. Согласно [2] существуют два способа накопления средств на проведение работ по капитальному ремонту общего имущества в жилых многоквартирных домах:

- на счёте регионального оператора;
- на специальном счёте.

Если рассмотреть на примере города Москвы количество домов, состоящих на специальных счётах и на счёте регионального оператора в разные годы, представленные в табл. 1, то можно выявить ряд закономерностей.

Исходя из полученных результатов, видно, что количество МКД, формирующих фонд на специальном счёте, возрастает от года к году на 0,1%. Эти данные необходимо учитывать при разработке способов повышения и доведения до нормативных требований температурно-влажностного режима жилых многоквартирных домов, так как приведение здания в нормативное энергоэффективное состояние является весьма дорогостоящим и

накопление на специальном счёте может вызвать ряд трудностей, связанных с формированием фонда капитального ремонта и выполнения региональных программ капитального ремонта общего имущества в жилых многоквартирных домах.

Таблица 1

**Сравнительная статистика способов формирования фонда капитального ремонта**

Год		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Специальный счёт	Кол.	2807	2942	3076	3084	3133	3196
	%	8,84	9,09	9,43	11,10	11,21	11,31
Счёт регион. оператора	Кол.	28946	29409	29556	24688	24809	25068
	%	91,16	90,91	90,57	88,90	88,79	88,69
Перешли со спецсчёта на счёт регион. оператора	Кол.	-	20	24	28	38	15
Перешли со счёта регион. оператора на спецсчёт	Кол.	6	126	143	78	87	78
D	Кол.	-6	-106	-119	-50	-49	-63

Д.А. Михеев [6] в ходе своих исследований пришел к выводу о том, что имеются значительные тепловые потери в зданиях советского массового домостроения. Таким образом проблема энергоэффективности является весьма актуальной.

Согласно исследованиям М. А. Дариной [3] в многоэтажных зданиях количество тепловых потерь только путем инфильтрации возрастают в 1,5-2 раза по отношению к предыдущему этажу. А следовательно, при разработке проектов повышения энергоэффективной необходимо грамотно подходить к замене светопрозрачных конструкций, относящихся к общему имуществу в многоквартирном доме.

Р.Д. Зильберов [4] доказывает необходимость производить работы по повышению энергоэффективности многоквартирных домов в рамках капитального ремонта. Данный момент выглядит весьма логичным, так как капитальный ремонт направлен на поддержание работоспособности здания и его составляющих элементов, а также на улучшение качества проживания в многоквартирном доме. Задачи энергоэффективности в целом преследуют те же цели и также связаны с ремонтно-строительным процессом. Однако, это связано с определённым набором проблем в области экономики. Если учитывать возрастающий интерес к специальным счетам со стороны собственников жилья, то можно выделить проблему сложности накопления фонда капитального ремонта. Если обратиться к табл. 1, то можно увидеть, что количество домов, переведённых со специального счёта на счёт регио-

нального оператора, довольно велико. Это происходит потому, что собственники жилья не успевают накопить необходимую сумму для проведения работ по капитальному ремонту в определённые сроки. Если добавить в программу капитального ремонта работы по улучшению энергоэффективности, как это сделала, например, Республика Башкортостан, то есть риск увеличения отказа от специального счёта. Таким образом, может сбиться тенденция перехода от накопления средств на счету регионального оператора на специальный счёт, наметившаяся в Москве и ряде других регионов России.

С.В. Корниенко [5] рассматривает повышение энергоэффективности в жилых многоквартирных домах за счет изменения температурно-влажностного режима здания, прежде всего за счёт вентиляции. И тут вновь возникает несколько проблем. Во-первых, система вентиляции не подпадает под программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах. Во-вторых, система вентиляции бывает двух типов: в строительном и приставном исполнении. Если вентиляцию в строительном исполнении изменить невозможно в принципе, то изменение системы вентиляции в приставном исполнении будет подпадать под понятие «реконструкция», работы по которой в рамках капитального ремонта не проводятся, а следовательно проведение работ за счёт средств Фонда капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах является незаконным. В данной ситуации необходимо внесение существенных изменений в действующее законодательство.

Л.А. Опарина [7] систематизирует принципы работы по приведению зданий в нормативное энергоэффективное состояние и его мониторинг. Результаты её исследований приведены в табл. 2.

Необходимость проведения комплексных работ обосновываются и Н.В. Шилкиным [8]. В его исследованиях приводится технико-экономическое обоснование необходимости такого комплекса. Однако, и в данном вопросе имеется ряд проблем. Главная из них – это то, что работы по фасадам, крышам и система центрального отопления производятся независимо друг от друга и в разные периоды. Таким образом, возникает угроза недогрева или перегрева жилых помещений в здании.

**Результаты исследований.** По результатам проведённых можно выделить основные проблемы в области энергоэффективности жилых многоквартирных домов:

1. Вопрос энергоэффективности связан не только с общедомовым имуществом, но и с имуществом жителей, юрисдикция капитального ремонта на которое не распространяется.

2. Вопрос формирования средств фонда капитального ремонта, связанный с невозможностью формирования такого фонда на специальном счёте в случае включения работ по улучшению энергоэффективности здания.

3. Вопрос, связанный с изменением режима работы системы вентиляции в случае изменения температурно-влажностного режима здания, юрисдикция капитального ремонта на которые не распространяется.

4. Вопрос, связанный с комплексностью работ по капитальному ремонту.

Таблица 2

### Системотехнические принципы энергоэффективности зданий

Наименование	Содержание
Функционально-системный	Системообразующим фактором жизненного цикла энергоэффективных зданий как строительных систем является конкретный результат (целевая функция) функционирования системы – достижение зданиями необходимого уровня энергоэффективности
Вероятностно-статистический	Процессы строительства зданий с запроектированным уровнем энергоэффективности связаны с мониторингом и контролем показателей, имеющих вероятностный характер в силу воздействия на них случайных факторов, поэтому организация процессов должна характеризоваться распределениями, отражающими вероятности достижения запроектированных величин
Имитационно-моделирующий	Здания как энергетические системы характеризуются показателем эффективности, в качестве которого принимают функционал от процесса функционирования, следовательно, для создания и последующей эксплуатации энергоэффективных зданий необходимо применения методов математического, имитационного, функционального моделирования
Интерактивно-графический	Методология организации и управления современным строительным производством в условиях повышения требований к энергоэффективности зданий требует применения технологий моделирования, как самого здания, так и процесса организации и управления его жизненного цикла
Инженерно-экономический	В процессе создания энергоэффективных зданий необходимо производить оценку энергоэффективности не только с технической, но и с организационной и экономической точек зрения

Все данные вопросы лежат в законодательной плоскости и связаны с необходимостью внесения изменений в действующее жилищное законодательство и нормативные документы.

### Библиографический список

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261 – ФЗ. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. Принят Государственной Думой Федерального Собрания Российской Федерации 11 ноября 2009 года. Ободрен Советом Федерации Федерального Собрания Российской Федерации 18 ноября 2009 года.

2. Федеральный закон Российской Федерации от 25 декабря 2012 г. № 271 – ФЗ. О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации. Принят Государственной Думой Федерального Собрания Российской Федерации 14 декабря 2012 года. Ободрен Советом Федерации Федерального Собрания Российской Федерации 19 декабря 2012 года.
3. Дарина М.А. Повышение тепловой эффективности малоэтажных гражданских зданий. [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 : защищена 12.01.2017 / Дарина Мария Александровна. – Пенза, 2016. – 172 с.
4. Зильберов Р.Д. Повышение эффективности ремонтно-строительного производства за счёт применения энергосберегающих технологий. [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08 : защищена 20.05.2015 / Зильберов Роман Дмитриевич. – Ростов-на-Дону, 2015. – 148 с.
5. Корниенко С.В. Повышение энергоэффективности зданий за счёт совершенствования методов расчёта температурно-влажностного режима ограждающих конструкций. [Текст] : дис. ... д-р. техн. наук : 05.23.03 : защищена 26.12.2018 / Корниенко Сергей Валерьевич. – Волгоград, 2018. – 378 с.
6. Михеев Д.А. Повышение тепловой эффективности наружных стеновых ограждений на основе анализа тепловизионных исследований. [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 : защищена 12.03.2010 / Михеев Денис Александрович. – Красноярск, 2010. – 176 с.
7. Опарина Л.А. Теоретические основы процессов организации жизненного цикла энергоэффективных зданий. [Текст] : дис. ... д-р. техн. наук : 05.02.22 : защищена 01.07.2016 / Опарина Людмила Анатольевна. – Иваново, 2016. – 300 с.
8. Шилкин Н.В. Методы повышения тепловой эффективности зданий и их экономическая оценка. [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.03 : защищена 03.10.2007 / Шилкин Николай Васильевич. – М., 2007. – 174 с.



## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Рючина А.А., студент ИИЭСМм 1-6*

*Научный руководитель – Дегаев Е.Н., доц., к.т.н.*

В течение последних пятнадцати лет в России и за её пределами ведется постоянная работа по усовершенствованию существующих методов обследования сооружений и зданий, а также технологий неразрушающего контроля, предназначенного для обследования объектов.

Для диагностики состояния конструкций требуются соответствующие инструменты и методы, обеспечивающие надежный неразрушающий контроль. Методы, приведенные в статье, позволяют выявить дефекты конструкций на ранних стадиях и предотвратить дальнейшие возможные последствия.

Ультразвуковой контроль был предложен в Советском союзе еще в 1928 г., который и сегодня является основным методом неразрушающего контроля строительных конструкций, как вновь возводимых, так и эксплуатируемых продолжительное время. Этим методом дефектоскопии можно контролировать трубопроводы, сварные швы, бетонные конструкции и т.д. Ультразвуковой метод имеет большое количество преимуществ:

- небольшая стоимость;
- не наносит вред человеку (безопасность);
- высокая чувствительность;
- можно проводить обработку результатов непосредственно на объекте технического обследования;
- при обследовании строительные конструкции не повреждаются.

К недостаткам ультразвукового метода относят:

- неточная точность оценки реальных характеристик дефектов;
- высокие требования к состоянию тестируемой поверхности.

Среди множества методов передачи и отражения наиболее широко используются сегодня в дефектоскопии: зеркально-теневой, эхо-метод и теневой. Эхо-метод дает возможность выявить не только дефект, но и определить его характер, размеры и координаты.

Суть ультразвуковых методов заключается в интерпретации импульсов звуковых волн. С помощью специального прибора – ультразвукового дефектоскопа на исследуемый объект подаются звуковые колебания определенной частоты. Пьезоэлектрический датчик улавливает сигналы и отправляет на прибор преобразованные импульсы. После этого импульсы преобразуются в изображение, которое и будет свидетельствовать о наличии или отсутствии дефектов.

Ультразвуковая толщинометрия обычно применяется, когда обследуемый объект удален или недоступен, то есть его нельзя померить механическим измерителем. Ультразвуковые толщинометры могут измерять толщину от 1 мм до 50 мм с точностью  $\pm 0,001$  мм.

Отрыва со скалыванием является достаточно надежным и точным, что и привело к большому распространению этого метода при обследовании строительных конструкций. Отрыв со скалыванием относится к методам прямого неразрушающего контроля и позволяет сразу оценить прочность бетонной конструкции на месте, как в промежуточном возрасте, так и после того, как бетон достигнет расчетного возраста.

Отрывы производятся на участках конструкций, которые не имеют видимых повреждений (например, оголение арматуры, трещины и т.д.). Испытания проводились при положительной температуре бетонной конструкции.

Еще одним достаточно популярным способом обследования конструкций является метод ударного импульса. К плюсам этого метода относят быстроту, бюджетность, а так же отсутствие сложных вычислений.

Сравнительные результаты методов неразрушающего контроля приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение результатов испытаний различными методами

Номер участка	Прочность бетон а, МПа						
	Ультразвук		Отрыв со скалыванием		Ударный импульс		Керны
	Результаты испытаний	% откл-ия	Результаты испытаний	% откл-ия	Результаты испытаний	% откл-ия	
Ж / 6	37,4	16,2	39,9	17,3	36,7	15,9	43,3
Ж / 7	34,2	12,6	35,91	13,3	34,0	12,5	36,9
И / 12	15,9	2,8	18,8	3,3	15,5	3,2	17,5
И / 13	32,3	7,8	23,2	5,6	20,2	7,0	24,1
К / 12	16,4	2,5	15,7	2,4	17,5	2,6	15,1
К / 13	32,7	8,1	24,3	6,0	27,8	6,9	24,8
Л / 8	25,8	6,9	26,8	7,1	24,4	6,5	26,6
Л / 12	34,9	13,8	38,6	15,3	41,8	16,5	39,4
М / 8	25,6	5,8	23,5	5,3	27,7	6,2	22,5
Н / 8	34,0	10,8	33,6	10,7	35,5	11,3	31,8
Средние отклонения	8,7		8,6		8,9		-

Сравнение полученных результатов производилось методом оценки отклонений по каждому методу от результатов прямых испытаний образцов кернов, взятых из тех же конструкций. По полученным результатам можно сделать вывод, что наиболее точным является отрыв со скалыванием (8,6% суммарных отклонений), затем идет ультразвуковой метод (8,7 % суммарных отклонений) и ударный импульс (8,9 % суммарных отклонений).

## Библиографический список

1. ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.
2. ГОСТ 17624-2012 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности.
3. Degaev E., Barkhi R. Integrated assessment of contractor's building production culture during facade repair. Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis 2019, MMSA 2019. 2020. С. 012066.
4. Degaev E., Razvalyaeva V., Sabenina S. Formation of water film from aqueous film forming foam drops on the surface of oil products. XXIst International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering: Construction - The Formation of Living Environment, FORM 2018. Сер. "IOP Conference Series: Materials Science and Engineering" 2018. С. 062037.
5. Degaev E., Rimshin V.I. Checking the integrity of piles by seismoacoustic defectoscopy. Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis 2019, MMSA 2019. 2020. С. 012153.
6. Желетдинов Р.Р. Натурные испытания железобетонных плит перекрытия в строящемся жилом доме. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры НИУ МГСУ. Москва, 2020. С. 866-868.

## УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ ЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

*Трунтов П.С., студент 2-го курса 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Римшин В.И., проф., д.т.н.*

В данной статье рассмотрены технические решения по усилению строительных конструкций административного здания с учетом его технического состояния. Техническое состояние конструкций определялось по результатам технического обследования здания. Для приближенной оценки технического состояния здания на основе имеющихся дефектов и повреждений выполнялось визуальное обследование несущих конструкций. При выявлении дефектов и повреждений, которые влекут за собой потерю несущей способности строительных конструкций выполняется инструментальное обследование [1, 5-8].

Обследуемое здание в плане сложной формы с габаритом пятна застройки 63х66 м, с максимальной высотой надземной части 27 м. Этажность в одном строительном объеме здания различная, 4-6 этажей. Высота этажей различная, имеются многочисленные перепады по плитам перекрытий. Имеется подвал под всей площадью здания [2-3].

Конструктивная система здания – неполный каркас, с ядрами жесткости в виде лестнично-лифтовых узлов, с продольными и поперечными несущими стенами, плитами перекрытий и покрытия, колоннами, балками [4, 11].

Вертикальными несущими конструкциями являются монолитные железобетонные колонны и стены. Колонны выполнены габаритами 400×400 мм и 500×500 мм, толщина стен – 250 мм [14-16].

Горизонтальными несущими конструкциями являются монолитные железобетонные плиты по монолитным железобетонным балкам. Балки выполнены сечением (Н×В) 500×250 мм, 500×400 мм и 500×500 мм, толщина плит перекрытия и покрытия – 250 мм.

Крыша здания плоская, малоуклонная, с мембранным покрытием и внутренним водостоком [12-13].

В ходе проведения обследования выявлены дефекты, снижающие несущую способность несущих железобетонных конструкций здания, такие как пониженная прочность бетона по сравнению с проектным значением, не соответствие фактического армирования конструкций проекту, не соответствие фактически выполненных конструкций проекту.

По результатам технического обследования было принято решение об усилении железобетонных колонн и балок в виде устройства железобетонных обойм [9-10].

Усилия в железобетонных элементах, усиленных обоймами, определялись с учетом увеличения их сечения, и, соответственно, изменения усилий, вызванных изменением жесткостных характеристик.

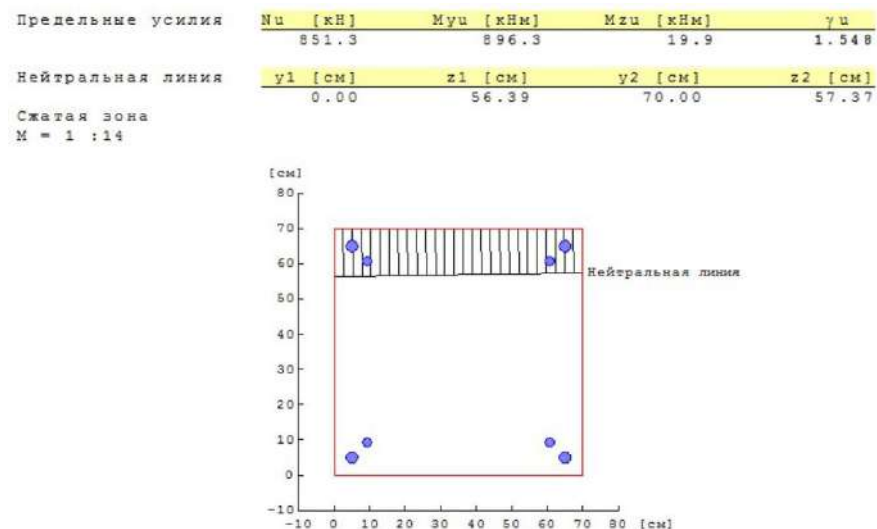
Учитывая ограничения современных программных комплексов по учету усиления, в запас были приняты некоторые положения по расчету:

- класс бетона принят по бетону существующих конструкций (класс бетона обойм в проекте усиления принят выше);
- при расчете прочности наклонных сечений учтена только добавляемая при усилении поперечная арматура.

Расчеты были произведены для колонн и балок, имеющих наибольший дефицит несущей способности.

Расчеты выполнялись с использованием программного комплекса «СТАТИКА» [17-19].

Результаты расчета железобетонных колонн приведены на рис. 1-2.



**Рис. 1.** Результаты расчета нормальных сечений колонны с учетом железобетонной обоймы усиления



**Рис. 2.** Результаты расчета наклонных сечений на припорном участке колонны с учетом железобетонной обоймы усиления (синей линией показана поперечная сила в колонне)

Результаты расчета нормальных сечений усиленной железобетонной колонны показывают, что запас несущей способности более 50%. В свою очередь результаты расчета наклонных сечений на припорном участке усиленной колонны показывают, что запас несущей способности менее 50% по всему элементу. Итоговый результат расчета подтверждает, что несущая способность усиленного элемента обеспечена.

На рис. 3-4 приведены результаты расчета железобетонной балки.

Пределные усилия	$N_u$ [кН]	$M_{yu}$ [кНм]	$M_{zu}$ [кНм]	$\gamma_u$
	-105.1	-1117.7	0.0	1.636
Нейтральная линия	$y_1$ [см]	$z_1$ [см]	$y_2$ [см]	$z_2$ [см]
	64.00	16.84	0.00	16.84

Сжатая зона  
M = 1 : 16

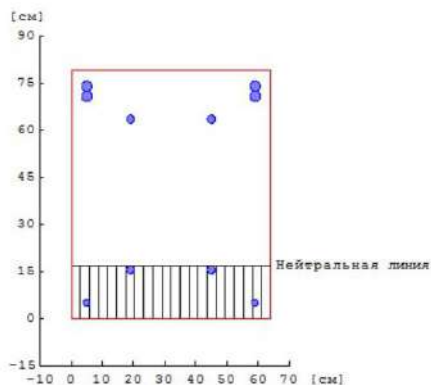


Рис. 3. Результаты расчета нормальных сечений балки с учетом железобетонной обоймы усиления

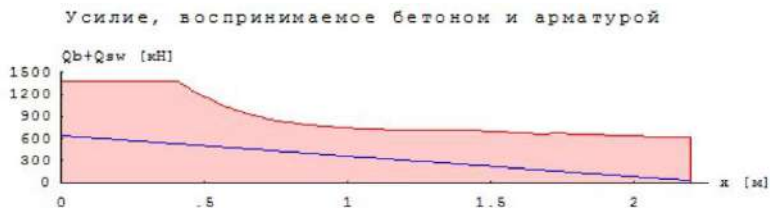


Рис. 4. Результаты расчета наклонных сечений на припорном балки колонны с учетом железобетонной обоймы усиления (синей линией показана поперечная сила в колонне)

Результаты расчета усиления железобетонными обоймами конструктивных элементов, имевших наибольший дефицит несущей способности, показывают, что принятое конструктивное решение усиления является эффективным и достаточным.

1. Варламов А.А., Римшин В.И. Модели поведения бетона. Общая теория деградации для студентов инженерно-строительных факультетов, получающих образование по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» / Москва, 2019. Сер. Научная мысль.
2. Кецко Е.С. Техническое обследование состояния фундаментов здания и грунтов, непосредственно подстилающих их подошву, в рамках работ по капитальному ремонту. В сборнике: Строительство. Архитектура. Дизайн. материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Курский государственный университет. Курск, 2020.
3. Кецко Е.С., Трунтов П.С., Кузина И.С. Комплексное обследование технического состояния конструкций илового резервуара. Университетская наука. 2020. № 2 (10).
4. Кузина И.С. Методика обследования технического состояния крыши. В сборнике: Строительство. Архитектура. Дизайн. материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Курский государственный университет. Курск, 2020.
5. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю. Технология и организация производства строительного комплекса. Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» / Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию в области строительства. Минеральные Воды, 2021.
6. Римшин В.И., Варламов А.А., Курбатов В.Л., Анпилов С.М. Развитие теории деградации бетонного композита Строительные материалы. 2019. № 6. С. 12-17.
7. Римшин В.И., Кецко Е.С., Трунтов П.С. Этапы технического обследования конструкций административного здания. Жилищное строительство. 2020. № 6. С. 22-28.
8. Римшин В.И., Кецко Е.С., Трунтов П.С., Кузина И.С., Быков Г.С. Поворотные расчеты строительных конструкций в рамках комплексного технического обследования. В сборнике: Актуальные проблемы строительной отрасли и образования. Сборник докладов Первой Национальной конференции, 2020.
9. Римшин В.И., Кецко Е.С., Трунтов П.С. Этапы технического обследования конструкций административного здания. Жилищное строительство. 2020. № 6.
10. Трунтов П.С., Кецко Е.С. Принципы инженерно-технического обследования строительных конструкций первичных отстойников. В сборнике: Строительство. Архитектура. Дизайн. материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Курский государственный университет. Курск, 2020.
11. Трунтов П.С., Римшин В.И. Усиление конструкций перекрытий спортивного комплекса в период реконструкции. В сборнике: Молодёжные инновации. сборник материалов семинара молодых учёных в рамках XXIII Международной научной конференции. Москва, 2020. С. 153-157.

12. Karpenko N.I., Eryshev V.A., Rimshin V.I. The limiting values of moments and deformations ratio in strength calculations using specified material diagrams. В сборнике: International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies electronic edition. Сер. "IOP Conference Series: Materials Science and Engineering" 2018. С. 032024.
13. Krishan A.L., Rimshin V.I., Troshkina E.A. Strength of short concrete filled steel tube columns of annular cross section. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. С. 022062.
14. Kuzina E., Cherkas A., Rimshin V. Technical aspects of using composite materials for strengthening constructions В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 21, Construction - The Formation of Living Environment. 2018. С. 032053.
15. Kuzina E., Rimshin V., Kurbatov V. The reliability of building structures against power and environmental degradation effects В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic edition. 2018. С. 042009.
16. Telichenko V., Rimshin V., Kuzina E. Methods for calculating the reinforcement of concrete slabs with carbon composite materials based on the finite element model В сборнике: МАТЕС Web of Conferences 2018. С. 04061.
17. Varlamov A., Rimshin V., Tverskoi S. A method for assessing the stress-strain state of reinforced concrete structures В сборнике: E3S Web of Conferences 2019. С. 02046.
18. Varlamov A.A., Rimshin V.I., Tverskoi S.Y. The modulus of elasticity in the theory of degradation. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. С. 022029.
19. Varlamov A.A., Rimshin V.I., Tverskoi S.Y. The general theory of degradation. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. С. 022028.



## СОВРЕМЕННЫЕ КРОВЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

*Холодкова О.В., студентка 4-го курса 21 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель - Петросян Р.С., преп.*

Капитальный ремонт здания помогает решить задачу энергоэффективности посредством модернизации его составляющих. К таковым можно отнести ремонт кровли, где используются современные конструкции.

Приоритетным критерием выполнения требований к энергетической эффективности капитально отремонтированного дома является реализация нормативных требований по удельному энергопотреблению.

В данной работе будут рассмотрены конструкции на основе инверсионной и напыляемой кровель, которые станут рациональной альтернативой привычным кровельным покрытиям.

Кровля является одной из составляющих частей любого здания. В большинстве случаев кровля подвержена воздействию внешних факторов, поэтому решение проблемы своевременного ремонта кровли необходимо для увеличения срока службы всего здания. Капитальный ремонт кровель осуществляется, когда старая кровля перестает выполнять свои основные функции: защита внутренних помещений от негативных атмосферных воздействий; создании благоприятного микроклимата внутри здания. Старые слои кровли часто содержат большое количество влаги, которая приводит к прогрессированию конденсата, а затем к распространению коррозии в несущей конструкции. Текущий ремонт кровли не способен полностью устранить содержащуюся внутри воду. Кроме этого, срок службы многих мягких кровель составляет менее 10 лет, поэтому вопросы капитального ремонта кровель требуют повышенного внимания.

Современной альтернативой традиционной кровли служит инверсионная кровля. Данный тип крыши стал применяться впервые в США.

Для улучшения теплоизоляционных свойств, на поверхности крыши устраивают полимерную пленку. Материал способен противостоять водной среде и влиянию отрицательных температур. Для утепления чердачных помещений используют пенополистерольные плиты с нанесением слоя цемента.

При устройстве традиционной кровли сохраняется классический порядок расположения слоев – гидроизоляция над слоем утеплителя. Так как гидроизоляция подвержена частым перепадам температур и механическим воздействиям это негативно сказывается на сроке эксплуатации кровли (10-15 лет). Главное отличие инверсионной кровли- гидроизоляция расположена под теплоизоляционным слоем, как представлено на рис. 1.

Данное расположение позволяет защитить гидроизоляционный слой от температурных перепадов и воздействия ультрафиолетовых лучей, тем самым увеличивая срок эксплуатации (20-25 лет).



**Рис. 1.** Устройство инверсионной кровли:

1 – основа, 2 – гидроизоляционный материал, 3 – теплоизоляция, 4 – дренажный и корнезащитный слой, 5 – грунт с растениями

В устройство традиционной плоской кровли входит основание, тепло- и гидроизоляция, дренажное и внешнее покрытие. В рассматриваемой крыше защитные слои расположены в противоположном порядке: утеплитель, расположенный над гидроизоляцией, позволяет избавиться от «слабых мест» плоской кровли.

Инверсионная кровля применима для зданий, где поверхность крыши имеет большую площадь, к таковым можно отнести фабрики и заводы, а также склады и производственные здания. Часто площадь кровли используется для организации встреч с большим количеством людей, что весьма актуально в современном мегаполисе. Крыша должна противостоять существенным механическим нагрузкам, поэтому покрытие устраивают из нескольких слоев.

Для обеспечения высокого уровня прочности и предотвращения накопления осадков на поверхности, используют железобетонные плиты под уклоном в 2-6 в направлении сливов. В основе гидроизоляции лежат ТПО, ПВХ мембраны или рулонные наплавляемые материалы, также широко используют стеклоизол.

Данный вид кровли также имеет ряд преимуществ: защита гидроизоляции от резких перепадов температур, влияние ветровых нагрузок, ультрафиолетового излучения, отрицательного воздействия паров воды, многофункциональность покрытия; надежность и долговечность: эксплуатационный срок инверсионной кровли – 50-60 лет; высокая, по сравнению с традиционными кровлями, теплостойкость. В связи с этим, установлено - срок службы значительно увеличивается, что является важным показателем при выборе конструкции кровли при капитальном ремонте. Данные преимущества актуальны, так как это увеличивает сроки проведения капитального ремонта.

В конструкцию нужно включать утеплители толщиной от 30 до 120 мм из пенопласта или экструдированного пенополистирола, которые обладают гидрофобными свойствами и сохраняют свои характеристики в условиях высокой влажности воздуха. Покрытие, которое обычно поддерживает

«пирог» – геотекстиль. Это промежуточное «звено» между внешними функциональными слоями и внутренней изоляцией.

Дренажный слой укладывают из гравия, а толщина слоя должна быть более 50 мм.

Недостатки: высокая стоимость материалов и работы; сложная технология монтажа, особенно для инверсионных крыш средней и высокой прочности; в случае протечек сложно найти причину, не вскрывая всю крышу.

### **Напыляемая кровля**

Принцип создания напыляемого покрытия заключается в распылении мелкодисперсного синтетически-полимерного состава по поверхности крыши, в результате чего на крыше образуется эластичная мембрана, обеспечивающая надежную гидроизоляцию кровли.

Поверхности для нанесения покрытия должны иметь однородную структуру, быть чистыми, сухими, свободными от пыли, участков стойких загрязнений.

Для обеспечения максимальной адгезии покрытия с основанием и эффективного запечатывания открытых после абразивной обработки пор минеральную поверхность следует тщательно грунтовать. Грунтование бетона, равно как и других пористых оснований, является обязательной операцией перед нанесением на них НПП.

Важным критерием для успешного нанесения изоляционного покрытия является превышение температуры поверхностей деталей над точкой росы не менее чем, на 3 гр. Покрытие наносится в один, два или несколько слоев. Жидкая резина хорошо ложится на любой материал. В качестве гидроизоляционного покрытия используется смесь, в состав которой входят битум, полимеры, вода. При соединении с воздухом состав застывает, образуя прочное, стойкое соединение. Толщина нанесения жидко резины зависит от предполагаемой нагрузки на крышу, а также от материала, на который он наносится. Наплавленная кровля в местах стыков и соединений с элементами конструкции должна накладываться в несколько слоев.

### **Особенность покрытия полиуретаном**

Полимеры обеспечивают долговечность и надежность. Нанесенный состав на поверхность приобретает твердость, но при этом обладает эластичностью. Под воздействием влаги и температурных перепадов жидкая резина не трескается и не отслаивается. Высокая морозостойкость и стойкость к высоким температурам позволяет эксплуатировать данный состав в любой климатической зоне. Состав противостоит Уф-излучению. Слой материала толщиной 2 миллиметра сопоставим по прочности с четырехслойным рубероидом, но при этом обладает меньшей себестоимостью.

Также к достоинствам данного покрытия можно отнести -высокую скорость монтажа и простоту монтажа гидроизоляции. Отсутствие швов по напыляемой поверхности делают данную поверхность надежной и универ-

сальной. Состав, изготовленный на водной основе, помогает избежать дополнительного испарения воды. Данная конструкция не имеет крепежей, что позволяет избежать повреждения эластичного покрытия и уменьшить время работы специалиста. Жидкая резина устойчива к большинству химических веществ.

Также на поверхности данной крыши не образуются вздутия, свойственные рулонным материалам.

Состав наносится в холодном виде, его не нужно дополнительно нагревать.

Таким образом, использование современных материалов таких, как инверсионная и напыляемая кровли являются рациональным решением в качестве конструкции кровли при проведении капитального ремонта. Стоит отметить: данные виды кровли имеют недостатки, однако преимущества присущие современным конструкциям определяют выбор того или иного материала.

#### Библиографический список

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

2. Альбом типовых проектных решений по капитальному ремонту многоквартирных жилых домов [Электронный ресурс]. – А.: Фонд капитального ремонта многоквартирных жилых домов сахалинской области, - Режим доступа: <http://xn----0tbfcabda.xn--p1ai/files/kapremont2020.pdf>.

3. СП 368.1325800.2017 Здания жилые. Правила проектирования капитального ремонта. М: ОАО «ЦПП», 2011.

4. Зобкова Н.В. Проектирование и технология устройства крыш с мягкой кровлей: учеб. Пособие/ Н.В. кровельные материалы. Практическое руководство / М.В. Панасюк. Ростов н/Д: Феникс, 2005. 448 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА НАПЛАВЛЯЕМЫХ КРОВЕЛЬ

*Гайфутдинова А.Л., студентка 3-го курса ИИЭСМ*

*Хромя О.А., студентка 3-го курса ИИЭСМ*

*Научный руководитель – Король О.А., доц., к.т.н.*

Кровля – это неотъемлемый элемент любого здания. От качества ее исполнения зависит безопасность дома и ее обитателей [1-2].

Наплавляемая кровля – это битумные и битумно-полимерные материалы. Если говорить о составе наплавляемой кровли, то это – пятислойная гидроизоляционная мембрана, у которой на основу нанесено вяжущее вещество, а с внешних сторон находится каменная посыпка и легкоплавкая пленка [3].



**Рис. 1.** Структура наплавляемой кровли

Преимущества наплавляемой кровли:

- достаточно быстрый монтаж;
- отличная шумо- и гидроизоляция;
- морозостойкость, некоторые производители даже разрешают производить укладку кровли при температуре  $-20^{\circ}$ .
- высокая ремонтпригодность;
- практичность, такую кровлю разрешено укладывать поверх старого покрытия;
- долговечность, способность выдерживать высокие температуры без изменения состава. Например, SBS-битум позволяет спокойно переносить нагрев покрытия до  $+90-100^{\circ}\text{C}$ .

Ремонт кровли бывает двух видов: капитальный и профилактический. О необходимости капитальных ремонтных работ вам скажет большое количество вздутий, трещин, отслоений, разрывов кровельного покрытия. Показанием к капремонту так же являются протечки [4].

Капитальный ремонт предусматривает полную смену изношенного кровельного покрытия с укладкой взамен него нового. Следует понимать, что итоговая стоимость ремонта в этом случае существенно возрастает, равно, как и повышается сложность проводимых мероприятий.

Как и в ситуации с текущим ремонтом, здесь предусмотрена очерёдность действий, хотя итоговая последовательность определяется в каждом конкретном взятом случае прямо на месте. Дело в том, что при нормальном состоянии какого-либо из слоёв кровельного пирога, тот или иной этап может быть пропущен без снижения итогового качества[5].

- Мероприятия по капитальному ремонту включают в себя:
- Демонтаж изношенного кровельного покрытия;
- Удаление цементной стяжки и слоя теплоизолятора;
- Приведение в порядок прослойки с пароизоляцией;
- Восстановление работоспособности внутреннего водостока;
- Укладка нового теплоизоляционного материала;
- Выполнение разуклонки – для этих целей подходит песок;
- Установка новых воронок по внутреннему водостоку;
- Монтаж стяжки на цементной или иной основе;
- Грунтование стяжки после её застывания;
- Укладка мягкой кровли с соблюдением при этом технологических аспектов;

- Нанесение верхнего слоя со свето- и огнеотражающим эффектом.

В завершение проверяют покрытие на исключение участков возможного скапливания влаги. Для этого заливают крышу водой, обводят мелом места её простоя, после чего убирают воду и просушивают основу. Помеченные места покрывают ещё одним слоем материала толщиной в 1 мм и заливают поверх горячим битумом. После застывания на него наносят защитный состав[6].

### **Ремонт кровли в Финляндии**

Крыша является важной частью фасада здания, и суровые климатические условия Финляндии предъявляют высокие требования к кровле. Однако о ремонте крыши не так много говорят, как о ремонте труб или фасада, но это тоже уже входит в оценку потребностей в обслуживании многих домов, построенных в 70-х годах. Ремонт кровли хорош тем, что его выполнение обычно не вредит жилью. Единственно возможные недостатки - строительные леса, которые могут ухудшить видимость из окон и мешать использованию парковочных мест. Срок службы ремонта кровли, а

также стоимость ремонта во многом зависят от типа и модели кровли. Кровля может быть кирпичной, листовой или войлочной или битумной.

Предназначение крыши - защитить здание, и в этой задаче ей придется столкнуться с высокими экологическими и климатическими требованиями. Погодные условия Финляндии - продолжительная зима и большая разница температур между сезонами - создают большую нагрузку на кровельные материалы. Тщательное обслуживание и ремонт в надлежащее время важны для состояния собственности, стоимости квартир и комфорта проживания [7, 8].

#### **Строительные процессы:**

- обзор ремонтируемой территории;
- установка защиты от непогоды;
- демонтаж;
- вывоз мусора со стройплощадки;
- после ремонта одной половины кровли производится перенос защиты от непогоды на вторую сторону;
- по завершении всех работ производится демонтаж защитных конструкций;
- контроль проделанной работы;

#### **Состав крыш сверху вниз:**

- двойная резинобитумная изоляция;
- ДСП плита, эко-фанера;
- вентиляционная манжета 50 мм х 50 мм к600;
- кровельные опоры к600 + новая теплоизоляция из выдувной ваты 300 мм;
- опорные доски;
- пароизоляционный пластик.

#### **Библиографический список**

1. СНиП II-26-76. Кровли / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1999.
2. СНиП 3.04.01-87. Изоляционные и отделочные покрытия / Госстрой России. М.: ГУП ЦПП, 2000.
3. <https://www.icopal-russia.ru/publications/remont-miagkoi-krovli-kryshi/>.
4. <https://roof-tops.ru/vidy/naplavlyaemaya-krovlya/>.
5. <https://sijoitusovi.com/yleisimmat-remontit-ja-niiden-kustannukset/>.
6. Toimivat katot 2013 -julkaisu, Kattoliitto Ry.
7. Icopal – Tuoteluettelo 2015.
8. Opinnäytetyö kohde - As Oy Melstenintie.

# **ОЦЕНКА ОЧЕРЕДИ ИЗ ЭКСТРЕННЫХ ВЫЗОВОВ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

*Щербакова В.С., студент 4-го курса 20 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Афанасьев Г.А., доц., к.э.н.*

Рассматриваются две основные функции по обслуживанию жилищного фонда - плановый профилактический осмотр и ремонт технических объектов, а также устранение внезапно возникших неисправностей технического оборудования, в частности, аварийных.

В статье предлагается математическая модель для оценки числа неликвидированных внезапно возникших к данному моменту неисправностей. Показано, как полученные результаты могут быть использованы на практике.

## ***1. Введение***

Техническая эксплуатация здания состоит из технического обслуживания, системы ремонтов, санитарного содержания (см., например, [1]-[6]).

Основным элементом технической эксплуатации жилых зданий является система плано-предупредительных осмотров и ремонтов. Но даже при их рациональной организации всегда имеется положительная вероятность отказа элементов здания, которая зависит не только от факторов старения конструкции. Отказ, может быть, вызван случайными обстоятельствами, например недопустимым повышением давления в системах отопления, холодного и горячего водоснабжения и др.

Таким образом, можно выделить две основные функции по техническому обслуживанию жилищного фонда:

работы по ремонту состояния жилых зданий, профилактическому техническому обслуживанию и ремонтным работам,

работы по устранению аварийных ситуаций и удовлетворению заявок жильцов на устранение различных неисправностей. Мы будем называть эти работы и соответствующие вызовы экстренными.

Цель управляющей компании (УК) - с одной стороны, не допускать образования слишком большой очереди из экстренных вызовов, а с другой, - выполнить все планируемые работы по профилактическому техническому обслуживанию.

В этой статье мы исследуем влияние на решение задач первого класса, т.е. на профилактическое техническое обслуживание и связанные с этим ремонтные работы, количества времени, затраченного на процесс накопления экстренных вызовов.

## ***2. Математическая модель и основные результаты***

Предположим, что управляющая компания (УК) жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) имеет одну бригаду специалистов по



обеспечению функционирования технического оборудования (теплоснабжению, водоснабжению, вентиляции и т.д.) жилых зданий. Как ожидается у бригады две основные задачи.

Решение указанных задач начинается со сбора и обработки статистических данных, позволяющих получить оценки параметров, определяющих функционирование системы. В качестве этих параметров выступают:  $\lambda^{-1}$  - среднее время между последовательными моментами возникновения внезапных поломок оборудования,  $\mu^{-1}$  - среднее время ремонта при таких поломках,  $\gamma^{-1}$  - среднее время профилактического осмотра и ремонта.

Мы предполагаем, что бригада может приступить к такому осмотру, когда нет заявок на экстренный ремонт оборудования. Задача УК выработать такой план профилактических осмотров, при котором, с одной стороны за определенное время  $T$  будет осмотрено и восстановлено необходимое число объектов  $N$ , а с другой, среднее число заявок на ремонт внезапно возникших поломок не превосходит заданный уровень  $\delta_1$ .

Чтобы решить эту проблему, необходимо построить алгоритм для расчета количества ожидающих срочных вызовов по оценкам параметров, полученных в результате статистической обработки данных. Для этого мы используем простейший вариант весьма общей модели. Исследованной в работе [7].

Мы делаем следующие предположения.

- Поток вызовов на срочный ремонт – пуассоновский с параметром  $\lambda$ . Назовем эти вызовы, заявками первого типа.
- Времена ремонта экстренных поломок – независимые случайные величины с функцией распределения  $B(x)$  и средним  $b = \nu^{-1}$ .
- В момент, когда бригада (или прибор) освобождается от обслуживания заявок первого типа, начинается перерыв  $\eta$ , т.е. профилактический ремонт. Его продолжительность – случайная величина с функцией распределения  $F(x)$ .

В течение перерыва в обслуживании в систему продолжают поступать требования в соответствии с пуассоновским потоком  $Y(t)$ , но они не обслуживаются, а образуют очередь. При этом поток поступлений  $Y$  может отличаться от  $X$ , поскольку нетерпеливые клиенты могут уходить из системы или некоторые клиенты направляются на обслуживание в другие центры.

После завершения перерыва есть две возможности. Первая – система остается свободной, т.е.  $Y \eta = 0$ . Тогда начинается новый перерыв. Вторая – в систему за время перерыва поступили требования. Тогда начинается обслуживание, так что система функционирует в стандартном режиме вплоть до момента освобождения прибора, когда начинается новый перерыв. Будем обозначать описанную систему  $S$  и пусть  $q(t)$  – число требований в ней (т.е. экстренных вызовов) в момент  $t$ .

Для описанной модели на базе общих результатов получена формула для производящей функции  $P(z)$  распределения числа экстренных вызовов

в системе в стационарном режиме, т.е. для  $P(z) = \lim_{x \rightarrow \infty} E z^{q(t)}$  где  $E$ - символ математического ожидания (среднего значения) и  $z \leq 1$ .

Однако, формулы весьма сложны и громоздки, поэтому здесь мы ограничимся случаем, когда

$$B(x) = 1 - e^{(-\nu x)}, F(x) = 1 - e^{(-\mu x)}, \quad (1)$$

т.е. время обслуживания и время перерыва имеют экспоненциальное распределение соответственно с параметрами  $\nu$  и  $\mu$ .

Если (1) выполнено и  $\rho = \frac{\lambda}{\nu} < 1$ , то как следует из результатов [7],

$$P_z = \frac{\mu}{\mu + \lambda - \lambda z} \cdot \frac{1 - \rho}{1 - \rho z} \quad (2)$$

Дифференцируя (2) по  $z$  и полагая  $z=1$ , мы получаем математическое ожидание

$$\bar{q} = \lim_{x \rightarrow \infty} E q(t) = \frac{\rho}{1 - \rho} + \frac{\lambda}{\mu} \quad (3)$$

Используя (3) можно проверить, выполняется ли требуемое условие  $\bar{q} \leq \delta_1$ .

Если при заданных параметрах  $\lambda, \nu, \mu$  это не так, то управляющая компания должна принять организационные решения. Например, увеличить число работников, что приведет к увеличению  $\nu$  и, следовательно, уменьшению  $\rho$ .

### *Заключение*

Мы рассмотрели простейшую модель, предположив, что имеется всего одна рабочая бригада. Это ограничение может быть снято двумя путями. Если есть  $m$  бригад, мы получаем  $m$ -канальную систему массового обслуживания, анализ которой весьма сложен и формулы для оценки характеристик удается получить лишь при  $m = 2$ . При этом формулы весьма громоздки.

Другой подход состоит в разделении всего множества обслуживаемых объектов на  $m$  подмножеств, так что  $j$ -я бригада занимается техническим обслуживанием объектов из  $j$ -го множества  $j = 1, 2, \dots, m$ . Тогда мы имеем  $m$  одноканальных систем и можем использовать результаты, полученные в данной статье.

### Библиографический список

1. Техническая эксплуатация зданий и инженерных систем: учебник / под ред. Е.А. Король. - М.: МИСИ-МГСУ, 2020. 116 с.

2. Нотенко С.Н., Римшин В.П., Ройтман А.Г. и др. Техническая эксплуатация зданий Учебник под ред. В.И. Риммина и А.М. З. Стражникова. М: Высшая школа. 2008. 639 с., §7.7. с. 272-287.
3. Кузни П.Я., Мищенко В.П., Мищенко С.А. Управление технической эксплуатацией зданий и сооружений, Москва. ИНФРА-М. 2017. учебник. Гл. 3. §3.2.
4. Рощина С.М., Лукин М.В., Лисятников М.С., Тнмахова П.С. Техническая эксплуатация зданий и сооружений. М: 2018. 232 с.. Гл. 1.
5. Дементьева М.Е., Курохтин А.А. Особенности эксплуатации канализационно-насосных станций теплоэлектростанций в условиях Крайнего Севера. Вестник МГСУ.2019. №3. Том 14. С.356-366.
6. Король О.А., Бахронова С.Ю., Мажирын М.Ю. Технологии пролонгации межремонтных сроков отдельных инженерных систем после капитального ремонта жилищного фонда. Строительство и архитектура / Construction & Architecture. 2020. № 3(28). Том 8. С. 79-82.
7. Афанасьев Г.А. Система M|G|1 с перерывами в работе и их задержками. Теория вероятностей и ее применения/ 2021. №66-1 .

## ЗАДАЧА ПО УСИЛЕНИЮ БАЛКИ ПЕРЕКРЫТИЯ УГЛЕПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ

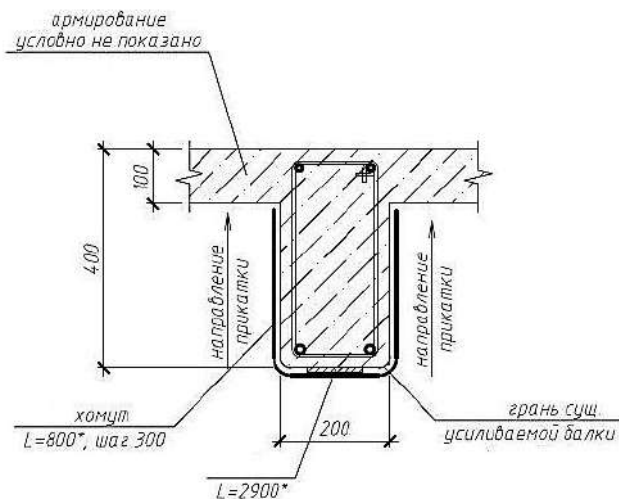
*Юдинцева А.В., студентка 2-го курса 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Римшин В.И., проф., д.т.н.*

В настоящее время в нашей стране имеется значительное количество зданий промышленного и гражданского назначения, требующих ремонта и реконструкции. Одной из основных задач строительной отрасли является восстановление несущей способности конструктивных элементов таких зданий.

В данной работе рассмотрен проект реконструкции главного корпуса теплоэлектростанции в г. Москве, в рамках которого возникла необходимость в увеличении нагрузки от оборудования на существующее перекрытие. Усиление существующего перекрытия при помощи традиционных методов: наращивания сечения существующих железобетонных конструкций или установки дополнительных металлических элементов не представляется возможным в связи с необходимостью сохранения существующего пространства для размещения электротехнического оборудования. В связи с этим, было принято решение об усилении существующих балок перекрытия при помощи углепластиковой арматуры.

Целью усиления балок перекрытия углепластиковой арматурой является увеличение их несущей способности и восприятие напряжений от действия изгибающего момента.

Схема усиления балки перекрытия представлена на рис. 1.

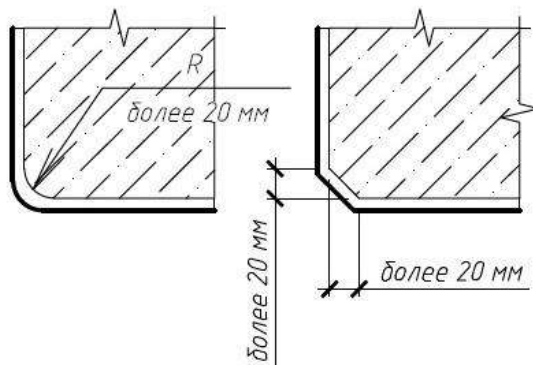


**Рис. 1.** Схема усиления балки перекрытия

На основании материалов обследования усиливаемая балка размерами 200x400мм изготовлена из тяжелого железобетона класса В15 с расчетным сопротивлением на сжатие  $R_b = 8,5$  Мпа. Данный класс бетона по прочности является минимально допустимым для осуществления внешнего армирования с использованием композитных материалов.

Защитный слой бетона принимается равным 30 мм. Существующая балка армирована продольной и поперечной арматурой класса А240 без предварительного напряжения. В продольном направлении балка армирована двумя стержнями диаметром 12 мм.

Перед усилением существующую балку необходимо подготовить в соответствии с рис. 2.



**Рис. 2.** Схема подготовки углов балок перед наклеиванием хомутов

Усиление балки проводилось при помощи углеродной ткани и композитного материала FibArm Tape 530 на связующем FibArm Resin 530+. Число слоев композитных материалов в расчете было принято равным 1 при ширине  $b_f = 15$  см. Толщина композитного материала  $t_f = 1$  мм. Расчетное значение сопротивления растяжению композитного материала  $R_{f,n} = 1100$  Мпа. Расчетное значение модуля упругости композитного материала  $E_{f,n} = 70000$  Мпа.

Расчет производился на действие изгибающего момента  $M = 3,5$  тс м =  $0,03432$  МН м с использованием расчетного комплекса NormCAD в соответствии с [1].

### **Расчет по прочности нормальных сечений изгибаемого элемента по предельным усилиям**

Основным условием при расчете усиления конструкции с учетом существующей арматуры является следующее:

$$R_f \gamma (e_{s2} - e^0_s) E_f \quad (1)$$

По результатам расчета было выявлено, что в растянутой зоне бетона конструкции от действия момента возникают трещины. Напряжения в растянутой арматуре после образования трещин в бетоне превышают предел прочности для данного класса, что свидетельствует о необходимости усиления балки перекрытия.

Было выполнено условие (1):

$$R_f = 308,4345 \text{ МПа} \cdot \sigma_s \cdot E_f = (0,025 - 0,00105) \cdot 70000 = 1676,5 \text{ Мпа.}$$

Данное условие говорит о том, что предельные деформации, которые могут возникнуть в композитном материале, составляют всего 18% от предельных деформаций в существующей арматуре [1].

Относительная высота сжатой зоны:

$$x = x/h = 0,12115 \cdot x_R, f = 0,3125; x > 0 \text{ м} = 0 \text{ см;}$$

Предельный изгибающий момент:

$$M_{ult} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 x) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a'_s) + R_f \cdot A_f \cdot a = 4,81 \text{ тс м;}$$

Основное условие прочности:

$$M \leq M_{ult} \quad (2)$$

$M = 0,03432 \text{ МН м} = 3,49967 \text{ тс м}$   $\cdot M_{ult} = 0,04719 \text{ МН м} = 4,81204 \text{ тс м}$  (72,72727% от предельного значения) - условие выполнено [1].

Таким образом балка, усиленная композитной арматурой, не только способна воспринять действующие усилия, но и имеет запас прочности около 30%, что говорит об эффективности применения такого рода усиления.

## Выводы

Расчеты выполнены в соответствии с действующими нормативными документами. Результатом расчета является проверка выполнения условий по прочности от действующего момента в железобетонной балке, усиленной композитной арматурой. Был выполнен расчет по первой группе предельных состояний при заданных параметрах элемента усиления и принятых площадях композитного полотна

В соответствии с расчетом на прочность, усиленная конструкция сможет воспринимать момент на 72% превышающий предельный.

## Библиографический список

1. СП 164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования.

2. Римшин В.И., Меркулов С.И. О нормировании характеристик стержневой неметаллической композитной арматуры. // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 5. С. 22-26.
3. Римшин В.И., Кустикова Ю.О. Теоретические основы расчета сцепления стеклобазальтопластиковой арматуры с бетоном. // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. 2009. № 2-22. С. 29-33.
4. Ларионов Е.А., Римшин В.И., Василькова Н.Т. Энергетический метод оценки устойчивости сжатых железобетонных элементов. //Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2012. № 2. С. 77-81.
5. Римшин В.И., Галубка А.И., Синютин А.В. Инженерный метод расчета усиления железобетонных плит покрытия композитной арматурой. //Научно-технический вестник Поволжья. 2014. № 3. С. 218-220.
6. Kuzina E., Cherkas A., Rimshin V. Technical aspects of using composite materials for strengthening constructions. // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 21, Construction - The Formation of Living Environment. 2018. С. 032053.
7. Varlamov A.A., Rimshin V.I., Tverskoi S.Y. The general theory of degradation. //В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. С. 022028.
8. Varlamov A.A., Rimshin V.I., Tverskoi S.Y. The modulus of elasticity in the theory of degradation.// В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. С. 022029.

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ГРУНТОВОГО МАССИВА И ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ**

*Якименко А.С., студент 2-го курса 6 группы ИИЭСМм  
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

Тепловое «загрязнение» окружающей среды – одна из главных проблем экологии в современном мире. Нагрев различных частей биосферы связан с интенсивностью работы промышленных предприятий, электростанций, сооружений транспорта и др.

Стремительный рост крупных городов несет за собой не менее стремительный рост транспортных сетей, в том числе и метрополитена. Подземные сооружения так же оказывают негативное воздействие на тепловой режим грунта. Грунт постоянно находится под тепловым воздействием сооружения и как следствие, его температурное поле изменяется. За время эксплуатации подземных объектов происходит так называемое тепловое «загрязнение» грунтовых массивов, которое приводит к экологическим проблемам, а также отрицательно сказывается на микроклимате эксплуатируемых зданий [1, 2]. Данная статья посвящена проблеме теплового воздействия станционного комплекса метрополитена на массив грунта.

Вопросам теплового воздействия подземных сооружений на грунтовый массив посвящены работы следующих ученых: И.В. Лугин, А.М. Красюк, А.Ю. Пьянкова, В.П. Коровкин, Л.А. Белкина, Г.П.Васильев, В.Ф. Горнов, П.В. Шапкин, М.И. Попов, А.А. Бурмистров.

Целью данного исследования является разработка рекомендаций для уменьшения теплового воздействия на массив грунта при эксплуатации метрополитена. Достижение поставленной цели возможно путем решения следующих задач:

- изучение термодинамических процессов, происходящих в массиве грунта;
- анализ научных исследований в области теплового воздействия станций и тоннелей на массив грунта;
- изучение рекомендаций, направленных на обеспечение долговечности и сохранности эксплуатационных свойств подземных сооружений.

Грунтовый массив вокруг подземного сооружения представляет собой сложную систему. Грунт состоит из твердых разнообразных частиц и промежуточного пространства, которое может быть заполнено водой, газом, льдом, паром и прочими веществами. Вследствие такого строения возникают трудности при моделировании процессов теплопереноса. Представляется невозможным рассматривать массив как целостный однородный объект, необходимо учитывать теплопроводные свойства каждой частицы в составе грунта.

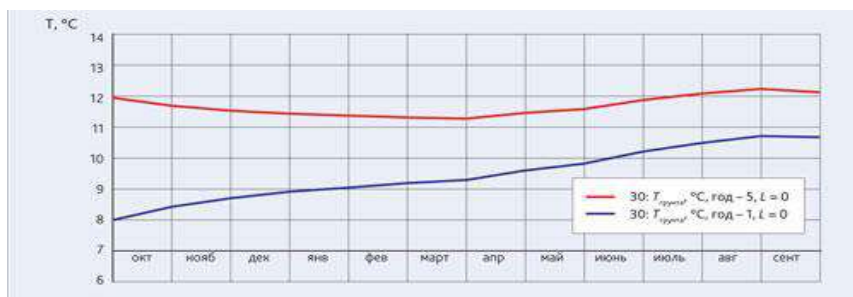
Особенностью определения теплопотерь через ограждения сооружений метрополитена является нестационарность процесса теплопередачи,



так как большинство этих сооружений находится под землей. При практически безграничном массиве, окружающем подземные сооружения, строго говоря, всё время будет нестационарный режим, однако интенсивность изменения температур с течением времени будет затухать.

При расчёте теплотерь подземных сооружений исходят из нестационарного теплового режима при постоянной величине теплового потока, поступающего на ограждение. Известно, что с увеличением глубины заложения, теплотери через наружные ограждения уменьшаются. В исследовании [3] сравнили теплотери подземного сооружения на различных глубинах. Как выяснилось теплотери на глубинах 1 м и 20 м различаются: теплотери подземного сооружения мелкого заложения больше в 18 раз для тоннелей и в почти три раза для станций метрополитена. Из этого можно предположить о существовании некой отметки, при которой теплотери будут минимальными, а колебания температуры в грунтовом массиве незначительными.

Негативное влияние на тепловой режим грунта оказывают системы жизнеобеспечения сооружения: вентиляция, отопление, системы теплоснабжения. Существенное влияние так же оказывает температура среды тоннеле. Данные системы являются дополнительным нестационарным источником теплоступлений, которые ведут к нарушению естественного теплового режима грунтового массива, в том числе на глубине, где уже не действуют переменные сезонные температуры наружного воздуха [4-6]. Из практики эксплуатации подземных сооружений известно, что системы поддержания микроклимата при неконтролируемой подаче тепловой энергии в первые 5-7 лет эксплуатации могут привести к серьезным деформациям ограждающих конструкций. Так, из рис. 1 мы видим, что за пять лет эксплуатации метрополитена температура грунта возрастает на 4°C, что является нарушением естественного теплового режима [5].



**Рис. 1.** Температура грунта в точке взаимодействия с тоннелем: синий график – в 1-й год эксплуатации; красный график – на 5-й год эксплуатации [5]

На рис. 2 можно увидеть зону распространения теплового воздействия подземного сооружения на примере станции мелкого заложения на массив [3]. Согласно графику, температура грунта приближается к своей есте-

стенной температуре только на расстоянии 18 м от наружного ограждения здания.

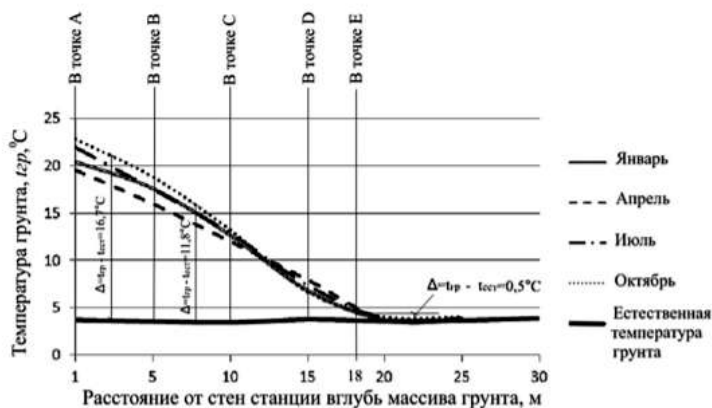


Рис. 2. Температуры массива грунта в разные периоды года

Из данных, представленных выше, можно сделать вывод о целесообразности ограничения теплового воздействия на грунтовый массив, тем самым обеспечив безопасность эксплуатации подземного сооружения. Для этого необходимо:

1. При новом строительстве: максимально увеличить глубину заложения станционного комплекса, при которой тепловые потери через наружные ограждения в грунт будут минимальными.

2. Для эксплуатируемых сооружений: контроль подачи или аккумулярование энергии нагрева (охлаждения) целью поддержания постоянной температуры среды. Например, использование тепловых насосов [7].

3. Сброс избытков тепла в летний период предусматривать:

- в поток вытяжного воздуха тоннельной или станционной вентиляции;
- в венткамеру наружных блоков кондиционеров;
- непосредственно в атмосферный воздух путем установки наружного блока на поверхности или венткиоске.

4. Поскольку в помещении машинного зала эскалаторов метрополитена присутствуют значительные теплопоступления, предусмотреть ассимиляцию этих теплоизбытков системами вентиляции и кондиционирования, с последующим выбросом этих теплоизбытков на поверхность.

#### Библиографический список

1. Пьянкова А.Ю. Прогнозирование процесса изменения температуры грунта, окружающего станцию метрополитена // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 6. С. 407–413.

2. Dement'eva M., Dement'eva A. Cartographic modeling for monitoring the technical condition of urban development objects // В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 170. P. 01079. doi: 10.1051/mateconf/201817001079.

3. Лугин И.В., Красюк А.М., Пьянкова А.Ю. Определение размеров массива грунта, подверженного тепловому влиянию подземных станций // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 6. С. 212–221.

4. Дементьева М.Е., Уткин Р.М. Обзор особенностей эксплуатации подземных сооружений в условиях Крайнего Севера // В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. сборник материалов международной научной конференции. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». 2017. С. 814–817.

5. Коровкин В.П., Белкина Л.А. Особенности создания микроклимата в подземных сооружениях в условиях вечномерзлых грунтов // АВОК №8'2003 С. 48–56.

6. Дементьева М.Е. Теоретические основы износа материалов и конструкций: Учебное пособие – М.: НИУ МГСУ, 2013. 76 с.

7. Васильев Г.П., Горнов В.Ф., Шапкин П.В., Попов М.И., Бурмистров А.А. Теплонасосные системы теплоснабжения объектов Московского метрополитена // АВОК №8. 2003 С. 48–56.

СЕКЦИЯ «РЕНОВАЦИЯ ЗАСТРОЕННЫХ  
ТЕРРИТОРИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

## **ВЫБОР ЗАСЫПНЫХ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

*Блинова О.С., студентка 4-го курса 20 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Сокова С.Д., проф., к.т.н.*

Наиболее значимый этап в жизненном цикле здания - эксплуатация зданий и сооружений. Для технически обоснованной эксплуатации необходимо заранее позаботиться о верном и грамотно подобранном виде гидроизоляции. Особенно, если дело касается подземных частей зданий и сооружений. От правильной эксплуатации непосредственно зависит комфортность и долговечность строений [8].

Вода является одним из самых часто встречающихся факторов разрушения конструктивных частей элементов здания. При потеплении происходит подъем уровня грунтовых вод из-за начала оттаивания снежного покрова. Просачивание воды возможно не только через рабочий шов в месте примыкания стены к фундаменту, но и непосредственно через бетон [10]. Существуют открытые поры, через которые происходит быстрое насыщение конструкции водой, и закрытые поры, в которые влага попадает только в результате капиллярного подсоса [6]. Влага начинает подниматься вверх через поры. Чем меньше диаметр капилляров, тем на большую высоту может подняться уровень грунтовых вод. На высоту подъема непосредственно оказывает влияние вид грунта: чем больше и тяжелее фракции грунта, тем больше уровень подъема.

В значительных по размеру порах и больших пустотах вода замерзает обычно при температуре ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , из-за находящихся в ней растворенных солей, различных примесей, понижающих температуру замерзания. В мелких капиллярах диаметром  $10^{-16}$  см и менее вода замерзает при температуре ниже минус  $24^{\circ}\text{C}$ . Объем воды при переходе в лед увеличивается примерно на 8-9 %, вызывая значительные напряжения в материале конструкции. При переходе жидкой фазы воды в твердое льдообразное состояние свободные крупные поры служат дополнительным объемным резервуаром для компенсации расширения влаги в мелких порах и капиллярах. В связи с этим у хорошо уплотненных несущих конструкций материалы [7] более морозостойки. Многократные «качели» температуры в конструкциях, приводят к постоянному замораживанию с увеличением объема и оттаиванию конструктивных элементов, что вызывает постепенное разрушение самого материала и разрыв в структурных связях. Сопровождается это явление появлением трещин и значительным снижением прочности. Выбор долговечной надежной гидроизоляции подземных конструкций представляет собой архисложную многофакторную комплексную задачу, поэтому для успешного ее использования необходимо ориентироваться на математический подход при ее создании для точного и обоснованного результата [12].

В настоящий период времени засыпная изоляция с гранулами бентонитовых глин приобретает обширное использование. Засыпная гидроизо-

ляция – совокупность мероприятий, ориентированных на охрану конструктивных элементов сооружения от пагубного влияния влаги [7]. В создании плотной структуры и тем самым повышения свойств гидроизоляции применяемые материалы обладают свойством набухаемости. В виде засыпки применяют модифицированные сыпучие гранулы бентонитовых глин, которые при взаимодействии с водой формируют уплотненный защитный водонепроницаемый слой, защищающий от влаги.

Изолирующая способность глин обусловлена свойством данных минералов увеличиваться в объеме при увлажнении (набухать) и образовывать пластичное тесто, способное сохранять заданную ему форму. Данное свойство объясняется слоистым строением глинистых частиц, которые разбухают и увеличиваются в размерах за счет проникновения воды в пространство между слоями. При увлажнении сухой глины молекулы воды (липоли) втягиваются между слоями частицами глинистых минералов и адсорбируются на их поверхности, образуя гидратные оболочки, под действием которых данные частицы раздвигаются, вызывая увеличение объема [4].

Для защиты фундаментов в условиях плотной городской застройки способ позволяет провести работы со стороны подвала без разработки грунта. Под бетонную стяжку (которая служит пригрузом) в этом случае засыпают специальные составы, которые служат не только для удержания влаги и препятствования её проникновения внутрь помещения, но и защищает тело фундамента от разрушений под воздействием грунтовых вод [3]. Бетон, уложенный на засыпной слой, служит пригрузочной стенкой, которая является ограничителем и позволяет сухим гранулам при появлении воды, использовать набухающие свойства с максимальной отдачей.

В данной статье сравним и рассмотрим засыпку гранул бентонита Н-1 совместно с мелкими фракциями песка в качестве горизонтальной гидроизоляции фундаментов.

Устройство гидроизоляции с использованием Н-1 осуществляется в сухую погоду при положительных температурах окружающего воздуха от +2 до +50 градусов. При циклическом оттаивании и замораживании грунта смесь из предлагаемых материалов своих свойств не меняет. При выполнении гидроизоляционных работ, при технологических ожиданиях или перерывах в работе состав следует предохранять от любых атмосферных воздействий (дождь, снегопад) и физических или механических воздействий путем различной защиты укрывающими пленочными материалами или металлическими или деревянными щитами [4].

Предлагаемый состав может применяться для каменных, бетонных, железобетонных и металлоконструкций в виде:

- как временной, так и постоянной гидроизоляции;
- гидроизоляции работающей под напором (давлением) и без напора (от капиллярного подсоса);
- вертикальной, горизонтальной и наклонной гидроизоляции;
- в качестве наружной и внутренней гидроизоляции;
- гидроизоляции в швах (деформационных, температурных и осадочных);

– в качестве антифильтрационной и герметизирующей гидроизоляции для [1].

– предотвращения поступления фильтрующей жидкости внутрь или наружу защищаемого контура.

Для доказательной базы выбор эффективного материала проводился с применением критериальной оценки. Составлялась матрица попарных сравнений критериев относительно цели. В ходе расчётов были выбраны минеральные композиции на основе гранул набухающих глин. В табл. 1 представлены критерии [1], [5], [6], [9], [11], опираясь на которые мы можем провести сравнительный анализ. Далее в зависимости от выбранного свойства составлялся приоритет каждого критерия. Выбор производится по принципу сложения веса (значимости) параметров чтобы в сумме получалась – 1. Затем оцениваем по 10-бальной шкале каждый из критериев и перемножаем показатель веса критерия и значение соответствующего показателя критерия материала. После этого суммируем полученные баллы и получаем итоговую оценку каждого материала.

Таблица 1

**Критерии оценки применяемого материала**

Свойства	морозостойкость	устойчивость в диапазоне рН	устойчивость материала при его укладке на откосах	долговечность при использовании	Время на укладку 1м <sup>2</sup>	Расход гидроизоляционной сухой смеси 1 м <sup>2</sup>	Стоимость	Итого
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вес параметра	0,15	0,1	0,1	0,2	0,05	0,15	0,15	1
Н-1	200 циклов	4-12	1:3	Более 100 лет	6,52 (Очистка бетонной поверхности от наплывов Сверление отверстий и установка анкера Устройство защитной стенки из кирпича с анкерами Засыпка и трамбовка ГСС-Н1)	70-75 кг	7,5 руб/кг	8,25
	10	6	8	10	4	5	9	
	1,5	0,6	0,8	3	0,2	0,8	1,35	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Смесь с песком	15 циклов	7	1:3,5	15 лет	0,75 (Очистка бетонной поверхности от наплывов Сверление отверстий и установка анкера для прижимного каркаса Укладка лаг Засыпка и трамбовка перлитового песка)	10-15 кг	11,3 руб/кг	5,5
	3	6	9	3	8	9	6	
	0,45	0,6	0,9	0,6	0,4	1,35	1,2	

В результате проведенных расчетов был определен наилучший состав с долговечными и высокими гидроизоляционными свойствами. Таким образом, смесь Н1 наилучшим образом соответствует необходимым характеристикам при выборе засыпных гидроизоляционных материалов для подземных конструкций при их эксплуатации.

#### Библиографический список

1. СТО СРО-П 60542948 00038-2015. Стандарт организации. Применение гидроизоляционного специального состава различных фракций при проектировании и строительстве гидротехнических сооружений, зданий и сооружений атомных электростанций.
2. ТУ 5745-433-05800142-2016.
3. М.Е. Дементьева Теоретические основы износа материалов и конструкций – Москва, 2014, 37 с.
4. Шилин А.А., Зайцев М.В., Золотарев И.А., Ляпидевская О.Б. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте// Учебн. пособие. Тверь, издательство: Русская торговая марка. 2003. 398 С.
5. Сокова С.Д. Выбор гидроизоляционных материалов с учетом их совместимости и особенности эксплуатации. Вестник МГСУ , № 4, 2010. Т.5, стр.151-157.
6. Король Е.А. Никифорова Н.С. Совершенствование конструктивно-технологических решений и методов расчета покрытий подземных сооружений// Вестник МГСУ. 2018. № 3 (114). С. 330-338.
7. Смирнова Н.В. Алгоритм принятия решений по выбору гидроизоляции подземной части зданий и сооружений// Дни студенческой науки. 2017. С. 329-331.
8. Мезенцев С.Д., Смирнова Н.В., Смирнов А.В. Применение теории надёжности для обеспечения эксплуатационных свойств гидроизоляционных систем подземной части зданий и сооружений // Научное обозрение. – 2017. – № 20. – С. 45-49.



9. Смирнова Н.В. Применение математического метода при выборе гидроизоляции конструкций зданий и сооружений [Электронный ресурс] // Интернаука: научный журнал. 2019. – № 29 (111). – М., Изд. «Интернаука».
10. Serafima Sokova and Nadezhda Smirnova. Reliability assessment of waterproofing systems of buildings underground parts. Reliability assessment of waterproofing systems of buildings underground parts. 14.07.2018. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 365 (2018) 052028.
11. Король ЕА, Сокова, Смирнова НВ Формирование критериев оценки эффективности гидроизоляционных систем, БСТ № 4(1028) 2020 стр 60-61.
12. Сокова СД, Смирнова НВ Комплексная защита подземных конструкций при эксплуатации, Международный научно-технический журнал “Недвижимость: экономика, управление” №3 ноябрь 2019, стр. 42-45.

## ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ БЛАГОУСТРОЙСТВЕ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

*Букина Д.К., Власенкова В.Р., студенты 3 курса 23 группы ИЭУИС  
Научный руководитель - Барabanова Т.А, доц., к.т.н.*

Экология – одна из главных проблем современности, которая носит масштабный характер. В статье рассмотрены "зелёные" технологии, которые применяются при благоустройстве территорий.

Прежде всего «благоустройство» - это комплекс мероприятий по содержанию территории, а также по проектированию и размещению объектов благоустройства, направленных на обеспечение и повышение комфортности условий проживания граждан, поддержание и улучшение санитарного и эстетического состояния территории. Сложно поспорить с тем простым фактом, что экологическая обстановка в нашей стране, а также во всем мире, оставляет желать лучшего. Загазованность и шум транспорта, отходы промышленных предприятий, неэкологичные материалы (пластик, асфальтобетон, краски, лаки и другие), из которых сделаны объекты благоустройства.

Экологическая проблема в 21 веке стала социально-экономической, глобальной и требует решений. Плохая экология прежде всего негативно сказывается на здоровье людей. Применение "зелёных" технологий при благоустройстве территорий сможет не полностью, но значительно улучшить экологическую ситуацию.

Главными экологическими проблемами современности являются:

### 1. Шумовое загрязнение

Шум воздействует на человека при производстве и дома. Уровни шума подлежат измерению в децибелах (дБ). Уровень звукового воздействия 20-30 дБ не принесёт человека вреда, 80 дБ- допустимая граница, 130 дБ- уже вызывает болевые ощущения, 150- не переносим. Шум вредит не только слуху, а также способен повысить кровяное давление, разрушить сердечно-сосудистую системы. Чрезмерный шум затрудняет усвоение материала учащимися и становятся причиной утомления и раздражительности [1].

### 2. Загрязнение воздуха

Загрязнение воздуха - главная проблема экологии. Проблема в том, что оно мобильно и может загрязнять практически все компоненты окружающей среды.

Основные источники загрязнения: транспорт, промышленные объекты, природные источники, сжигание топлива, пылевидные и газообразные вещества, способные вступать в химические реакции и так далее. Наиболее опасными загрязнителями атмосферы являются: углекислый газ, двуокись серы, оксиды азота и пыль. Так, массовая парковка автомобилей около домов оказывает негативное воздействие на приземной слой атмосферы (до 2 м), что негативно сказывается прежде всего на здоровье пожилых людей и детей, которые проводят много времени на придомовой территории.

### 3. Санитарная очистка территорий

Несвоевременная и некачественная уборка территорий, редкий вывоз ТКО, нехватка или отсутствие механизированных установок по уборке территорий делает территорию загрязненной и опасной для населения.

Не каждый двор обладает урнами и баками с раздельным сбором мусора и не каждый житель готов сортировать его [2].

### 4. Технологии и материалы

Многие пешеходные дорожки сделаны из асфальтобетона, который не является экологичным материалом. Он увеличивает загрязненность воздуха особенно в жаркие и солнечные дни. "Зелёные" технологии - это технологии, которые применяются при благоустройстве территорий, направленные на охрану окружающей среды, экологичность и безопасность.

"Зелёные" технологии, применяемые при благоустройстве территорий

#### 1. Создание природных детских площадок

Природная площадка - это благоустроенный уголок, сделанный из поваленных брёвен, деревьев, камней, металла, песка, щепы, гравия. Окружающая среда напрямую влияет на психологическое состояние человека. И одним из самых главных факторов такого влияния является материал, из которого изготовлены окружающие человека предметы. Дерево – не только экологически чистый материал, но и материал «теплый». А природа – лучший лекарь от всех невзгод [3].

#### 2. Экопарковки

Экопарковка это своего рода износостойкий газон, предназначение которого заключается в интенсивной эксплуатации и больших нагрузок. Её основа – это газонная решётка с ячейками. В ячейки засыпают почвенный субстрат, и высеваются семена газонных трав.

Решётка, принимая нагрузку, начинает распределять её по всей поверхности и защищает газон, который находится в прямом контакте с колесами и ногами. А также сохраняет экосистему участка и бережёт почву от разрушения, пропускает воду, что не свойственно монолитным покрытиям. Газонные решётки применяются также при строительстве детских и спортивных площадок, парков и других зон отдыха. Срок эксплуатации газонной решётки исчисляется десятилетиями. Ей не страшны воздействия влажности и температуры. Полисинтетический материал, из которого изготавливаются газонные решётки, не содержит вредных примесей и абсолютно безвреден для окружающей среды [4].

Геотекстиль - это экологически чистый материал, производимый на основе полипропиленового или полиэфирного сырья высшего качества, завоевал широкую популярность при благоустройстве городских территорий. За счёт своих универсальных свойств он имеет широчайшую область применения. Вот лишь некоторые из сфер, в которых может быть применён данный материал: защита грунта от эрозии (геотекстиль также предотвращает смешивание контактирующих слоёв); усиление откосов и насыпей за счёт армирования (нетканый материал способен равномерно распределять возникающее в массиве грунта напряжение); дренирование (применение геотекстиля

при асфальтировании территории способствует ускорению оттока воды с площадки, что страхует её от переизбытка влаги и увеличивает срок службы асфальтового покрытия); фильтрование (фильтрующие свойства геосинтетического материала препятствуют проникновению мелких частиц в грунт, продлевая таким образом срок службы всей конструкции [5].

### 3. Фонари уличного освещения

Один способ применения «зеленых» технологий это замена обычных ламп на светодиодные лампы уличного освещения. Светодиодные лампы уличные подразделяются на сами лампы и светодиодные уличные фонари. Наибольшей популярностью пользуются уличные светодиодные лампы с цоколем E40. Светодиодные уличные фонари – это осветительные приборы для улицы с предустановленными светодиодами. Дополнительно устанавливать лампы в такие фонари не требуется. Так же существуют уличные светильники SSE на солнечных батареях применяются для освещения на участках, где затруднен и невозможен подвод электрической энергии, а также замена традиционных уличных светильников с питанием от сети. Светильники на солнечных батареях незаменимы для освещения дорог вне населенных пунктов, остановок общественного транспорта вне населенных пунктов, дворовых и парковых территориях где отсутствует электрическая сеть. Не требует подключения к электросети, получения разрешений на подключение, установки приборов учета, не требует прокладки кабеля и проведения работ по подводу сетевой энергии [6].

Согласно новому ГОСТ Р 58875-2020 «Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования» вступившего в силу с 1 июня 2020 года. Стандарт, который был разработан Научно-образовательным центром «Экологическая безопасность, зеленые стандарты и технологии» НИУ МГСУ на базе Технического комитета по стандартизации «Зеленые» технологии среды жизнедеятельности и «зеленая» инновационная продукция» Крыши теперь могут служить, как малые архитектурные формы. При благоустройстве территории мы можем и прибегать к озеленению крыши. Мобильное (или контейнерное) озеленение крыш реализуют посадкой растений в кадки (модули, контейнеры) с дальнейшей установкой на эксплуатируемую крышу.

Давайте посмотрим на зарубежный опыт по благоустройству с применениями «зеленых» технологий

Например, в странах Европы многоквартирные жилые дома редко бывают высокими. Независимо от величины двора главным параметром, определяющим уровень благоустройства, является экономика. Дворы закрыты от машин. Основой планировочной структуры двора являются пешеходные дорожки и газоны. При распределении бюджета на благоустройство в первую очередь предусматривается создание мощеных дорожек, потом газонов. Затем, если хватает средств, устанавливаются опоры наружного освещения, потом скамьи, устраивается детская площадка и в последнюю очередь высаживаются деревья и кустарники. Все стараются делать как можно лучше, с применением высококачественных материалов.

Во Франции действует Стандарт высокого качества окружающей среды (Haute Qualité Environnementale, HQE) стандарт зеленого строительства, основанный на принципах устойчивого развития. Стандартизация нацелена на минимизацию негативного влияния на окружающую среду, сокращение водопотребления и энергопотребления, количества отходов, создание здоровых и комфортных условий для жителей. В Париже новые идеи тестируются на небольших участках. Если принцип доказал свою успешность, его начинают использовать на других территориях города.

В США действуют Графические стандарты ландшафтной архитектуры (Landscape architectural graphic standards) — полное справочное издание для всех, кто связан с ландшафтной архитектурой, дизайном и строительством. Основные задачи свода Стандартов ландшафтной архитектуры: дать всестороннее представление о ландшафтных технологиях; предоставить исчерпывающую информацию для работы ландшафтного архитектора и профессионального проектировщика; обеспечить всестороннюю защиту окружающей природной среды; использовать инновационные технологии при проектировании и проведении работ на территории; использование всех аспектов «зеленых» технологий при проектировании и строительстве.

#### Библиографический список

1. ГОСТ Р 58875-2020 "Зеленые" стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования.

2. Официальный сайт комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://stroj.mos.ru/interviews/priroda-dlia-chielovieka-rakushka-vriemien-bolshoi-vody-i-unikal-nyi-plieikhab>.

3. Современные проблемы экологии и природопользования : учебно-методическое пособие / Т.Г. Зеленская, И.О. Лысенко, Е.Е. Степаненко, С.В. Окрут. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2013. – 124 с. – ISBN 2227-8397. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/47355.html> (дата обращения: 27.02.2021). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

4. Король Е.А., Шушунова Н.С. Особенности устройства различных вариантов кровельных покрытий с системами озеленения // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 2. С. 124-129.

5. Журнал "Зелёный город", выпуск от 26.08.2016 [Электронный ресурс].- Режим доступа:<https://green-city.su/v-garmonii-s-prirodoj-detskaya-eko-ploshhadka/>.

6. Информация о фонарях уличного освещения: [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://spec-system.ru/ulichnyy-svetilnik-fonar-na-solnechnoy-bataree-20-vt-sse-50-40-eco>.

7. Информация о материалах и технологиях при благоустройстве территорий : [Электронный ресурс].- Режим доступа:<https://vik95.ru/poleznoe/materialy-blagoustrojstva-gorodskikoi-territorii.html>.

8. Благоустройство в реновации. Подходы и проблемы / по заказу Комитета по архитектуре и градостроительству города Москвы – М. : Изд-во «А-Принт», 2018. – 268 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ РЕКОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТОВ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

*Горланова С.А., студент 2-го курса 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Сокова С.Д., проф., к.т.н.*

Реконструкция объектов капитального строительства заключается в изменении параметров самого объекта капитального строительства в целом, его частей, в том числе надстройка, пристройка, встройка, перепланировка и расширение объекта капитального строительства, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций объекта капитального строительства.

Восстановление несущих строительных конструкций является одной из важнейших целевых задач, которую выполняет реконструкция. Реконструкции подвержены такие несущие элементы, как: несущие стены, колонны, столбы, стойки зданий и сооружения, плиты перекрытия, ригели и, конечно же, фундаменты. Они выполняют роль основы здания [1].

Реконструкция фундаментов объектов капитального строительства необходима:

- при увеличении нагрузок на существующие фундаменты;
- при устройстве новых фундаментов вблизи существующих зданий;
- при пристройке новых зданий и сооружений к существующим зданиям;
- при углублении существующих или устройстве новых подвалов или подземных пространств;
- при усилении или изменении оснований и фундаментов зданий из-за низкой несущей способности или высокой деформативности.

Каждый из этих случаев требует оценки конструктивных элементов и гидрогеологических условий эксплуатируемого здания, а также оценки стесненности городской территории, что предопределяет выбор материалов конструкций и методов для усиления фундаментов и оснований [2-3, 6-7].

Основными причинами повреждения фундаментов зданий и сооружений считаются техногенные и природные факторы.

К техногенным факторам относятся:

- неравномерная осадка основания;
- искусственные изменения (понижения, повышения) уровня грунтовых вод и их скорости;
- механическая суффозия грунта;
- воздействие вибраций на основания и фундаменты зданий;
- протаивание толщи вечномерзлых грунтов;
- ошибки при проектировании и (или) строительстве.

К природным факторам относятся:

- разрушение горных пород основания и материалов фундаментов;
- деформация оползневых склонов;

- землетрясения;
- подмыв оснований зданий и сооружений;
- ветровая эрозия основания зданий и сооружений.

В следствие воздействия природных и техногенных факторов возникает опасное развитие деформаций оснований, что влечет за собой деформацию фундаментов зданий и сооружений.

Классическими повреждениями фундаментов и оснований являются:

- расслоение и разрушение материалов и коррозия тела бетонного фундамента с потерей прочности материала;
- растрескивание и горизонтальные деформации внешней фундаментной стены здания с подвалом;
- трещины в плитной части фундамента;
- расструктуривание несущего слоя грунта основания;
- разрушение или отсутствие противокapиллярной изоляции;
- деформации основания фундамента, превышающие предельно допустимые.

Когда во время обследования фундаментов и оснований зданий и сооружений найдено одно из представленных нарушений, необходимо принять решение об их усилении.

Существуют различные методы усиления фундаментов и оснований зданий и сооружений: уширение подошвы, устройство обойм, инъекционные и методы усиления фундаментов с помощью свай. Выбор того или иного метода усиления зависит от конструктивных особенностей существующего фундамента, от грунтов основания, от конструктивной схемы сооружений.

В данной работе проведен анализ методов реконструкции фундаментов для жилого 5-этажного панельного дома с ленточным фундаментом. Конструктивная схема здания – перекрестно-стеновая. Высота этажа – 2,7 м. Дом был построен в 1971 году. В данном здании для устройства фундамента были использованы бетонные подушки типа «ФЛ». Основанием фундамента является насыпной грунт, суглинок тугопластичной консистенции с прослойками песка, с включением слежавшегося строительного мусора. Данное здание находится в условиях плотной городской застройки.

После анализа традиционных методов усиления конструктивных элементов определен метод, который в данном конкретном случае будет наиболее эффективен и технологичен. По данному зданию было проведено обследование, после которого было выявлено, что состояние фундаментов дома является не удовлетворительным. Причиной такого состояния фундамента является значительное раскрытие трещин в его теле, величина которых превышает допустимое значение.

Для сравнительного анализа по усилению фундамента применимо к данному зданию рассмотрены два метода усиления фундаментов: традиционное усиление фундаментов с помощью бетонной обоймы и усиления фундаментов с помощью буронаблюдательных свай.



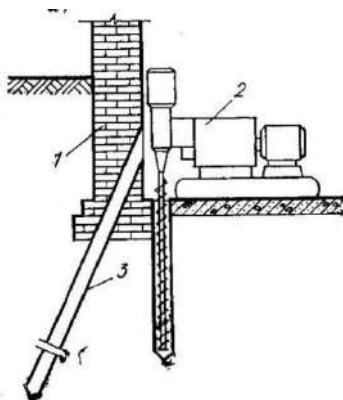
Метод усиления фундаментов выбирается исходя из исходных данных обследования здания и причины появления дефектов до реконструкции фундамента.

Устройство железобетонных обойм выполняют в том случае, если на отдельных участках фундамента прочность нижележащих слоев слабее прочности вышележащих. Обойма представляет собой полностью замкнутую конструкцию, охватывающую собой всю площадь фундамента, а не только поврежденной части [4-5].

Основная задача усиления фундаментов методом устройства железобетонной обоймы – равномерное распределение нагрузки на подошвы, увеличение площади опоры и замоноличивание всех имеющихся трещин и дефектов.

При устройстве обойм следует учитывать состояние старого основания. Для увеличения качественного и прочного сцепления необходимо снять верхний слой бетона усиливаемого фундамента для того, чтобы достичь монолитности существующего фундамента с вновь устраиваемой железобетонной обоймой. В качестве дополнительного обеспечения прочности и предотвращения сдвиговых напряжений к поверхности фундамента приваривают (или вставляют в просверленные в его тело) арматурные стержни, анкера и другие крепежные элементы, пробивают штрабы, устанавливают металлические балки, бетонные шпонки. Работы выполняют по захваткам длиной 2-2,5 м. Здание находится на густо застроенной территории и нет возможности проводить земляные работы по его периметру.

Для того чтобы увеличить несущую способность фундамента и усилить основание, необходимо усиление фундаментов путем устройства буроналивочных свай. Их применение дает возможность производить работы по усилению фундамента без разработки траншей и нарушения структуры грунта в основании (рис. 1).



**Рис. 1.** Усиление фундамента буроналивочными сваями:  
1 – стена здания; 2 – буровой станок; 3 – свая

Буроинъекционные сваи применяются в случае повышения требований к несущей способности объекта, при аварийной осадке зданий и сооружений вследствие изменения геологических условий, износа или перегруженности несущих конструкций. За счет современной технологии, есть возможность применяться буроинъекционные сваи для укрепления фундаментов существующих зданий в условиях плотной городской застройки, также на территории со сложными геологическими условиями.

В процессе работы в условиях плотной застройки «стена в грунте» из буронабивных либо буроинъекционных свай дает возможность за небольшое количество времени создать прочные опорные конструкции и предотвратить повреждения фундаментов соседних зданий. В работе рассматривались стоимостные показатели этих способов. Стоимость принималась по федеральным единичным расценкам ФЕРр и стоимостной анализ сравнения вариантов усиления фундаментов показал преимущество буроинъекционного способа.

Таким образом, исходя из того, что необходимо усилить фундаменты, предотвратить дальнейшее раскрытие трещин в теле фундаментов здания, которые возникают и по причине ослабления грунтового основания, использование метода с применением буроинъекционных свай будет эффективнее, так как сразу решает две задачи-усиление самого фундамента и его основания.

#### Библиографический список

1. Иванов Ю.В. Реконструкция зданий и сооружений. Усиление, восстановление, ремонт; Издательство Ассоциации строительных вузов - М., 2017.
2. Магарамов М.С. Метод укрепления фундамента при помощи буроинъекционных свай // Молодой ученый. – 2020. – №1.
3. Мангушев Р.А., Карлов В.Д., Сахаров И.И., Осокин А.И. Основания и фундаменты: Учебник для бакалавров строительства.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ, – М., 2014.
4. Яковлева М.В. Восстановление и усиление железобетонных и каменных конструкций / М.В. Яковлева, О.Н. Коткова, С.В. Широков. - Москва: Наука, 2015. - 192 с.
5. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003 (с Изменением N 1).
6. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83 (с Изменениями N 1, 2).
7. СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты (с Изменениями N 1, № 2) Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87.

## ОСВЕЩЕНИЕ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ РАБОТЕ СО СМИ

*Дулепова И.А., студентка 3 курса 20 группы ИЭУИС  
Научный руководитель – Яжлев И.К. ст. преп.*

Проблема загрязнения производственных территорий довольно распространена в настоящее время. Города с каждым годом обновляются и появляются необходимость строить на месте бывших производственных территорий новые дома и жилищные комплексы, но перед этим проводятся некоторые подготовительные мероприятия. В данной статье мы разберём причины загрязнения, методы их исследования, проанализируем способы восстановления загрязнённых производственных территорий, а так же рассмотрим что говорят об этом в средствах массовой информации.

При работе различных видов производств, техногенное воздействие может быть направленно не только на саму территорию предприятия, но и на их окружение. Причины таких загрязнений могут быть абсолютно разные, перечислим самые распространённые, а так же рассмотрим последние новости в СМИ связанные с ними:

- Химические загрязнения. Пример подобного загрязнения выявили в 2020 на Камчатке. Из-за опасного содержания нефтепродуктов, выброшенных каким то производством в водоем на Халактырском пляже вода поменяла цвет и умерло очень много животных и растений обитавших там.

- Загрязнение гидросферы и литосферы. Пример данного загрязнения находится в Санкт-Петербурге. Уже много лет там существует полигон «Красный Бор», куда сливали отходы первой первого класса опасности. Защитой от проникновения отходов в водоемы и земли были Кембрийские глины. В 2014 году полигон закрыли, так как, обнаружилось, что глины всё-таки не смогут обеспечить требуемой защиты. Но полигон все ещё существует и отходы все ещё туда сливаются, что ставит под угрозу загрязнение подземной гидросферы.

- Биологические загрязнения. 18 февраля 2021 года стало известно об биологическом загрязнении земель во Владимирской области. Там были обнаружены несанкционированные складирования отходов птицепроводства. Проведенные исследования земель показали заражение окружающих почв бактериями группами кишечной палочки. Данные земли считаются опасными и непригодными для дальнейшего использования.

- Шумовое загрязнение. Такое загрязнение было зафиксировано Благовещенске. Местные жители вошли в суд с заявлениями на ООО "Великолукский завод металлоконструкций 60". Данное предприятие превышало уровень шума в несколько раз, чем приносило много неудобств населению. В данный момент предприятие приостановило свою работу.

- Тепловое загрязнение. Жители города Калтан жалуются на работу местной теплоэлектростанции. Из труб предприятия ежедневно выходит

чёрный дым загрязняющий воздух города, что так же влияет и на здоровье населения. В данный момент Роспотребнадзор ведёт проверку по данному делу.

- Радиационное загрязнение. Самое известное и крупное радиационное загрязнение окружающей среды произошло на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986. Произошедший выброс большого количества радиоактивных веществ, повлек за собой смерти и мутации большого количества живых организмов.

- Электромагнитное загрязнение. В Азербайджане местные журналисты заинтересовались тем, что население стало очень часто строить своё жильё неподалёку от ЛЭП. Помимо своей непосредственной опасности для людей, линии электропередач наносят большой урон своими невидимыми электромагнитными полями.

При выявлении причин загрязнения и разработке способов ликвидации последствий, проводятся исследования потенциально опасных территорий, собираются всевозможные данные. Проводимые работы при изучении производственных территорий обязательно регулируются такими нормативно-правовыми актами как: ГОСТ 17.0.0.02-79 «Охрана природы. Почвы. Метрологическое обеспечение контроля загрязнённости атмосферы, поверхностных вод и почвы»; СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства»; ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализов»; ГОСТ Р ИСО 9169-2006 «Качество воздуха. Определение характеристик методик выполнения измерений»; МУК 4.2.1884-04 «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов»; и другие. Так как причины загрязнения могут быть совершенно разные, то и методы исследования будут разные. Рассмотрим несколько из существующих видов анализа загрязнений.

Например, метод исследования почвы. Данный анализ проходит в лабораторных условиях с целью определения состава, физико-механических, физико-химических, химических, агрохимических и биологических свойств. По полученным результатам почву разделяют на следующие классы опасности:

- I. чрезвычайно опасные;
- II. высокоопасные;
- III. умеренно опасные;
- IV. малоопасные;
- V. неопасные.

Ещё один метод - это метод исследования поверхностных вод. Пробы берутся с глубины 10-15 см от поверхности воды, и хранятся не более 6 часов с момента взятия. Взятые пробы определяют к какому классу загрязнённости относится водоём: условно чистая; слабо загрязнённая; загрязнённая; очень загрязнённая; грязная; очень грязная; экстремально грязная;

Следующий метод исследования - анализ атмосферного воздуха. Данный способ проводится в условиях лаборатории и проводится по двум ос-

новным направлениям: исследование воздуха рабочей зоны и исследование атмосферы на наличие опасных выбросов. Всего может выявиться 197 показателей загрязненности. Загрязнения атмосферного воздуха разделяются на следующие виды: механические, физические и биологические.

После получения проб и выявления причин загрязнений, начинается этап разработки способов по восстановлению загрязнённых производственных территорий. При устранении последствий неблагоприятных воздействий на производственные территории используют различные специальные инженерно-технические мероприятия, установленные такими нормативно-правовыми актами как: ГОСТ Р 58330.2-2018 «Мелиорация. Виды мелиоративных мероприятий и работ. Классификация»; ГОСТ Р 59060 «Охрана окружающей среды. Земли. Классификация нарушенных земель в целях рекультивации.»; ГОСТ 17.5.3.04-83 «ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ»; и другие. Методы экологического восстановления производственных территорий формируются в зависимости от имеющихся причин загрязнений, так как их может быть большое количество, перечислим самые известные из них и рассмотрим актуальную информацию о них в СМИ:

- Рекультивация. Данный метод будет применен в 2022 году в Ульяновской области. На данный момент полигон уже не активен, его земли будут восстановлены и отданы под другие нужды города.

- Абсорбционно-биохимический метод. В Челябинске «Завод ТЕХНО» внедрил на своё производство абсорбционно-биохимическую технологию очистки производственных выбросов. Это помогло повысить степень очистки атмосферных выбросов, от маркерных веществ до – 67-69%, а от взвешенных веществ – до 75%.

- Метод коагуляции. В республике Калмыкии впервые на одной из очистной установке внедрили метод коагуляции. Данное новшество позволило привести в норму все показатели поставляемой населению воды. В настоящее время планируется распространить этот положительный опыт по всей республике.

- И другие.

Исследование производственных загрязнённых территорий и их восстановление, очень долгий и трудоёмкий процесс. Но полученный результат для экологии окружающей среды несоизмеримо велик. Конечно, для недопущения подобных случаев необходимо внедрять эффективные технологии защищающие окружающую среду от опасных воздействий, а так же установить строгий контроль соблюдения всех нормативов и правил по работе промышленных предприятий.

#### Библиографический список:

1. Промышленное загрязнение окружающей среды <https://ecoportal-info.turbopages.org/ecoportal.info/s/promyshlennoe-zagryaznenie-okrzhayushhej-sredy/>.

2. На Камчатке назвали возможную причину выброса мертвых животных на пляжи  
<https://www.rbc.ru/society/02/10/2020/5f7715069a7947106ef70de0>.
3. Полигон токсичных отходов "Красный бор" обеспокоил петербуржцев  
<https://www.mk.ru/social/2020/10/16/poligon-toksichnykh-otkhodov-krasnyy-bor-obespokoil-peterburzhcev.html>.
4. Во Владимирской области ищут виновников загрязнения земель токсинами  
[https://vladtv.ru/news\\_carpets/120168/](https://vladtv.ru/news_carpets/120168/).
5. Работа слишком шумного завода в Приамурье приостановлена по решению суда  
<https://www.interfax-russia.ru/far-east/news/rabota-slishkom-shumnogo-zavoda-v-priamure-priostanovlena-po-resheniyu-suda>.
6. После фото почерневшего снега в соцсетях Роспотребнадзор взял на контроль Калтанскую ГРЭС  
[https://vashgorod.ru/news/1149483?utm\\_source=yxnews&utm\\_medium=mobile&utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D](https://vashgorod.ru/news/1149483?utm_source=yxnews&utm_medium=mobile&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D).
7. Авария на Чернобыльской АЭС  
[https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Авария\\_на\\_Чернобыльской\\_АЭС](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Авария_на_Чернобыльской_АЭС).
8. Опасное соседство в Азербайджане: чем чревато строительство жилья рядом с ЛЭП? <https://news.day.az/society/255242.html>.
9. "Экологическое оздоровление загрязненных производственных и городских территорий", Яжлев И.К. АСВ, Москва, 2012 г.
10. ГОСТы, перечисленные в настоящей статье.  
[https://standartgost.ru/2/4294943489-1\\_5\\_zagryaznenie\\_pochv](https://standartgost.ru/2/4294943489-1_5_zagryaznenie_pochv).
11. Назначение и методы оценки степени загрязнения почвы  
<https://cleanbin-ru.turbopages.org/cleanbin.ru/s/terms/degree-of-soil-pollution>.
12. МУК 4.2.1884-04 Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов (с Изменением N 1).
13. Лабораторные исследования и анализ воздуха  
<https://lab--ecostar-ru.turbopages.org/lab-ecostar.ru/s/nezavisimye-laboratornye-issledovaniya-i-analiz-vozduxa-ot-ekostar>.
14. Яжлев И.К. Научная статья «Экологическое восстановление загрязненных производственных территорий.» Экология и промышленность России. 2011. № 3. С. 48-51.
15. «Накоплено 580 тысяч кубометров отходов». Рекультивация полигона ТБО возле села Красный Яр начнут в 2022 году  
<https://ulpressa.ru/2021/02/18/накоплено-580-тысяч-кубометров-отходов>.
16. Челябинский «завод ТЕХНО» внедрил новую для региона технологию очистки дымовых газов  
<http://www.rossk.ru/new-section/15/chelyabinskij-zavod-tekhno-vnedril-novuyu-dlya-reg>.
17. Опыт Приютненского района по очистке воды можно будет использовать по всей Калмыкии.  
<https://riakalm.ru/index.php/news2/26473-опыт-priyutnenskogo-rajona-po-ochistke-vody-mozhno-budet-ispolzovat-po-vsej-kalmykii>.

## СОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ БЛАГОУСТРОЙСТВА НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

*Злобин И.А., студент 2-го курса 6 группы магистратуры ИИЭСМ  
Научный руководитель – Остякова А.В., доц., к.т.н.*

Благоустройство урбанизированных территорий составляет важную часть освоения территорий, застройки населенных мест. Оно оказывает положительное влияние на здоровье населения и на качество окружающей среды. Наличие благоустройства придомовых и дворовых территорий является в настоящее время необходимым условием для сдачи жилья в эксплуатацию после их строительства, а также в результате реновации.

Объектами благоустройства являются различные типы открытых пространств и их окружения: парки, сады, скверы, набережные, бульвары, площади, улицы (в т.ч. пешеходные), дворы, пляжи, аквапарки и др.; внешний вид фасадов зданий и сооружений (в т.ч. временных). На планирование мероприятий по благоустройству, проектирование благоустройства влияют социальные факторы, такие как профессии, возраст проживающих, процентное соотношение трудоспособного и нетрудоспособного населения, количество детей, а также мнение проживающих на территории граждан, которое можно узнать с помощью проведения анкетирования.

В условиях повышенных антропогенных нагрузок в городах из-за загрязнений окружающей среды выбросами автотранспорта, промышленных предприятий, другими загрязнениями вопросы благоустройства приобретают все большее значение. При периодическом выполнении комплекса необходимых мероприятий по благоустройству, озеленению городских территорий качество городской среды, ее микроклимат, санитарно-гигиенические условия, а также эстетическое восприятие городской застройки может значительно улучшиться, что повышает комфортность проживания в данном населенном пункте [1].

Комплекс мероприятий по благоустройству эксплуатируемых жилых территорий включает, как правило, инженерное благоустройство (инженерная подготовка, искусственное освещение, инженерное оборудование), наличие и совершенствование объектов социально-бытового обслуживания населения и внешнее благоустройство (организация транспортного и пешеходного передвижения, озеленение территорий, оснащение территорий элементами благоустройства). Отдельно можно выделить экологическое благоустройство, связанное с проведением мероприятий по оздоровлению окружающей среды [2-5].

Если при завершении строительства жилых зданий в городских условиях вопросы инженерного благоустройства, инженерной подготовки оказываются в основном решены, то в результате реконструкции городских территорий, реновации жилой застройки могут быть нарушены, например, планировочные отметки водоотводящих систем, ливневки, изменена транс-

сировка внутриквартальной сточной сети [6-7]. Аналогично, могут быть изменения и в вопросах социально-бытового благоустройства, которое заключается в нормативном обеспечении урбанизированных территорий не только объектами инженерного благоустройства, но и социально значимыми объектами повседневного и периодического пользования (школы, продовольственные магазины, почта, поликлиники, банки, парикмахерские и проч.). Такие изменения возможны в течение эксплуатации жилой, общественной, рекреационной функциональных зон урбанизированных территорий, а также при их реновации [6], они связаны с изменяющимся потребностями населения, возрастной и социальной состав которого, плотность застройки не остаются постоянными, но социокультурный ландшафт эксплуатируемой территории не включает сегрегацию населения.

Проведение мероприятий по благоустройству урбанизированных территорий в результате изменяющихся условий эксплуатации этих территорий включает «достижение социально-экономических эффектов и определяет значения ключевых показателей результативности проведения реновации территории (фактические показатели обеспеченности объектами коммунальной транспортной, социальной инфраструктур, а также объектами благоустройства)» [6].

Оценка эффективности либо планирования проведения подобных мероприятий проводятся путем опросов граждан с целью выявления удовлетворенности эксплуатацией территории по следующим направлениям:

- удовлетворенность предоставленным возмещением за изъятое недвижимое имущество;
- удовлетворенность объектами социальной инфраструктуры;
- удовлетворенность объектами транспортной инфраструктуры;
- удовлетворенность объектами социальной инфраструктуры;
- удовлетворенность объектами благоустройства;
- удовлетворенность озеленением реновированной территории;
- удовлетворенность объектами инженерного и иного оборудования (детские игровые площадки, спортивные объекты, наружное освещение);
- удовлетворенность фактической плотностью застройки.

В результате обработки данных опросов путем анкетирования получается общая картина, можно проводить оптимизацию планирования мероприятий по благоустройству. Обработка результатов анкетирования граждан проводится вероятностными методами, с использованием выборок [8].

При проведении анкетирования важным и сложным моментами являются составление выборки и правильно составленная анкета. Объективные результаты получаются в зависимости не столько от количественных факторов (большого числа опрошенных людей, большого числа вопросов в анкете), сколько от содержательных параметров (репрезентативность выборки). Анкета в зависимости от видов и целей анкетирования может содержать как большое число вопросов, так и 2-3 вопроса, подразумевающих развернутые ответы. От объема выборки, то есть от объема опрошенных категорий людей зависит точность опросов. Объем выборки из генеральной



совокупности определяется социологическими методами, обычно он колеблется от нескольких сотен (200-400) человек до нескольких десятков тысяч. С организационной и экономической точки зрения возможны две принципиально разные схемы выборки: территориальная и институциональная («производственная»).

Чтобы правильно составить анкету, необходимо поставить четкие задачи социологического исследования, которые помогут сформулировать в анкете вопросы темы исследования, они должны быть краткими, последовательными (например, от простых к сложным), логичными. Лучше у респондента спрашивать в одном вопросе только один ответ. Тогда он будет считаться единственно важным. Иначе при наличии нескольких тем акцент на первичный вопрос может уйти к другому. Кроме того, задачей интервьюера является – как убедить людей участвовать в опросе.

**Последовательность смысловых разделов анкеты** строится следующим образом: введение, в котором указывается: кто (организация или научное учреждение, если этого требует содержание вопросов, гарантия анонимности информации, инструкция по заполнению анкеты и другие «организационные» моменты. Вводные (контактные) вопросы. Основные вопросы. Заключительные вопросы: «благодарим Вас за сотрудничество в проведении опроса».

#### **Типы вопросов**

**Открытые вопросы** - это вопросы, на которые нет возможных ответов; они хороши на стадии испытания, определения области исследования и в контрольной функции. Предполагается, что ответ в свободной форме позволяет выявить доминирующие мнения, оценки, настроения: люди отмечают те аспекты явлений или говорят о том, что их больше всего волнует, о том, что доминирует в их сознании. Отсутствие открытых вопросов - это сложность обработки данных. Длинные ответы предполагают последующую группировку и часто количественную оценку, а контент-анализ ответов является сложной и трудоемкой процедурой.

**Закрытые вопросы** - это вопросы с множественным выбором, которые позволяют вам интерпретировать ответ более строго. Структура соотношения оценок и суждений определяется здесь набором общих для всех респондентов вариантов ответов. Исследователь имеет более надежную основу для сравнения данных при равных условиях, чем при открытых вопросах. Также используется полужакрытая версия, в которой оставлен пункт для дополнительных комментариев и комментариев. Если в анкете недостаточно места для ответа на открытый вариант вопроса, она "не работает".

**Контактные вопросы.** Любое общение начинается с фазы адаптации (адаптации), в ходе которой социолог реализует важные цели: создает мотивацию респондентов к участию в опросе, готовит их к исследованию. Этот этап предполагает восприятие обращения к респондентам, знакомство с целью исследования и инструкциями по заполнению анкеты. Социологи осознают значение первого вопроса и стремятся сделать его как можно бо-

лее простым. Первый вопрос оказывается контактным, то есть его цель – установить контакт с респондентами. Поэтому лучше начинать анкету с того, что принято всеми, что наиболее понятно. Ответы на контактный вопрос не обязательно предполагают научный анализ по отношению к значимым проблемам. С другой стороны, с методологической точки зрения эти ответы имеют большое значение: в зависимости от их содержания можно определить отношение респондентов к опросу, его влияние на их добросовестность, искренность и т. д.

Ниже приводятся примеры анкет-опросов населения о качестве благоустройства территорий.

Таблица 1

### Пример анкеты-опроса населения о качестве благоустройства

<p>▶ <b>Ваш пол</b></p> <p><input type="radio"/> мужской</p> <p><input type="radio"/> женский</p>	<p>▶ <b>Довольны ли Вы чистотой улиц города?</b></p> <p><input type="radio"/> Довольны</p> <p><input type="radio"/> Не довольны</p>
<p>▶ <b>Ваш возраст</b></p> <p><input type="radio"/> 16 - 29</p> <p><input type="radio"/> 30 – 39</p> <p><input type="radio"/> 40 – 49</p> <p><input type="radio"/> 50 – 59</p> <p><input type="radio"/> 60 плюс</p>	<p>▶ <b>Считаете ли вы достаточным количество озеленённых территорий для отдыха?</b></p> <p><input type="radio"/> Да</p> <p><input type="radio"/> Нет</p>
<p>▶ <b>Профессия или род Вашего занятия</b></p> <p><input type="radio"/> Рабочий на предприятии</p> <p><input type="radio"/> Служащий</p> <p><input type="radio"/> Крупный руководитель (директор, начальник)</p> <p><input type="radio"/> Предприниматель</p> <p><input type="radio"/> Пенсионер</p> <p><input type="radio"/> Другое _____ (укажите)</p>	<p>▶ <b>Что Вы считаете главной задачей благоустройства города?</b></p> <p><input type="radio"/> Ремонт подъездов и уборка дворов</p> <p><input type="radio"/> Создание детских и спортивных площадок</p> <p><input type="radio"/> Реконструкция парков и скверов</p> <p><input type="radio"/> Внешний облик города, дополнительное озеленение</p> <p><input type="radio"/> Ремонт дорог</p> <p><input type="radio"/> Создание новых парковочных мест</p> <p><input type="radio"/> Другое (укажите) _____</p>
<p>▶ <b>Как Вы оцениваете экологическую ситуацию в городе/районе?</b></p> <p><input type="radio"/> Благоприятная</p> <p><input type="radio"/> Скорее благоприятная</p> <p><input type="radio"/> Скорее неблагоприятная</p> <p><input type="radio"/> Неблагоприятная</p> <p><input type="radio"/> Затрудняюсь ответить</p>	<p>▶ <b>Как Вы считаете, достаточное ли количество мусорных урн в нашем городе?</b></p> <p><input type="radio"/> Да</p> <p><input type="radio"/> Очень мало</p> <p><input type="radio"/> Их нет</p>

Социальное благоустройство района может быть оценено при помощи анкеты, пример которой приведен в табл. 2.

**Пример анкеты-опроса удовлетворенностью населения обеспеченностью объектами сферы услуг**

► **В какой степени Вы удовлетворены условиями проживания в районе?**

	Полностью	Скорее да	Скорее нет	Не удовлетворен
Социальная инфраструктура	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Транспортная инфраструктура	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Безопасность	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Экология	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Благоустройство	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Озеленение	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Удовлетворены ли Вы обеспеченностью в Вашем районе объектами сферы услуг? Оцените, пожалуйста, удовлетворенность конкретными отраслями:**

	Да, полностью	Скорее, да	Скорее, нет	Совсем нет
Торговля	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Общественное питание	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Здоровье и оздоровление	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Образование	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Культура и досуг	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Бытовые услуги	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Социальная поддержка	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Библиографический список

1. СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75. М.: ОАО «ЦПП», 2017.
2. Остякова А.В., Плюснина Е.В., Благоустройство парковых комплексов городских агломераций. Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 2. С. 294-306.
3. Korol E., Ostyakova A.V., Perfilowa E. The operational characteristics of the housing stock as a result of renovation. В сборнике: XXIst International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering: Construction - The Formation of Living Environment, FORM 2018. Сер. "IOP Conference Series: Materials Science and Engineering" 2018. С. 062027. DOI: 10.1088/1757-899X/365/6/062027.
4. Plyusnina Y., Ostiakova A. Safe operation and reconstruction of urban water bodies in the park complexes. В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 06026. DOI: 10.1051/matecconf/201825106026.
5. Плюснина Е.В., Остякова А.В. Благоустройство водных объектов на территориях городских парковых комплексов. В сборнике: Молодёжные инновации. Сборник материалов семинара молодых учёных XXII Международной научной конференции. 2019. С. 241-246.
6. Законопроект №825313-7 «О реновации жилищного фонда в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – М.: - Режим доступа: <https://sozd.duma.gov.ru/bill/825313-7>.
7. Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» (ред. № 503-ФЗ от 31.12.2017) // Собрание законодательства Российской Федерации. 2018. №1 (ч.1). Ст. 87.
8. Головина А.А. Социологические принципы благоустройства среды обитания крупных городов // Изв. Саратов. Ун-та. Нов.сер. Сер. Социология. Политология. 2019. Т. 19, вып. 2. С. 183-185. DOI: [doi.org/10.18500/1818-9601-2019-19-2-83-185](https://doi.org/10.18500/1818-9601-2019-19-2-83-185).

## СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ПРИ РЕНОВАЦИИ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Капнушев И.А., студент 1-го курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

В статье рассматриваются наиболее актуальные проблемы городской среды, с которыми сталкиваются большинство жителей нашей страны в повседневной жизни, среди которых можно отметить следующие наиболее распространенные [1-3]:

1) Около 80% городских поселений с численностью жителей более 100 тысяч человек имеют несоответствующую требованиям безопасности среду.

2) Более половины горожан страны так или иначе сталкиваются с дефицитом объектов социальной и деловой инфраструктуры в непосредственной близости от дома, которые чаще всего расположены централизованно и составляют менее 10% городских территорий.

3) В больших и средних городах также более половины жителей сталкиваются с проблемой заторов на дорогах, а также с нехваткой парковочных мест для личного транспорта.

4) Жилые районы и микрорайоны городов России идентичны друг другу. Три четверти зданий представлены домами типовых серий советского периода и современной массовой жилой застройкой, в следствие чего районы кажутся монотонными и однообразными, что не лучшим образом сказывается на настроении и психологическом состоянии жителей. Также во многих районах городов отмечается серьезный недостаток общественных пространств для отдыха на открытом воздухе.

5) Около половины жителей подтверждают необходимость дополнительных мест для отдыха – парков и скверов около мест проживания, а в более чем в половине российских городов благоустроенные озелененные территории находятся в неудовлетворительном состоянии.

6) На сегодняшний день около порядка 20% жителей страны живут в стесненных условиях и нуждаются в увеличении жилой площади.

Для решения рассматриваемых проблем Министерством строительства РФ разработан Стандарт комплексного развития как застроенных, так и освоения свободных территорий, включающий в себя 8 книг [4]. В них описаны основные пути повышения качества городской среды, а также предложены современные «пространственные решения по формированию и развитию территорий жилой и многофункциональной застройки». Кроме этого, в Стандарте описаны управленческие, организационные и финансовые механизмы, призванные способствовать реализации рекомендуемых планировочных решений.

Важно отметить, что за двадцатилетний период, начиная с 1990 года, в три раза увеличилась площадь аварийного жилья, именно поэтому в

первую очередь рассматривается проблема улучшения застроенных территорий, а не проблема застраивания прилегающих территорий, поскольку большая часть городов расположена в центре важных промышленных или сельскохозяйственных зон, богатых биоресурсами. Также освоение новых территорий осложнено отсутствием инженерных коммуникаций и всевозможных объектов социальной инфраструктуры [5]. Поэтому целью данного исследования является изучение современных способов улучшения городской среды, для чего были решены следующие задачи:

- проанализирована нормативно-техническая документация в области градорегулирования и эксплуатации городских территорий;
- проведен обзор исследований в области формирования современной застройки, удовлетворяющей потребностям жителей;
- выявлены перспективные модели и проекты реновации застройки.

По данным Минстроя РФ от 60 до 90% жилищного фонда в крупных городах России составляет средне- и многоэтажная застройка. Именно развитие таких территорий и будем рассматривать в данной статье. Обзор исследований в области градорегулирования свидетельствует, что главным образом акцент сделан на разукрупнение районов и кварталов, повышение разнообразия типов жилых домов и разбавление монотонности жилой застройки, увеличение функционального разнообразия территории [6].

Среднеэтажная микрорайонная городская среда была сформирована преимущественно на первом этапе индустриального домостроения, т.е. в 50-60 года XX века. Главным образом это панельные, блочные и кирпичные пятиэтажные секционные дома, построенные исключительно по типовым проектам. Они зачастую выходят торцами на главные и второстепенные улицы и не формируют уличный фронт (см. рис. 1). Данные дома рассчитаны на относительно небольшой эксплуатационный срок, порядка 50 лет. Далее по прошествии этого срока в таких домах необходимо проводить капитальный ремонт, в том числе с заменой всех инженерных систем или сноса.



**Рис. 1.** Среднеэтажная микрорайонная городская среда

Для территорий среднеэтажной микрорайонной среды характерны кварталы большого размера, порядка 10–50 га, средняя плотность населения до 250 чел/га и невысокая плотность застройки до 8 тыс.м<sup>2</sup>/га. Низкая плотность улично-дорожной сети, составляющая до 4 км/км<sup>2</sup>, отчасти компенсируется высокой плотностью внутриквартальных проездов до 18,7 км/км<sup>2</sup>. При этом доля объектов общественно-деловой инфраструктуры в среднем составляет 20%. Из них до 9% приходится на образовательные учреждения – детские сады, начальные школы и гимназии, а также на объекты здравоохранения – больницы, поликлиники, 10 % приходится на коммерческие объекты и объекты услуг[7].

В настоящее время рассматриваются два сценария развития такого типа городской среды: сжатие и рост (см. рис. 2).



**Рис. 2.** Пути развития малоэтажной микрорайонной застройки [4]

Первый вариант разработан для городов с убывающим населением. Его преимуществом является снижение расходов муниципального бюджета на содержание лишнего жилого фонда. При этом есть пространства для новой застройки в случае прироста населения в будущем. Алгоритм разработки принципиальных планировочных решений застройки и территории при данном сценарии:

1 Шаг. Разработка новой планировочной структуры территории. Выбор территорий под расселение и снос. Формирование новых кварталов, красных линий и комплексное межевание территории.

2 Шаг. Формирование общественных пространств. Выбор типов многофункциональной застройки. Выбор участков для размещения новых улиц, зон отдыха.

3 Шаг. Определение пространственных конвертов будущей застройки. Пространственные конверты позволяют разместить малоэтажную многоквартирную или блокированную застройку по периметру квартала.

Результатом такого преобразования застройки является благоустройство улиц, районного парка, сквера и местных площадей. В долгосрочной перспективе возможно замыкание сформированных кварталов новой застройкой.

Сценарий роста возможен для территорий с развитой транспортной инфраструктурой, при потребности в новом жилищном фонде. Развитие территорий при пути роста включает реконструкцию домов с реорганизацией первых этажей и обустройство эксплуатируемых кровель; уплотнительную застройку с нежилой функцией; разукрупнение кварталов и организацию улиц вместо проездов; четкое функциональное зонирование открытых пространств с помощью элементов благоустройства. Алгоритм разработки принципиальных-пространственных решений застройки при данном сценарии:

1 Шаг. Создание новой планировочной структуры территории. Выбор территорий разукрупнения, снос домов. Комплексное межевание территории.

2 Шаг. Формирование открытых пространств.

3 Шаг. Определение пространственных конвертов будущей застройки. Конфигурация пространственных конвертов предполагает размещение среднеэтажной многоквартирной застройки до 6 этажей по периметру квартала. Вдоль главной улицы районного значения возможна застройка до 9 этажей. Определение мест для размещения уникальной застройки.

Результатом такого преобразования застройки является помимо перечисленных в первом сценарии реконструкция существующих домов с пристройкой коммерческих помещений.

В заключение можно сделать следующие выводы: изучение современных способов улучшения городской среды направлено на улучшение оснащения городских территорий, создание безопасной и комфортной для проживания обстановки путем вовлечения существующей застройки и приведения ее путем реконструкции или капитального ремонта [8, 9] к современным требованиям и стандартам.

#### Библиографический список

1. Звягинцева А.В., Ивашук О.А. Взаимосвязь градостроительного и социально-экономического развития городов России // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 95–104.
2. Дементьева М.Е., Петров П.В., Попов А.А. Задачи развития рекреационных зон в условиях сложившейся застройки городов // Естественные и технические науки. 2014. № 9-10 (77). С. 465–467.
3. Семченков Л.В. Современные проблемы градостроительства в условиях развития городских территорий // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2020. № 2 (142). С. 39–48.
4. Стандарт комплексного развития территорий. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://дом.рф/urban/standards/printsipy-kompleksnogo-razvitiya-territoriy/>, свободный.
5. Зильберова И.Ю., Маилян В.Д., Петров К.С., Беланова М.А. Реновация как разновидность модернизации городских территорий // Инженерный вестник Дона. 2019. № 9 (60). С. 48.



6. Дементьева М.Е., Педяш Е.В. Обзор принципов обоснования проектных решений по реконструкции жилой застройки // Научное обозрение. 2017. № 15. С. 24–27.
7. Маршалкович А.С., Афолина М.И. Экология городской среды: Учебное пособие. – М.: НИУ МГСУ, 2016. 319 с.
8. Сабына Е.Н., Сабына М.Н. Реновация как форма улучшения городского пространства // Интерактивная наука. 2018. № 11 (33). С. 54–56.
9. Дементьева М.Е. Многокритериальная оптимизация при выборе рационального решения утепления фасада в процессе планирования капитального ремонта зданий // Научное обозрение. 2016. № 1. С. 8–12.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ОБЪЕКТОВ С РЕКОМЕНДАЦИЯМИ ПО ВЫБОРУ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ**

*Макаров О.В., студент 2 курса 21 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Сокова С.Д., проф., к.т.н.*

Безопасность и надежность играют ключевую роль при эксплуатации любого здания. Существует множество защитных покрытий конструктивных элементов, обеспечивающих длительное и качественное функционирование зданий. В данной статье рассматривается гидроизоляция подземных конструкций зданий, самых важных элементов, обеспечивающих их сохранность, а также самого сооружения в целом [1-5]. Почти все гидроизоляционные материалы имеют ограниченный срок службы, который зависит от множества факторов: климатических, гидрогеологических, от стесненности территорий и др.

Увлажнение конструкций один из основных факторов, которые сокращают срок эксплуатации любого здания. Увлажнение подземных конструкций вызывает различные виды коррозии, включая и биокоррозию с развитием плесени и гнилостного грибка. Основные материалы подземных конструкций - бетон и железобетон также подвергаются разрушительному воздействию влаги. Причиной этому пористая структура бетона. Внутри бетона остается достаточно микротрещин и пор, по которым водные частицы проникают внутрь конструкции, пропитывая её насквозь. Кроме того, восстановление подземной гидроизоляции представляет собой достаточно сложный, затратный и трудоемкий процесс. [6-9] Самое эффективное решение - выполнение гидроизоляции на внешней стороне конструкции, но в реальных условиях эксплуатации восстановить её качественно и долговечно затратно.

В настоящее время в строительной сфере существует большой ассортимент различных материалов и способов защиты подземных конструкций зданий от проникновения влаги. В то же время выбрать конкретный материал и технологию способ очень сложно, потому что существует множество спецификаций гидроизоляционной технологии, различающихся по расположению, по материалу, по месту устройства, а также по способу применения. В свою очередь данные спецификации подразделяются на виды.

Защита фундамента от негативного воздействия, связанного с проникновением влаги в поры, проводится в нескольких направлениях: поверхностная покрывная, включающая окрасочную, обмазочную, монтируемую, наклеиваемую, наплавляемую, а также проникающую, создающую плотную структуру в теле защищаемой конструкции, и заобделочную, наносимую изнутри, но защищающую наружную поверхность фундаментов [11-13].

В реальных условиях плотной застройки городов в эксплуатируемых зданиях предпочтительней применять проникающую и заобделочную гид-

роизоляцию. Однако данное распределение является всего лишь характеристикой места устройства гидроизоляции и никак не приближает нас к ответу на вопрос о преимуществах того или иного способа. Какие же бывают виды гидроизоляции по используемым компонентам? Отсюда, собственно, и начинается анализ с попыткой выяснить наиболее оптимальный для применения вариант. Ниже представляется краткая схема по назначению защиты (рис. 1) и по принципу действия гидроизолирующих материалов (рис. 2):



**Рис. 1.** Схема видов гидроизоляции по назначению



**Рис. 2.** Схема видов гидроизоляции по принципу действия

Традиционно применяемые покрывные битумные материалы обладают невысокой долговечностью и корнепробиваемы (на них и из-под них могут пробиваться зеленые растения или кустарник). Из-за разного коэффициента линейного термического расширения и разной природы материалов конструкции и гидроизоляции всегда имеется граница раздела материалов, которая со временем приводит к нарушению гидроизоляции объекта. В условиях подземной гидроизоляции применять битумную обмазку в чистом виде нельзя, поскольку, будучи органическим веществом, битум является питательной средой для бактерий и микроорганизмов, живущих в грунте. При обмазке цементными составами с малым содержанием полимерных компонентов имеется повышенная склонность к растрескиванию, неравномерность толщины покрытия при нанесении, требует тщательной подготовки поверхности, сложность контроля технологии нанесения, невозможность быть нанесенными на влажную поверхность. Все покрывные материалы имеют достаточно серьезный дефект, при наружном нанесении необходимо провести земляные работы по периметру здания, что в услови-

ях стесненной территории невыполнимо. А при нанесении с внутренней стороны наружной стены гидроизоляция работает на отрыв, что уменьшает ее долговечность. Проникающая гидроизоляция не эффективна при наличии крупных пустот и трещин (более 0,3 мм), не обладает эластичностью, не эффективна при неустановившихся (продолжающихся) деформациях фундамента, требует специальных решений для герметизации стыков, швов и вводов коммуникаций, не эффективна при постоянных динамических нагрузках и на «старых» бетонах, на которых прошла коррозия выщелачивания.

Довольно необычным и являющимся скорее дополнительным, чем основным способом защиты является так называемый глиняный замок, представляющий собой плотно утрамбованные слои жирной глины, уложенные вдоль фундамента. Предназначением данных слоев является препятствование проникновения грунтовых вод в подвальные помещения, что наряду с простой технологией, а также доступностью и низкой стоимостью материала позволяют, за неимением лучших вариантов, использовать данный метод.

Покрывная гидроизоляция из термопластичных и эластомерных мембран является одной из самых распространенных при новом строительстве, но применять ее при ремонте существующих конструкций крайне сложно.

Самой последней инновационной разработкой был предложен способ инъектирования растворов бентонитовых глин на наружную сторону конструкции, что защищает несущую конструкцию одновременно от коррозии и фильтрационной влаги. Этот способ целесообразно применять при активно-агрессивном воздействии на конструкцию извне. Таким является материал ГСС Н-2, который стоек к агрессивным средам, долговечен, экологически чист, не размывается грунтовыми водами, не утрачивает свойств при многократном намокании-высыхании.

Очевидно, что универсального решения по гидроизоляции нет, в тех или иных случаях используются совершенно разные материалы и их комбинации. Однако краткий обзор, сделанный в данной статье, может помочь выбрать тот или иной материал и способ нанесения, благодаря рассмотренным преимуществам и недостаткам различных классов и систем. На основании рассмотренного анализа устройства подземной гидроизоляции можно сделать вывод, что при проведении ремонтных работ требуется комплексная защита конструкций, сочетающая в себе разные виды гидроизоляции. Только комплекс систематизированных и подобранных материалов и технологий гарантирует надежный ремонт гидроизоляции и сохраняет проектные сроки службы зданий.

#### Библиографический список

1. Сокова С.Д., Смирнова Н.В. Комплексная защита подземных конструкций при эксплуатации, журнал “Недвижимость: экономика, управление” №3 ноябрь 2019, стр. 42-45.

2. Сокова С.Д. Применение инновационных технологий при ремонте зданий., МГСУ, 263 с., 2011 г.
3. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов.
4. Король Е.А., Никифорова Н.С. Особенности проектирования и строительства подземных сооружений неглубокого заложения в сложных грунтовых условиях, Основания, фундаменты и механика грунтов. 2018. №1. С. 25-27.
5. СП 28.13330.2017 "Защита строительных конструкций от коррозии".
6. Сокова С.Д. Основы технологии и организации строительномонтажных работ. М., Инфра-М., стр.208, 2017.
7. Ившина Л.И., Плеханова Т.А., Хамидуллин Р.Р., Пермякова М.С. Проблемы восстановления гидроизоляции в процессе реконструкции зданий //Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 2. № 71. С. 206-209.
8. Калашникова А.С., Пушкарская О.Ю. Гидроизоляция строительного назначения – мировой и отечественный опыт // Инженерные проблемы строительного материаловедения, геотехнического и дорожного строительства материалы IV Международной научно-технической конференции . 2013. С. 204-206.
9. Щепаник Л.С. Особенности гидроизоляции строительных конструкций // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры Материалы Всероссийской научно-методической конференции . 2014. С. 856-859.
10. В. Блази Справочник проектировщика.Строительная физика;Москва, Техносфера- 2004.
11. Майкл Т. Кубал. Гидроизоляция зданий и конструкций . Справочник строителя; Москва, 2012.
12. Башенов Ю.М, Максимков Ю.В. Ремонт и усиление железобетонных конструкций полимерными материалами. Учебное пособие; Москва, ЦМИПКС-1986.
13. Шилин А.А., Зайцев М.В., Золотарев И.А., Ляпидевская О.Б. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте. Учебное пособие; Тверь 2003.

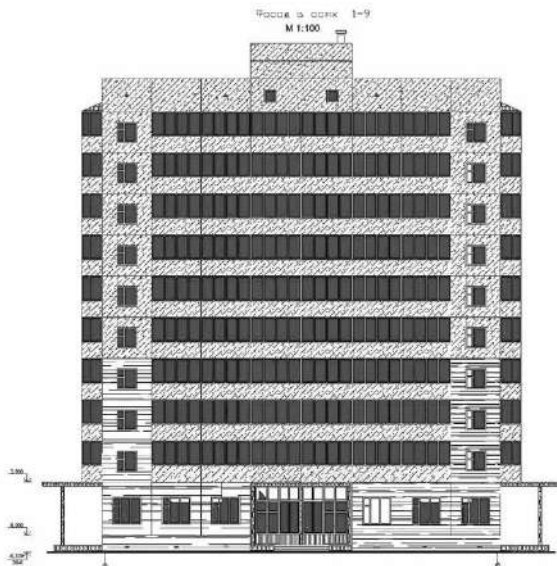
## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ ЗДАНИЯ

*Насимова М.Ф., студентка 4-го курса 21 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Сокова С.Д., проф., к.т.н.*

В результате неравномерной осадки оснований фундаментов, различной жесткости элементов и разнонагруженности стен, а также при воздействиях природных и техногенных факторов происходит нарушение пространственной жесткости коробки здания в целом или какой-либо ее части. В связи с этим проводят восстановление несущей способности поврежденных конструктивных элементов здания и связей между ними, повышение их пространственной жесткости.

Возможность и целесообразность восстановления, выбор способов и схемы усиления определяются в каждом случае индивидуально с учетом степени, характера повреждения конструкций и эксплуатационного назначения здания, вида материала и его физико-механических характеристик [5-6].

В рассматриваемом мною десятиэтажном кирпичном здании (рис. 1) необходимо провести восстановление целостности остова здания, так как имеются опасные трещины в местах со значительным раскрытием, есть отклонения от вертикальной плоскости.



**Рис. 1.** Фасад в осях 1-9

Для устранения этого рассмотрим варианты проводимых работ: стальные напрягаемые пояса или железобетонные пояса. Такие пояса придадут

зданию пространственную жесткость, снимают растягивающие напряжения в кладке. При увеличении пространственной жесткости здания усиление фундаментов в моем случае не требуется. Способ легко и быстро выполним в любое время года, дает значительную экономию средств и времени.

Применение напряженных поясов имеет определенные преимущества по сравнению с другими способами, поскольку они обеспечивают: выравнивание неравномерных деформаций коробки здания; ведение восстановительных работ без нарушения нормальной эксплуатации здания; исключение перекладки значительных участков стен; экономичное расходование металла на восстановление поврежденных стен и здания [1-3].

*Стальные* напрягаемые пояса представляют собой систему горизонтальных распределительных устройств, состоящих из тяжей диаметром 20-40 мм, напрягаемых при помощи муфт с двухсторонней резьбой (правой и левой) или закручиванием гаек на концах, концевых и промежуточных упоров. Поясами создается один или несколько замкнутых контуров по стенам. Производится объемное обжатие всего здания или его части [4].

С целью эффективного обжатия всей коробки здания длину большей части пояса рекомендуется принимать не более 1,5 коротких. В многоэтажных зданиях тяжести устанавливают в уровне перекрытий.

Пояса устанавливают на поверхности стен, ухудшая внешний вид, но сокращая трудоемкость работ. Для удобства монтажа и исключения провисания тяжей по длине в кладку забивают промежуточные скобы.

Монтаж поясов усиливаемого здания осуществляется последовательно снизу вверх на рис. 2. Устанавливают в борозды, предварительно пробитые по периметру здания в уровне междуэтажных перекрытий. На углах зданий устанавливают опоры из уголка, например L 125x10

Стальные пояса, установленные на поверхности стен, вместе с муфтами, упорными уголками, накладками, огрунтовывают и окрашивают или оштукатуривают по сетке.

Следующий метод усиления устройством *железобетонного* пояса отличается небольшими затратами и на его монтаж надо минимум времени. Толщина железобетонной обоймы составляет от 4 до 12 см, для ее создания используется мелкозернистый бетон, арматура, укладываемая в продольном и поперечном направлении.

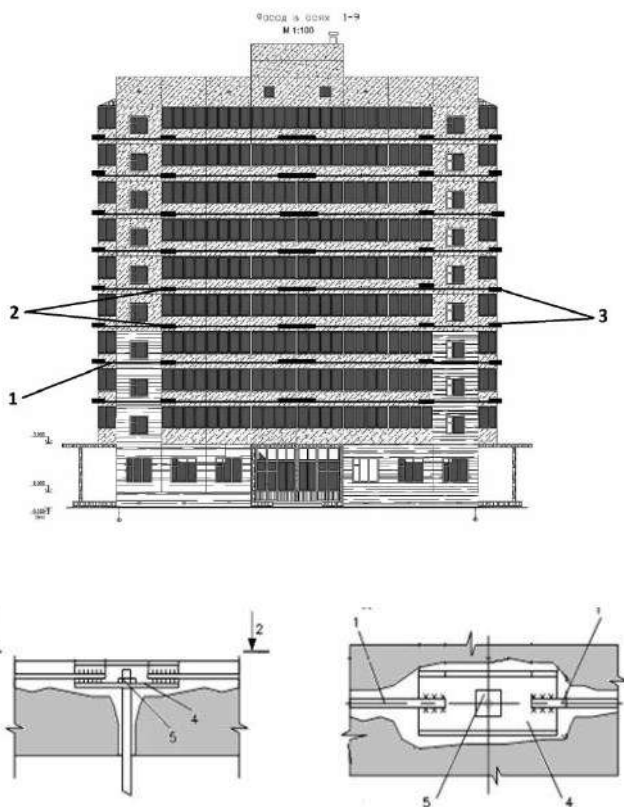
К стене крепление железобетонной обоймы проводится при помощи фиксаторов, устанавливают ее по периметру здания и таким образом создают арматурную сетку.

Для укрепления стены, созданная железобетонная оболочка должна превышать ее прочность в несколько раз. После установки, железобетонная оболочка берет на себя часть нагрузки, создаваемой на стену, таким образом, она разгружается и прекращается ее повреждение.

Если необходимо сделать обойму толщиной до 40 мм, то она выполняется методом пневмобетонирования и торкретирования, после чего поверхность покрывают штукатуркой.

Если же слой обоймы толщиной до 120 мм, то ее делают при помощи инвентарной опалубки, она устанавливается вокруг ремонтируемой стены на всю ее высоту.

После создания опалубки, в нее вставляют специальные трубки, через которые подают бетонную смесь, имеющую мелкозернистую структуру.



**Рис. 2. Усиление здания стальными предварительно напряженными поясами:**

- 1 – тязь, 2 – стяжная муфта с двухсторонней резьбой, 3 – упорный уголок,  
4 – накладка из швеллера, 5 – гайка с шайбой

Железобетонная обойма, рубашка или наращивание выполняется из бетона класса В10 и выше с продольной арматурой классов А300, А-400 поперечной арматурой классе А-240. Шаг поперечной арматуры принимается не более 15 см. Толщина обоймы определяется расчетом и принимается в пределах 4-12 см.

По затратам оба вида усиления имеют следующие показатели.  
Усиление стальными тяжами по ФЕР 46-01-004-03 в табл. 1.



Таблица 1

№	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат	Кол-во	Стоимость ед., руб.		Общая стоимость, руб.	
				всего	эксплуатации машин	ВСЕГО	оплаты труда
				оплаты труда	в т.ч. оплаты труда		
1	ФЕР 46-01-004-03	Усиление конструктивных элементов стен кирпичных стальными тяжами Ед. изм: 1 т	0,78	9114,82	115,66	45 695	7 030
				1753,32	10,26		

Усиление железобетонным поясом по ФЕР 46-01-001-03 в табл. 2.

Таблица 2

№	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат	Кол-во	Стоимость ед., руб.		Общая стоимость, руб.	
				всего	эксплуатации машин	ВСЕГО	оплаты труда
				оплаты труда	в т.ч. оплаты труда		
1	ФЕР 46-01-001-03	Усиление монолитными железобетонными обоями: кирпичных стен Ед. изм: 1 м <sup>3</sup>	207,36	2148,14	181,89	24 289	4 526
				382,07	15,99		

Проведя подсчеты по затратам на оба варианта по восстановлению пространственной жесткости здания можно увидеть, что второй вариант усиления выгоднее, чем первый, не только по стоимости, но и как мы рассмотрели выше, занимает меньше времени.

Таким образом, принимаем усиление железобетонным поясом.

#### Библиографический список

1. СП 20.13330.2012 «Нагрузки и воздействия», Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. – М.: ОАО ЦПП, 2011.
2. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81\*. – М.: ОАО ЦПП, 2011.
3. СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – М.: ФГУП ЦПП, 2004.
4. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*. – М.: ОАО ЦПП, 2010.
5. Сокова С.Д. Применение инновационных технологий при ремонте зданий - М. :НИУ МГСУ. 2012- 263 с.
6. Леденев, В.И. Обследование технического состояния гражданских зданий перед реконструкцией и капитальным ремонтом: метод. указания для бакалавров и магистрантов напр. 270800 / В. И. Леденев, К. А. Андрианов, И. В. Матвеева; Тамб. гос. техн. ун-т. - Тамбов: ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. - 24 с.

# БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ И ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИ РЕНОВАЦИИ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Новикова Д.В., студент 1-го курса 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Кустикова Ю.О., доц., к.т.н.*

Большое влияние на формирование сложившейся жилой застройки, а также благоустройства прилегающих территорий оказали разные этапы развития градостроительства. Городское благоустройство всегда отображало уровень освоения строительными новыми технологиями, внедрение и использования новых строительных материалов. В процессе развития и расширения города также появилась необходимость улучшения эстетического вида окружающей территории, повышение комфорта проживания в соответствии с модными веяниями и потребностями данного времени. Несмотря на стремительное улучшение общественных пространств и приведение их соответствия потребительским требованиям существуют проблемы формирования комфортной и безопасной среды дворового пространства в условиях развития жилищного строительства [9].

В настоящее время под благоустройством территории понимается создание безопасных условий и удобств, отвечающих всем современным требованиям. К объектам (элементам объектов) благоустройства, а также элементам транспортной инфраструктуры могут отнести: дворовые территории (отмостка многоквартирного дома, палисадники, площадки перед входными группами в многоквартирный дом, пешеходный тротуар вдоль фасада многоквартирного дома, пожарный проезд, сад двора), территории, прилегающие к улично-дорожной сети (открытые автостоянки для постоянного и временного хранения автотранспорта, элементы озеленения), территории внутриквартальных проездов, территории озелененных объектов квартала и спортивной зоны жилого квартала, территории общественных пространств [6].

Таким образом, для решения задачи комплексного благоустройства дворовой территории по созданию комфортной среды для различных слоев населения, принято благоустройство подразделять на две основные функциональные зоны:

- территории, которые прилегают к улично-дорожной сети;
- дворовые территории.

Первая зона служит для обеспечения связи между домами и площадками внутри квартала, осуществления беспрепятственного передвижения пешеходов по тротуару, организации размещения открытых автостоянок с учетом выполнения требований региональных нормативов. Озеленение данной зоны выполняют между местными проездами и городскими улицами или иными линейными объектами.

Вторая выделяемая зона необходима для организации спортивной, детской, культурной зон жилого квартала, а также размещение коммуналь-

но-хозяйственной зоны с устройством необходимого наружного освещения (спортивные площадки, объекты установки спортивного инвентаря, павильоны с раздевальными и санитарно-гигиеническими помещениями, площадки для накопления ТКО).

В случае, если параметры рассматриваемого участка не позволяют обеспечить нормативные противопожарные мероприятия, разбивка на вышеуказанные функциональные зоны носит условный характер и за основной критерий берется соблюдение нормативных требований.

Зонирование территории при реновации застроенных территорий осуществляется с учетом формирования урбан-блоков, включающих жилые дома с объектами повседневного обслуживания на первых этажах, дворовые территории – приватную территорию с озеленением, площадками для тихого отдыха и пожарными проездами, доступную только для жителей урбан-блока и закрытую для публичного посещения. Данные образования составляют кварталы (урбан-блоки, публичные территории с внутриквартальными проездами, парковками, площадками для отдыха, внутриквартальным озеленением, детские сады, объекты повседневного обслуживания, отдельно стоящие гаражи). Территории с радиусом около 500м, включающие жилые кварталы, улицы и проезды, застройки иного функционального назначения, в т.ч. школы, физкультурно-оздоровительные комплексы (ФОК), микрорайонный центр, коммунальные объекты, озеленение рекреационные территории общего пользования образуют расчетные микрорайоны.

Наиболее рациональным считается размещение детских площадок, мест отдыха взрослых, спортивных площадок на дворовой территории. При организации детских площадок необходимо учитывать разные возрастные группы детей, для этого удобнее предусмотреть либо отдельные площадки, либо устроить комплекс игровых площадок с делением на зоны по возрастам. Необходимость данной процедуры обусловлено разностью интересов и как следствие сложностью организации территории внутри зоны с применением различных малых архитектурных форм [4].

Для детей возраста 12 лет и старше осуществляется организация спортивных площадок с устройством безопасного оборудования (хоккейные коробки, скейт-парки, площадки для волейбола, баскетбола, футбола и т.д.).

При этом устройство мест для отдыха и развлечений детей от 2 до 5 лет могут располагаться отдельно с малозначительными размерами (50-75 кв.м) или учитываться при организации площадок для тихого отдыха взрослых при этом должны отсутствовать элементы озеленения с колочками.

Размеры площадок имеют размеры от 15-20 кв.м до 50-100 кв.м.

Для благоустройства территории при Реновации жилой застройки за основной принцип принято устройство дворовых территорий без доступа автомобилей. Такое решение позволяет наиболее рациональное использование наземной дворовой территории. Исключением могут служить только автомобили экстренных служб, а также подъезд автомобилей для кратко-

временной остановки с целью посадки и высадки пассажиров или выгрузки и погрузки вещей. В таком случае, вся подземная часть дворового пространства при реновации жилой застройки отводится под подземный паркинг, въезд в подземное пространство устраивается по периметру урбан-блока.

Подъезд автомобилей проживающих жильцов осуществляется с внешней стороны урбан-блока или со стороны линии УДС отдельного здания. Въезд на территорию необходимо предусматривать с учетом организации движения в целом.

При выборе параметров примыканий проездов необходимо учитывать множество факторов, таких, как категория главной улицы или дороги, величина и состав транспортного потока, конструктивные особенности транспортных средств и т. д. Также следует учитывать разрывы между примыканиями проездов, расположенных с одной стороны улицы и размещение проездов по обе стороны. Рекомендуется исключать смещенное расположение примыканий местных проездов. Для выполнения главной задачи «Двор без машин» необходимо исключить сквозное движение автотранспорта через квартал.

Устройство примыканий пешеходно-транспортных улиц, улиц и дорог местного значения следует осуществлять по двум принципам:

- от конца кривой радиуса закругления на ближайшем пересечении на расстоянии не менее 50 м;
- расстояния между двумя ближайшими не менее 150 м.

В соответствии с действующими правилами дорожного движения въезды необходимо организовывать на расстоянии не менее 50 м от стоп-линии ближайшего перекрестка в любом направлении и не ближе 20 м от остановки маршрутного транспорта.

Радиус поворота должен выбираться в соответствии с действующими нормативными документами и обеспечивать безопасность и возможность маневрирования любого транспортного средства, включая большегрузные автомобили и машины специализированного назначения (пожарные автомобили, автомобили скорой помощи и т.д.).

При устройстве пешеходных коммуникаций основными принципами устройства являются:

- минимально возможное пересечение пешеходных сетей с транспортными путями;
- закольцованность и целостность системы пешеходных сетей;
- возможность беспрепятственного и автономного передвижения людей, включая МГН [5];
- выделение первостепенных (основных) и второстепенных пешеходных дорожек, сетей, маршрутов;
- достаточное по оценке современных норм благоустройство и озеленение;
- функциональное наружное освещение, наличие архитектурно-художественной подсветки.



**Рис. 1.** Пример пешеходных сетей

Благоустройство жилой застройки при реновации исключает возможность занятия территории под парковку личного автотранспорта в местах непредусмотренных для этого (газоны, пешеходные тротуары, велодорожки).

Для осуществления этой задачи допускается применять перепады высот между покрытиями с разным функциональным назначением (тротуар – дорога), бетонные полусферы, парковочные столбики, декоративные заборы, антипарковочные клумбы, живые изгороди и т.д.



**Рис. 2.** Пример устройства ограничителей движения

При установке ограничителей движения необходимо учитывать особенности паркования автомобилей, в частности при перпендикулярной парковке – устанавливать ограничители на расстоянии 0,5-1,0 метра от края парковки. При этом следует учитывать прохождение подземных инженер-

ных коммуникаций. Исключить размещение парковочных мест на крышках колодцев с гидрантами.

Для устройства эффективной транспортной системы на дворовой территории необходимо предусматривать установку шлагбаума на въезде с соответствующим инженерным обеспечением (устройство кабельной канализации от площадок установки шлагбаумов до жилого дома для прокладки сетей питания, переговорной связи, сигнализации и управления, прокладка сетей электроснабжения). Для организации вывоза мусора без заезда в дворовое пространство необходимо ориентировать выходы из камер мусороудаления в сторону линии УДС.

Система проездов должна обеспечивать возможность подъезда автотранспорта с улиц и дорог местного значения к объектам урбан-блоков в пределах межмагистральной территории. Система проездов должна отвечать требованиям соблюдения тишины и безопасности и, по возможности, исключать возможное сквозное движение транспорта через выделенные основные магистрали и прилегающие к ним территории.

Дорожную сеть необходимо выполнить с достаточным устройством пешеходных дорожек, необходимых для связи подъездов жилых домов, детских учреждений, объектов иного назначения. Проектирование данной сети должно быть с учетом самого кратчайшего расстояния между объектами и позволять пешеходом легко ориентироваться в окружающей застройке.

При выполнении благоустройства территории и улучшения транспортной инфраструктуры повышается эффективное использования занимаемых территорий жилой застройки. Наземная часть освобождается, благодаря устройству подземной парковки и данная территория организуется с учетом потребностей и пожеланий жителей района, отвечая экологическим, эстетическим, архитектурным требованиям современного общества. Вопросы повышения коммуникативных функций дворовых объектов, а также повышения ресурсных возможностей жилой застройки на сегодняшний день являются актуальными и рассматриваются в статье [1].

Качество среды проживания оказывает прямое действие на жизнедеятельность людей, включая психологическое и эмоциональное состояние, самочувствие и настроение и как следствие, поведение. Заданный уровень благоустройства территорий реновации жилой застройки ориентирован на обеспечение современной, комфортной и эстетически полноценной жилой среды.

#### Библиографический список

1. Атрощенко Л.А. Спортивные площадки микрорайонов: современные подходы к управлению и благоустройству / Вестник МГУУ. 2015.
2. Барсукова Н.И., Фомина Э.В. Вопросы типологии жилых дворовых пространств современного города // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 5(180). – с. 115-120.

3. Семенов В.Н. Благоустройство городов. Предисловие Белоусова В.Н. – 2-е изд., стереотипное, 1912, 2003.
4. СП 42.13330.2011 СНиП 2.07.01-89 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
5. СП 59.13330.2016 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001.
6. СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75.
7. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП.
8. Сытин П.В. Коммунальное хозяйство (благоустройство) Москвы в сравнении с благоустройством других больших городов /под ред. Г.С. Михайлова. – М. : Новая Москва, 1926.
9. Кульков А.А., Рогожникова А.А. Проблемы формирования комфортной и безопасной среды дворового пространства в условия развития жилищного строительства; Журнал Российское предпринимательство, том 18, номер 23, 2017.
10. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 29 июля 2017 года) (редакция, действующая с 31 июля 2018 года).
11. Шепелев Н. и Шумилов М. Реконструкция городской застройки М. : Высшая школа, 2000. – 271 с.



## УТИЛИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО МУСОРА ПРИ СНОСЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ В ПРОЦЕССЕ РЕНОВАЦИИ

*Панкова Е.В., студентка 2-го курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Кустикова Ю.О., доц., к.т.н.*

С формированием строительной промышленности, в тридцатых годах минувшего столетия и в послевоенные года, государство было вынуждено решить проблему строительства жилья для своих граждан, в связи с будущим притоком населения. В 50-х годах началось строительство железобетонных, крупнопанельных домов. В связи с тем, что несущие конструкции, стены и фундамент спустя длительный промежуток времени были деформированы, подобные жилые дома были признаны несоответствующими нужным эксплуатационным характеристикам. По данным экспертов около 12 млн. м<sup>2</sup> жилой площади должно подлежать немедленному сносу, в связи с невозможностью реконструкции.

В 2017 году была утверждена Программа реновации, включившая в себя снос около пяти тысяч многоквартирных домов. По данным экспертных оценок, в конечном итоге сноса одного пятиэтажного здания образуется приблизительно 10 тыс. тонн строительного мусора. Впоследствии проведения начального этапа реновации общий объем отходов после сноса зданий будет равен примерно около четырем миллионам тонн, что усугубит проблему утилизации строительных отходов.

По расчетам экспертов, до 2024 года в Москве планируется строительство 51 млн. м<sup>2</sup>, в том числе 20,5 млн. м<sup>2</sup> жилья. По данным экспертных оценок, в конечном итоге сноса одного пятиэтажного здания образуется приблизительно 10 тыс. тонн строительных отходов.

По итогу реализации 1-ого этапа Программы реновации общий объем строительного мусора равен примерно четыре миллиона тонн. Отходы, образующиеся в результате сноса домов, должны быть утилизированы соответствующим образом. В связи с этим автором был сделан вывод о том, что с принятием программы реновации в столице остро встает вопрос о необходимости создания оптимальной, приспособленной к городским условиям модели для рационального управления всеми видами отходов сноса с учётом месторасположения очагов реновации в г. Москва.

Проблема утилизации мусора стала очень актуальной на сегодняшний день. Количество мусороперерабатывающих заводов в нашей стране ничтожно мало, их работа еще не изучена до конца, неизвестно, где их располагать и как оградить окружающую среду от их вредного воздействия. В России, на сегодняшний день, функционирующие мусороперерабатывающие заводы не удовлетворяют возникающие в результате сноса домов потребности даже на 4%.

Количество бункеров для временного хранения отходов так же ничтожно мало (в результате сноса одного пятиэтажного здания образуется приблизительно 10 тыс. тонн строительного мусора). Впоследствии прове-

дения первого этапа программы реновации общий объем строительных отходов составит около 4 млн. т, что усугубит проблему утилизации строительных отходов.

Именно поэтому тема утилизации отходов сноса является одной из самых злободневных для нашей страны.

Отходы, образующиеся в процессе ремонта, реконструкции или нового строительства, называются строительным мусором. При сносе здания 51% отходов составляет бетон и железобетон, 26 % замусоренный грунт, 8% кирпич и каменные материалы, 6% бумага и картон, 5% сколы асфальта и битумные материалы, и 1% раствор и 3% составляют остальные строительные отходы.

Процентное соотношение отдельных элементов в общей массе строительных отходов, образующихся при сносе зданий и сооружений, приведен на рис. 1.



**Рис. 1.** Процентное соотношение отдельных элементов в общей массе строительных отходов, образующихся при сносе зданий и сооружений

Образующийся при сносе зданий и сооружений строительный мусор условно делится на 4 категории.

Первую категорию составляют крупногабаритные отходы, которые образуются сразу после начала демонтажных работ – это обломки бетона и железобетона, битые камни и кирпич, фрагменты арматуры. Такие отходы оперативно вывозят с площадки на специальные свалки для строительного мусора.

Вторая категория – это демонтируемые окна и двери, перекрытия. Такой мусор легкий, но более объемный, в отличие от первой категории. Элементы из дерева не представляют опасности для экологии, однако могут быть пропитаны различными лаками и составами, которые могут выделять вредные и даже опасные для здоровья компоненты при горении и разложении, например, хлористый водород, монооксид и диоксид углерода.

Третья категория – это отходы от ремонтно-отделочных работ: линолеум, обои, плитус, клей, плитка, гипсокартон и т.д.

Четвертая категория – строительная пыль. При вдыхании ее в больших количествах неизбежны заболевания легких, носоглотки, бронхов, возможны аллергические реакции. Отдельные пылинки могут быть токсичны и радиоактивны.

Реновация представляет собой обновление жилищного фонда (здания) путем его частичного или полного сноса и капитального жилищного строительства на высвобождаемой территории. Реновация включает в себя реконструкцию зданий и сооружений, все виды ремонтов, а также модернизацию [1]. Все эти виды строительной деятельности предполагают образование огромного количества мусора, разнородного по своему составу.

В зависимости от источника образования строительный мусор подразделяется на две большие группы. Это разделение необходимо для выбора способов транспортировки, предварительной подготовки, утилизации или вторичной переработки.

Итак, I группа – это отходы, образованные при реконструкции зданий и сооружений, ремонте, новом строительстве, производстве стройматериалов.

II группа – это отходы, образованные при сносе и демонтаже зданий и сооружений.

Строительные отходы I группы наиболее многочисленны, они схожи по своему составу и качеству, требуют тщательной сортировки для вторичной переработки. По своим характеристикам они могут перерабатываться на сборно-разборных мобильных установках с дроблением материала на роторных аппаратах. Строительные отходы II группы целесообразно вывозить со строительной площадки на мусороперерабатывающие заводы. Такие заводы оснащены стационарными комплексами, производящими скрининг мусорной массы с последующим удалением грязи и пыли, воздушную и водную сепарацию по фракциям, водоочистку. Такие комплексы предполагают двухстадийное дробление. Первичное дробление должно проводиться на щековых установках, оснащенных платформами-щеками или конусами, или валковых дробилках, а вторичное - на ударно-центробежных или молотковых.

В настоящее время абсолютное большинство образованных после сноса, реконструкции и ремонта отходов отвозятся на переполненные полигоны для захоронения, поэтому властям приходится выделять все новые территории в пригородных районах. Наблюдается большое количество нелегальных свалок. Возможным вариантом решения проблемы может стать

совершенствование системы сбора, разделения и переработки строительных отходов. Такая система позволит использовать отходы производства и потребления вторично. Это позволит получить ощутимую экономическую выгоду, а также сократить территории мусорных полигонов. Покинувший площадку мусор будет возвращаться через некоторое время вновь, включаясь в цикл производства.

#### Библиографический список

1. Касьянов В.Ф. Реконструкция жилой застройки городов // Москва. 2005. С. 5-14.
2. А.З. Ефименко. Строительные отходы от сноса зданий - сырье для малоотходных технологий // Строительные материалы. - 2010.
3. Олейник, П.П. Организация системы переработки строительных отходов и получение вторичных ресурсов: учебное пособие / П.П. Олейник, С. П. Олейник. – 2-е изд. – Саратов: Вузовское образование, 2019. – 193 с.
4. Колосков В.Н., Олейник П.П., Тихонов А.Ф. Разборка жилых зданий и переработка их конструкций и материалов для повторного использования. М., Издательство АСВ, 2004.
5. Олейник С.П. Единая система переработки строительных отходов. М., Издательство СвР-АРГУС, 2006.
6. Постановление Правительства Москвы № 469-ПП от 25 июня 2002 г. «О порядке обращения с отходами строительства и сноса в г. Москве».

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И РЕНОВАЦИИ КРУПНЫХ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ Г. ЕКАТЕРИНБУРГ

*Родионов Р.Г., студент 3 курса 20 группы ИЭУИС  
Научный руководитель – Барбанова Т.А., доц., к.т.н.*

Город в современных реалиях есть комплексная, многогранная среда, в которой существует и развивается человеческое общество. Крупные поселения становятся все более привлекательным местом для деятельности людей, в особенности молодежи, и потому происходит так, что она отдает свое предпочтение им, нежели селам и деревням. Отсюда следует, что итоговая миграция сельского населения имеет знак минус, а городского – плюс. Это можно заметить исходя из данных, предоставленных на сайте Федеральной государственной службы статистики [1].

Установлен факт существования прироста численности горожан. При чем это относится ко всем населенным пунктам подобного типа, как густонаселенным, так и маленьким. Дифференциация миграции в отношении того, в какие города переезжают больше – в крупные или сравнительно с ними малые – не приводится. Однако если руководствоваться логикой «большой город – большие возможности», то решение становится все более очевидным.

Для начала определимся с тем, что мы будем подразумевать под понятием «крупный город Российской Федерации». Самым очевидным разграничением между другими мегаполисами мы будем считать населенность. Существует категория городов, население которых превышает 1 миллион человек – города-миллионеры [2]. Однако является ли справедливым такое выделение? Сводом правил [3] крупным считается город с населением более 250 тысяч человек. Да и с точки зрения логики было бы не совсем корректно брать во внимание только лишь «миллионеры», поскольку комплексное развитие должно рассматриваться комплексно, и большую часть базы городов России составляют не они, хотя и играют важными в экономической и политической деятельности государства, это очевидно. Поэтому мы будем считать искомыми города с населением более 250 тысяч человек. Это и послужит нам ориентировкой при определении особенностей развития и реновации. На примере Екатеринбурга попробуем выделить основные особенности исторического и будущего развития других крупных городов России.

В качестве примера Екатеринбург был выбран не случайно. Если Москва имеет большую историю, и транспортные узлы, места расположения ведущих предприятий, жилых районов и управленческих зданий складывались неспешно, под воздействием определенных факторов, то бывший Свердловск появился относительно недавно, а именно в 1723 году [4], и его развитие можно охарактеризовать как ускоренное. Прямо с самого начала истории Екатеринбурга возможно определить первый признак – необходимость возникновения на месте будущего города стратегически и экономи-

чески важного для развития государства объекта, такого как таможня, торговые пункты и пути, аэропорт, железодельательный завод, крупный транспортный узел и так далее. Да, отсюда следует вывод о том, что в Российской империи, практика обрастания города вокруг заводов и других т.н. стратегических зон имела большое распространение, в том числе и в сравнительно небольших поначалу селениях. Это понятно, поскольку страну необходимо было развивать и распределять ее граждан не точно, но как можно более рассеянно. Так, в свою очередь, Николаем I был издан указ, благодаря которому новые территории заполнялись быстрее, и, как следствие, рабочие места на фабрике – тоже [5]. Екатеринбург, в свою очередь, вырос на металлургическом заводе, который должен был стать заменой уже существующего на тот момент Уктусского завода, поскольку он уже не мог отвечать насущным потребностям по производственным мощностям [6].

Другим, не менее важным признаком развития крупного города как населенного пункта является связь с другими, подобными себе городами, в общую систему транспортных магистралей. Известно, что на территории Российской Федерации существует гигантская система автомобильных дорог федерального значения, с помощью которых связаны административные центры субъектов РФ, столица, важнейшие культурные и промышленные центры [7]. Это удобно, это безопасно, это быстро, это позволяет достичь требуемой коммуникации между областями, краями, республиками и автономными областями максимально простым способом. Стоит отметить, что подобная связь также имеет под собой историческую основу: тракты в Российской империи исполняли роль почтовых путей, и большая часть их пути проходит по пути современных автодорог. Так и Екатеринбург был связан с Москвой прежде Сибирским трактом, а ныне – Транссибирской магистралью и автодорогами М7 и Р242. Стоит заметить, в перспективе планируется строительство скоростной железнодорожной магистрали ВСМ-2, которая будет непосредственно связана с двумя городами [8].

Третий, достаточно весомый признак крупного, в том числе и в перспективах, города – наличие кольцевой автомобильной дороги. Здесь стоит заметить – ее возникновение становится возможным не всегда, и завязано на территориальных и экономических факторах. В основном кольцевые дороги (иначе именуемые обходами) предлагаются водителям как маршруты, с помощью которых добраться до определенных мест назначения: населенных пунктов, мест работы – становится в разы проще, поскольку движение по ним не предполагает въезд в город, что существенно может экономить время в пути. Строительство кольцевой дороги вокруг Екатеринбурга берет свое начало с 1989 года [9], и хотя финансирование строительства продолжается до сих пор [10], большая ее часть уже закончена на данный момент.

До этого момента мы рассматривали признаки развития, с которыми я был солидарен. Теперь перейдем к фактору, который, согласно моей точке зрения, идет во вред современной системе развития городской среды и существует уже на протяжении долгого времени.

Четвертой и достаточно решающей особенностью развития городов в России – достаточно неравномерное распространение населения по всей ее территории. На данный момент почти три четверти населения России является городским [11], а большая часть крупных городов расположена в европейской части и на юго-западе Сибири. Это в основе своей сложилось исторически: на протяжении почти семи веков территориально Киевская Русь оставалась почти неизменной, а экспансия ее до Камчатки проходила большими рывками. Впоследствии методами проб и ошибок [12], а затем в ходе проведенных исследований [13], было установлено: чаще всего строительство городов на дальневосточных территориях России, кроме южных и прибрежных их частей, затруднительно и не совсем выгодно, потому и крупных городов здесь основать не представляется вероятным. Их возникновение возможно лишь при сочетании двух факторов: применении современных методов строительства жилых зданий, дорожных покрытий, важной городской, промышленной и прочей инфраструктуры в таких местностях и наличии в близлежащей местности источников полезных ископаемых – как следствие обеспечение занятости населения, здесь проживающего. Из-за того, что определенный фактор не реализуется, из подобных мест уезжает молодежь, которая, по сути, должна была приложить все усилия для ее дальнейшего развития [14]. Екатеринбург расположен на местности, достаточно благоприятной для нормального и устойчивого развития его территории – умеренно-континентальный климат, наличие твердых почв, подчеркнутых богатым разнообразием флоры, а местный рельеф являет собой прочную, подгорную основу [15]. Поэтому для него проблемы подобного рода не являются актуальными.

Совокупность экономических, географических и социальных причин являются следствием того, что население сосредотачивается в существующих городах административного значения, более благоприятных для проживания. Может сложиться ощущение, что об этом упоминалось в начале статьи. Поэтому следует уточнить: существует не только миграция в города из сел и деревень, но также в города из городов, причем от менее населенных к более населенным [16]. Срабатывает «эффект черной дыры», когда малый город теряет своих жителей, а больший по сравнению с ним принимает их к себе. Для примера возьмем население того же Екатеринбурга [17], Каменска-Уральского [18], Нижнего Тагила [19] и Североуральска [20]. В первом источнике приводится, что в Екатеринбурге имеет место иммиграция, имеющая знак «плюс», то есть прирост, тогда как в других городах Свердловской области, описанных выше, наоборот, идет тенденция на снижение населения.

Возможно ли разрешение такой проблемы? Конечно возможно, и оно по своей сути очень простое. Все, что необходимо сделать местным округам – обеспечить условия для комфортного проживания горожан. Здесь и увеличение жилищного фонда, и расширение возможностей достойного заработка граждан, увеличение вариантов времяпровождения (досуга), короче – создание привлекательной городской среды. Для этого муниципали-

тетам необходимо пересмотреть уже существующий стратегический план совместно с выявлением новых проблем, их описанием, анализом и приведением их решения, и обеспечить неуклонное его исполнение (это важно), а государственной власти – профинансировать его исполнение.

Что можно выделить в заключение статьи? Результатом обсуждения вопроса, который я рассматривал, станут те требования, под которые будет подходить любой современный город Российской Федерации:

а) необходимость возникновения крупного объекта либо уже в существующем городе, либо на сравнительно пустой местности, существование которого будет экономически обосновано;

б) такой объект должен будет удобно располагаться в сети транспортных магистралей, что приведет к экономии затрат на строительство дополнительных связей между регионами;

в) при быстром развитии возможно и необходимо возникновение кольцевой дороги, которая обеспечит снижение нагрузки на основные пути города;

г) развитие такого города не должно стать причиной его исчезновения, т.е. местная власть должна быть заинтересована в том, что она может предложить своим гражданам.

#### Библиографический список

1. Демография: [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781>. (Дата обращения: 21.02.2021).

2 Города-миллионеры России – Википедия: [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Города-миллионеры\\_России](https://ru.wikipedia.org/wiki/Города-миллионеры_России). (Дата обращения: 21.02.2021).

3 СП 42.13330.2016 «СНиП 2.07.01-89\* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» (Приказ Минстроя России от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр): [Электронный ресурс]. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/14465>. (Дата обращения: 21.02.2021).

4. История Екатеринбурга – Информационный портал Екатеринбурга: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ekburg.ru/aboutcity/history/#:~:text=История%20Екатеринбурга%20ведет%20отсчет%20с,в%20честь%20императрицы%20Екатерины%20I>. (Дата обращения: 22.02.2021).

5. 20 апреля 1843 года: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.archive.perm.ru/day-in-history/119646-20-apr-1843>. (Дата обращения: 22.02.2021).

6. Екатеринбургский завод – Википедия: [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Екатеринбургский\\_завод](https://ru.wikipedia.org/wiki/Екатеринбургский_завод). (Дата обращения: 22.02.2021).

7. Автомобильные дороги федерального значения Российской Федерации: [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/612968>. (Дата обращения: 23.02.2021).



8. Проект ВСМ-2 – скоростные магистрали: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hsrail.ru/abouthsr/Network-of-HSR/HSR2>. (Дата обращения: 24.02.2021).
9. Как ведется строительство ЕКАД вокруг Екатеринбурга: 30 сентября 2020 года | e1.ru – новости Екатеринбурга: [Электронный ресурс]. URL: [https://www.e1.ru/news/spool/news\\_id-69488049.html](https://www.e1.ru/news/spool/news_id-69488049.html). (Дата обращения: 24.02.2021).
10. Строительство ЕКАД в Екатеринбурге | e1.ru – новости Екатеринбурга: [Электронный ресурс]. URL: [https://www.e1.ru/news/spool/news\\_id-69774731.html](https://www.e1.ru/news/spool/news_id-69774731.html). (Дата обращения: 24.02.2021).
11. Население России – Википедия: [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Население\\_России](https://ru.wikipedia.org/wiki/Население_России). (Дата обращения: 26.02.2021).
12. История изучения вечной мерзлоты: [Электронный ресурс]. URL: <https://geographyofrussia.com/istoriya-izucheniya-vechnoj-merzloty>. (Дата обращения: 26.02.2021).
13. Строительство и проектирование зданий и сооружений в условиях вечной мерзлоты: [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stroitelstvo-i-proektirovanie-zdaniy-i-sooruzheniy-v-usloviyah-vechnoy-merzloty/viewer>. (Дата обращения: 26.02.2021).
14. Почему молодежь уезжает из Сибири – Российская газета: [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2020/02/27/reg-sibfo/pochemu-molodezheezhaet-iz-sibiri.html>. (Дата обращения: 26.02.2021).
15. Внешние факторы – РАЗДЕЛ II. СОЦИОЭКОНОМИКА ЕКАТЕРИНБУРГА: КОНКУРЕНТНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ – Стратегический план развития Екатеринбурга – Официально – Официальный портал Екатеринбурга: [Электронный ресурс]. URL: <https://екатеринбург.рф/официально/стратегия/раздел2/внешние>. (Дата обращения: 26.02.2021).
16. Развитие городской системы России: тенденции и факторы: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2015/0631/analit01.php>. (Дата обращения: 27.02.2021).
17. Екатеринбург – Википедия: [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Екатеринбург#Население>. (Дата обращения: 27.02.2021).
18. Население Каменск-Уральска продолжает сокращаться – Виртуальный Каменск-Уральский: [Электронный ресурс]. URL: <https://k-ur.info/novosti/novosti-v-kamenske/8648-naselenie-kamenska-ural-skogo-prodolzhaet-sokrashchat-sya>. (Дата обращения: 27.02.2021).
19. Количество жителей Нижнего Тагила численность населения. Фото и карты: [Электронный ресурс]. URL: [http://города-россия.рф/sity\\_id.php?id=48](http://города-россия.рф/sity_id.php?id=48). (Дата обращения: 27.02.2021).

20. Североуральск Свердловской области России: [Электронный ресурс]. URL: <https://gorodarus.ru/severouralsk.html#:~:text=Общая%20численность%20населения%20Североуральска%20на%202020%20год&text=Данные%20с%20графика%20показывают%20стабильное,место%20из%201117%20городов%20РФ.> (Дата обращения: 27.02.2021).

## АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ РАССЕЛЕНИЯ ГРАЖДАН И БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ Г. ЧЕБОКСАРЫ

*Румянцева К.Ю., студентка 3 курса 23 группы ИЭУИС  
Научный руководитель – Барбанова Т.А., доц., к.т.н.*

Благоустройство – это важная составляющая для комфортного проживания людей на определенной территории. В современном мире невозможно представить полную «картину» комфортного проживания граждан на территории, где благоустройство оставляет желать лучшего, данная проблема будет рассматриваться на примере города Чебоксары.

Чебоксары – город, который с каждым годом развивается. Администрация города разрабатывает различные программы по улучшению и облагораживанию территории, например, Транспортная реформа, заключающаяся в том, что дороги станут безопаснее и свободнее благодаря тому, что микроавтобусы будут заменены большими автобусами, способными вместить больше людей, а это также облегчит движение транспорта, что значительно ускорит время поездки на работу или учебу в час пик.

Реконструкция Красной площади – главной площади города, где ежедневно собираются тысячи горожан и туристов, чтобы просто погулять и хорошо провести время. Все это создано для людей, но не стоит забывать и про то, где сами эти люди живут. С каждым годом индивидуальный жилищный фонд (совокупность жилых помещений частного жилищного фонда, которые используются гражданами – собственниками таких помещений для своего проживания) устаревает, что говорит о физическом износе, так в Чебоксарах аварийный жилищный фонд составляет 263 дома. Рассмотрим подробнее программу «Республиканская адресная программа «Переселение граждан из жилищного фонда, признанного в установленном порядке до 1 января 2017 г. аварийным и подлежащим сносу или реконструкции в связи с физическим износом в процессе эксплуатации» на 2019 - 2025 годы», которая была разработана Кабинетом Министров Чувашской Республики. [1], [2], [3], [5].

Цель данной программы заключается в обеспечении граждан, проживающих в многоквартирных домах, являющихся аварийными, подлежащими сносу или реконструкции, вследствие физического износа в процессе их эксплуатации, комфортным и благоустроенным жильем, отвечающим установленным санитарно-техническим правилам и нормам, а также иным требованиям законодательства Российской Федерации и Чувашской Республики.

Задачи:

1. Переселение граждан из МКД, признанного аварийным, подлежащим сносу или реконструкции;
2. Предоставление финансовой поддержки городу Чебоксары;
3. Строительство благоустроенной территории на месте аварийного жилищного фонда.

Все дома, которые построены и строятся по данной программе должны отвечать определенным требованиям:

1. Требования к проектной документации: все проектные характеристики жилья должны быть установлены таким образом, чтобы при строительстве и эксплуатации жилье было безопасным для жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного или муниципального имущества, окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений;

2. Требования к конструктивному, инженерному и технологическому оснащению строящегося многоквартирного дома, введенного в эксплуатацию многоквартирного дома, в котором приобретает готовое жилье;

3. Требования к функциональному оборудованию и отделке помещений: все дома должны быть оснащены подключенными к соответствующим внутридомовым инженерным системам внутриквартирными инженерными сетями;

4. Требования к материалам, изделиям и оборудованию: все материалы должны соответствовать технической документации, а также требованиям технических регламентов, требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности объекта капитального строительства приборами учета используемых энергетических ресурсов;

5. Требования к энергоэффективности дома;

6. Требования к эксплуатационной документации дома: наличие паспортов и инструкций по эксплуатации предприятий-изготовителей на механическое, электрическое, санитарно-техническое и иное, включая лифтовое, оборудование, приборы учета использования энергетических ресурсов (общедомовые (коллективные) и индивидуальные), узлы управления подачей энергетических ресурсов и т.д. [3]



**Рис. 1.** Модель реконструкции Красной площади г. Чебоксары

Таким образом, все дома для переселения людей будут комфортными, а самое главное обеспечат безопасность проживания, так как они отвечают всем требованиям, перечисленным выше. Хотелось бы также отметить, что порядок переселения граждан в новый жилой фонд зависит от того, насколько один дом раньше другого признан аварийным, а также от риска обрушения дома.

В заключении отметим, что благоустройство территории представляет собой комплекс мероприятий по инженерной подготовке и обеспечению безопасности, озеленению, устройству покрытий, освещению, размещению малых архитектурных форм и объектов монументального искусства. Без этого комплекса мер невозможно строительство домов в современном мире. [4]

#### Библиографический список

1. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200100941> Дата обращения: 23.02.2021.
2. «Жилищный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 188-ФЗ (ред. от 30.12.2020 [Электронный ресурс] URL: ЖК РФ Статья 19. Жилищный фонд / КонсультантПлюс (consultant.ru) Дата обращения: 25.02.2021.
3. Постановление Кабинета Министров Чувашской Республики от 28.03.2019 N 92, [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/553228983> Дата обращения: 21.02.2021.
4. СП 82.13330.2016 Благоустройство территории. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054208> Дата обращения: 23.02.2021.
5. Реформа ЖКХ [Электронный ресурс] URL: <https://www.reformagkh.ru/relocation/completed/mo?tid=2358783> Дата обращения: 23.02.2021.

## ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

*Томашов Н.В., студент 1-го курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Сокова С.Д., проф., к.т.н.*

Трехмерное лазерное сканирование начинает широко использоваться для определения точных геометрических параметров элементов фасадов зданий и сооружений как в России, так и за рубежом. Для обеспечения быстрой и точной геодезической съемки этот способ получил широкое применение во всех сферах строительства: реконструкции, капитального ремонта, модернизации, создании топографии и т.д. В данной статье будет рассмотрен и проанализирован ряд примеров для сравнения эффективности и рентабельности лазерного сканирования с предшествующими аналогами и способами. Метод основан на измерении расстояний между точками при помощи лазера, позволяет определить расстояния и углы изучаемых объектов, а также выявить полную картину всех имеющихся объектов. Данный тип геодезических изысканий бывает наземным, мобильным и воздушным. После окончания работы производится сведение облаков точек, полученных от разных сканеров, после чего заказчик получает трехмерную модель здания или иного объекта. Наземное сканирование не требует нахождения в непосредственной близости от объекта, это метод дистанционного зондирования [1-3]. Интересным примером реализованного решения по применению лазерного сканирования является его использование при возведении МОСКВА СИТИ. Съемка производилась на удалении 2000 метров с набережной Москвы реки, для выявления отклонений и уточнений фактических размеров фасада зданий. Применялся высокоточный лазерный нер Teledyne Optech Polaris. Данные сканирования передавались в программу Revit для дальнейшей обработки и определения высотных отметок. Другим примером использования метода была съемка расположения деревьев на 8 гектарах в лесопарковой зоне Москвы с использованием модуля Лес LiDAR360 производителя GreenValley Int. Были получены координаты расположения деревьев, высоты, объема кроны и диаметр ствола, при этом работы заняла около получаса времени с точностью до 3 см, что, несомненно, говорит об высокой производительности. Эффективности метода является повышение производительности

Этот метод позволяет повысить безопасность при работе на обследовании строительных конструкций, для выполнения строительного проекта чертежи и спецификации с максимальной степенью детализации. На основе созданной трехмерной модели объекта можно в дальнейшем произвести статический расчет конструкций здания [4-5].

Реконструкция промышленных и гражданских объектов за последние годы стала более востребована и широко распространяться. При реконструкции памятников архитектуры проектные организации сталкиваются с задачей сохранения исторического облика объекта при замене или усиление конструктивных элементов. Для промышленных объектов важно не

только определить основные геометрические характеристики несущих конструкций, оснований, а также получить сведения о наличии прогибов, дефектов и повреждений, особенностях соединения элементов, а также выявлять фактическое расположение трубопроводов, коммуникаций при инвентаризации, модернизации и техническом перевооружении. При реконструкции жилого фонда важнейшей задачей является выполнение точных замерных работ и дальнейшая инженерная разработка проектных решений по восстановлению эксплуатационной надежности, повышению энергоэффективности, определению стоимости реставрационных работ.

При оформлении рабочей документации на реконструкцию или переоборудование объектов, проектировщикам необходимы точные снимающие чертежи, исполнительная документация, которые часто либо просто отсутствуют, либо не соответствуют действительности. Технология лазерного сканирования позволяет получить трехмерную модель объекта с достаточное количество деталей для последующей обработки в минимальные сроки.

Новейшие лазерные сканеры могут производить до 1 200 000 измерений в секунду. Результатом сканирования является облако точек с трехмерными координатами X, Y, Z. Современные программные комплексы позволяют не только обрабатывать трехмерные облака точек, но и сравнивать их с трехмерной моделью обнаруживаемого объекта [6-7].

За этапом сканирования объекта в режиме реального времени следует этап камеральных работ, где обработка данных производится с помощью специализированного программного обеспечения и создается информационная модель здания или сооружения (BIM). BIM и GIS - ключевые источники данных для моделирования и анализа энергоэффективности зданий при разработке решений по оптимизации энергопотребления. BIM-модели - это не просто графические объекты, это информация, которая позволяет автоматически создавать чертежи, выполнять анализ проекта и даже управлять инженерными системами объекта.

В работе было проведено сравнение традиционного измерения и лазерного для построения информационной модели здания. Лазерное сканирование несравненно уменьшает трудозатраты, сокращает погрешность влияния человеческого фактора. Итоги сравнения выведены в табл. 1.

При этом метод является также целесообразным по экономической составляющей. В работе было проведено сравнение стоимости данного метода в зависимости от сканированной площади и результаты представлены в табл. 2.

При реконструкции промышленных объектов специалистам приходится решать ряд специфических задач: поиск оптимальных архитектурных и конструктивных решений, повышение энергоэффективности предприятия и здания, включая замену технологического и инженерного оборудования, демонтаж и возведение новых конструкций. Однако самая сложная задача - это связать все инженерные сети, как новые, так и существующие. Пересечение сетей разного назначения на этапе строительства влечет за собой не

только доработку документации, но и дополнительные финансовые затраты на материалы и изделия. Ситуация часто осложняется тем, что отсутствует документация (как проектная, так и исполнительная) на старые производственные объекты, а информация, собранная по результатам обследований и измерений, не является исчерпывающей. В этом случае помогает использование лазерного сканирования. Результатом является трехмерное облако точек, иллюстрирующее точное расположение всех коммуникаций. По результатам сканирования создается трехмерная информационная модель, позволяющая получить полное изображение объекта и разработать наиболее эффективные решения для его реконструкции.

Таблица 1

### Сравнение лазерного сканирования с традиционным методом

Параметры	Лазерное сканирование	Традиционный метод
Скорость	От 36 000 измерений в секунду; сканирование в движении.	Менее 1 измерения в секунду.
Точность	Точные данные; учитываются все детали объекта.	Человеческий фактор приводит к ошибкам и неточностям в измерениях.
Повторные измерения	Избыточность полученных данных; возможно использование данных в любое время.	Выезд на объект при возникновении необходимости провести новые измерения.
Стоимость работ	Небольшая разница в сторону лазерного сканирования.	Небольшая разница в сторону лазерного сканирования.
Условия работы	Есть возможность работы в сложных условиях: пыль, влага, полная темнота.	Нет возможности проводить измерения в темноте.

Таблица 2

### Стоимость услуг

Вид услуги / сканируемая площадь	80-250 м.	250-1500 м.	1500-5000 м.
Сканирование и 3D съемка.	60-40 руб.	40-20 руб.	20 руб.
Обработка и конвертация облаков точек.	30-20 руб.	20-15 руб.	15-10 руб.
2D чертежи в CAD редакторах.	30-20 руб.	20-15 руб.	15-10 руб.
3D чертежи в BIM/CAD системах.	30-20 руб.	20-15 руб.	15-10 руб.



В результате использования связки «лазерное сканирование - BIM-технология» исключаются возможные многочисленные неувязки еще на стадии проектирования, в процессе создания сметной документации на демонтаж конструкций, замену оборудования, строительно-монтажные работы и т.д. Наличие информационной модели позволяет определить количество оборудования, графики замены и обслуживания каждого конкретного устройства, количество материалов и изделий для капитального ремонта и многое другое.

Все выше сказанное определяет рассмотренный метод, как неотъемлемую в будущем систему, снижающую общую стоимость работ стоимостью по созданию BIM-модели, связанных с измерениями, а также сокращающую трудозатраты этих работ и повышающую точность проводимого обследования объекта вследствие нахождения исходных данных со своими координатами в электронном виде.

#### Библиографический список

1. Середович В.А., Комиссаров А.В., Комиссаров Д.В., Широкова Т.А. "Наземное лазерное сканирование" – Новосибирск: СГГА, 2009. – 261 с.

2. М. Хмелевский Лазерное сканирование на гидротехнических сооружениях «Акрополь-Гео» - Режим доступа: <https://acropol-geo.ru/oproektax/115-lazernoe-skanirovanie-na-gidrotexnicheskix-sooruzheniyax>.

3. Дементьев В.Е. Новая геодезическая техника и ее применение в строительстве – Москва, 1982. – 280 с.

4. Ю.И. Беспалов, Т.Ю. Терещенко Лазерные маркшейдерско-геодезические измерения в строительстве - СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 227 с.

5. ЗАО "Научно Производственное Предприятие НАВГЕОКОМ Лазерное сканирование" – методическое пособие. - М, 2006.

6. Сайт со статьей "Defects search during the inspection of civil and industrial buildings and structures on the basis of laser scanning technology and information modeling approach (BIM)" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201814601007>.

7. Сайт компании Альфаскан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alfascaner.ru/>.

## ВНЕДРЕНИЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Фатеева А.А., студентка 3 курса 21 группы ИЭУИС*

*Калинин М.Д., студент 3 курса 23 группы ИЭУИС*

*Научный руководитель – Яжлев И.К., ст. преп.*

На сегодняшний день наиболее актуальными проблемами становятся развитие природоохранного и отраслевого законодательства, проблемы с принятием мер по радикальным изменениям в экономике нашей страны, которые направлены на переход на новые основы регулирования природопользования, модернизация основных производственных фондов для снижения воздействия на окружающую среду, а также применение новых методов управления производственными процессами и хозяйствующими субъектами. В связи с этим был введен Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 30.12.2020)[1], который ставит целью государственной политики сохранение и восстановление природных богатств, а также уменьшение вредного воздействия человека на природу.

В настоящее время Россия вступила в ряд международных соглашений и конвенций, согласно которым необходимо уменьшить имеющиеся и потенциальные негативные воздействия на окружающую среду. Для решения этих проблем особое внимание должно уделяться вопросам внедрения наилучших доступных технологий, модернизации городского хозяйства российских городов, нормативно-правового обеспечения и организационным подходам.

Наиболее актуальной с современным миром становится наилучшая доступная технология. Наилучшая доступная технология (НДТ) – это технология производства продукции или товаров, выполнение работ, определяемых на основе современных достижений науки и техники, а также наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при технической возможности ее применения [2].

Одной из экосистем, которую мы будем рассматривать в статье, является урбанизированная среда. Урбанизированная среда – это искусственно созданная среда, которая динамично развивается. В пример можно привести город Москву, который опережает в два раза такие же, подобные по размеру и уровню развития, мировые города, занимая в рейтинге мировых городов третье место по объемам дорожно-транспортного строительства [3]. На благоустройство и строительство городских территорий выделяется более 40 млрд. рублей ежегодно. Именно такие масштабные застройки существенно влияют на экологию и являются большой угрозой для окружающей природы города и страны в целом, а также для здоровья населения.

Переход на наилучшие доступные технологии начался в 2014 году после принятия закона «Об охране окружающей среды» от 21.07.2014 № 219-ФЗ [4]. По этому закону предприятия и организации должны внедрять тех-

нологии, которые по минимуму вредят окружающей среде, образуя ядовитые отходы и выбросы, и экономически рентабельны. Процесс перехода на наиболее доступные технологии занимает от 7 до 14 лет и в итоге должен снизить негативное воздействие на окружающую среду на 75-80%. Также, помимо Федерального закона, был выпущен ряд нормативных актов, которыми регламентируется разработка информационно-технических справочников НДТ, в них содержится основная информация о нормах воздействия предприятий и организаций на окружающую среду.

Наилучшие доступные технологии используются в инновационных областях строительной отрасли. К примеру, энергосбережение, ресурсосбережение и «зеленое строительство», а также повышение эффективности производства строительных материалов, перепрофилирование городских территорий и их экологическое оздоровление.

В соответствии с «Правилами определения технологии» в качестве наилучших доступных технологий, а также разработки, актуализации, опубликования информационно-технических справочников, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 23.12.2014 № 1458. По этому Постановлению осуществляется разработка, утверждение и опубликование информационно-технических справочников по НДТ [6].

К доступным технологиям относятся те технологии, которые разработаны с учетом технической и экономической действительности, а к наилучшим технологиям относятся наиболее эффективные и экологические.

Для России указами Президента определены процессы, которые мешают экологической безопасности – низкие темпы экологической модернизации страны, высокий износ основных производственных фондов, недостаточный уровень развитости экологически чистых технологий. В 96 регионах наблюдаются высокие темпы загрязнения атмосферы и водных объектов, хотя уровень переработки за последние несколько лет отходов увеличился с 40% до 53%. Именно такая ситуация мотивирует создавать и постоянно совершенствовать наилучшие доступные технологии. Как пример, можно выделить чудовищную аварию в Норильске 29 мая 2020 года, на ТЭЦ-3, из-за разгерметизации цистерны вылилось 20 тонн топлива в почву и воду. Что привело к ужасающим экологическим последствиям, общая площадь загрязнения составила 180 тысяч квадратных километров.

В генеральных планах развития практически каждого крупного промышленного центра содержатся разделы о пересмотре производственных территорий. В городе Москва данные зоны составляют 16% от всей территории города со значительно большей областью распространения неблагоприятного воздействия. Следствием неблагоприятных условий является сокращение видового разнообразия растительного и животного мира [5].

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 30.12.2020 г. №7-ФЗ (в редакции от 30.12.2020 № 358-ФЗ) является основополагающим в системе природоохранного законодательства. В данном законе объединяются главные направления рационального природопользования и охраны

окружающей среды. Закон регулирует все аспекты и отношения жизнедеятельности городских территорий, а также устанавливает общепринятые требования в области охраны окружающей среды, в том числе при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, эксплуатации, консервации и ликвидации зданий, строений, сооружений и других объектов, а также требования в области охраны окружающей среды при размещении, проектировании, строительстве и реконструкции городских, сельских поселений.

В настоящее время значительно изменились существующие подходы к государственному регулированию в области охраны окружающей среды – нормы Федерального закона от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации», вступление в силу которых предусмотрено в период с 2015 по 2020 годы. В соответствии с положениями закона:

1. Вводится понятие «наилучшая доступная технология»;
2. Совершенствуется система экологического нормирования на основе НДТ;
3. Вводится система комплексных экологических разрешений на основе НДТ;
4. Дифференцируются режимы регулирования для крупных и мелких источников загрязнения;
5. Предусматриваются меры экономического стимулирования хозяйствующих субъектов для внедрения НДТ;
6. Обеспечивается участие общественности и доступ к информации в процессах модернизации производств.

В соответствии с «Градостроительным кодексом Российской Федерации» (Федеральный закон от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ) градостроительная деятельность - деятельность по развитию территорий, в том числе городов и иных поселений, осуществляемая в виде территориального планирования, градостроительного зонирования, планировки территории, архитектурно-строительного проектирования, строительства, капитального ремонта, реконструкции объектов капитального строительства, эксплуатации зданий, сооружений. Кодекс определяет основные положения развития территорий.

Также технический регламент является одним из важнейших дополнений к закону. Главными целями «Технического регламента о безопасности зданий и сооружений», Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ, являются:

1. Защита жизни и здоровья граждан, имущества физических, юридических лиц, государственного и муниципального имущества;
2. Охрана окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений; предупреждение действий;
3. Обеспечение энергетической эффективности зданий и сооружений.

Технический регламент устанавливает:

1. Минимальные требования, которые необходимы для зданий, сооружений и инженерно-технических сетей обеспечения и инженерно-технических систем обеспечения, а также к связанным со зданиями и с сооружениями процессам проектирования, которые включают в себя изыскания, монтаж, строительство, наладки, эксплуатации и сносы;

2. Безопасность при опасных природных явлениях и техногенных воздействиях для здоровья человека, условий проживания и пребывания в зданиях и сооружениях;

3. Безопасность для пользователей зданиями и сооружениями;

4. Доступность зданий и сооружений для инвалидов, лиц с ограниченными возможностями передвижения;

5. Энергетическая эффективность зданий и сооружений;

6. Безопасный уровень воздействия зданий и сооружений на окружающую среду.

Помимо технического регламента необходимо отметить Федеральный закон от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации», целью национальных стандартов в области энергоснабжения, ресурсосбережения и внедрения наилучших доступных технологий являются модернизация технического перевооружения промышленности, повышение качества продукции, выполнения работ, оказания услуг и повышение конкурентоспособности продукции российского производства.

Документ по стандартизации является одним из главных нормативных документов в области внедрения наилучших доступных технологий. В соответствии с распоряжением Правительства РФ от 31.10.2014 № 2178-р (ред. от 07.07.2016) информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям – является документом стандартизации, который разработан для конкретной отрасли, содержащий оптимальные решения и описания технологий, процессов, а также методов применения и управления с целью сокращения воздействия на окружающую среду.

В том случае, если в законодательстве РФ отсутствуют соответствующие нормы, на которые можно опереться при внедрении НДТ, можно использовать соответствующие аналоги модельного законодательства государств – участников СНГ. Это вид международного законодательства. Модельные законы принимаются Межпарламентской ассамблеей стран СНГ. Их нормы носят рекомендательный характер. Но, во-первых, они гармонизированы с законодательством всех стран СНГ, а во-вторых, зачастую некоторые страны принимают их в качестве обязательных норм в виде национального законодательства.

В целях эффективной реализации этого направления необходима активизация разработки и принятия национальных стандартов таких как, например, ГОСТ Р 57446-2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия», где изложены основные положения по экологическому оздоровлению нарушенных земель в городских поселениях. Документы по стандартизации позволят природопользователям конкрети-

зировать требования федерального законодательства и, с другой стороны, обеспечить методику внедрения предлагаемых мер.

Таким образом, можно сделать вывод, что наилучшие доступные технологии наиболее актуальны в настоящее время, так как все страны мира стремятся заботиться о природе и использовать только экологические технологии, которые положительно влияют на окружающую среду.

#### Библиографический список

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (дата обращения: 23.02.2021).
2. Национальный стандарт Российской Федерации, ресурсосбережения, наилучшие доступные технологии (дата обращения: 25.02.2021).
3. Материалы заседания ежегодной коллегии Комплекса градостроительной политики и строительства столицы. 2015 г (дата обращения: 25.02.2021).
4. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 21.07.2014 № 219-ФЗ (дата обращения: 25.02.2021).
5. Яжлев И.К. Экологическое оздоровление загрязненных городских и производственных территорий (дата обращения: 25.02.2021).
6. Постановление Правительства РФ «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» от 23.12.2014 № 1458 (дата обращения: 25.02.2021).
7. ГОСТ Р 57446-2017 Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200145085> (дата обращения: 25.02.2021).

## НАРОДНЫЙ КОНТРОЛЬ В СФЕРЕ ЖКХ

*Фатеева А.А., студентка 2 курса 22 группы ИЭУИС  
Научный руководитель - Яжлев И.К., ст. преп.*

В нашей стране народный контроль появился недавно. В ЖКХ он выполняет те же функции, что и в других сферах. Он занимается надзором за качеством ЖКУ и соблюдением всех прав собственников, смотрят за управляющими компаниями, чтобы все обращения были рассмотрены и выполнены, предоставляют консультации, оказывают посильную помощь. Региональные центры общественного контроля следят за выполнением и за качеством капитального ремонта.

В сети Интернет можно найти немало различных групп народного контроля. Собственники МКД могут собрать сначала совет дома, проследить за деятельностью управляющей компании, рассмотреть насколько эффективна ее работа и даже создать ТСЖ. ТСЖ – это товарищество собственников жилья, некоммерческая организация, которая была создана с целью совместного управления и пользования своим МКД и придомовой территории.

У Народного контроля имеется ряд целей. Вот некоторые из них:

- 1) Соблюдение прав и интересов граждан
- 2) Повышение открытости и эффективности деятельности управляющих компаний
- 3) Обеспечение учета общественного мнения, предложений и рекомендаций граждан
- 4) Общественная оценка деятельности УК

Для выполнения этих целей народный контроль решает задачи:

- 1) По соблюдению прав по неприкосновенности жилища, чтобы граждан произвольно не лишали жилья
- 2) По правильности учета жилищного фонда, который находится в ведении у муниципальной власти
- 3) По предоставлению жилья малоимущим семьям
- 4) По обоснованности признания жилья аварийным и не пригодным для дальнейшего проживания
- 5) По соблюдению правил на ограничение или приостановку подачи коммунальных услуг
- 6) По соблюдению правил по созданию организаций, управляющих домами (ТСЖ, ЖСК, ЖК)
- 7) По выбору собственников МКД управляющей организации
- 8) По поводу обоснованности поднятия тарифов на ЖКУ
- 9) За соблюдением правил по переводу недвижимости из нежилой и жилую и обратно

Формы осуществления народного контроля: изучение и анализ актуальных проблем, проверка жалоб, формирование рейтинга управляющих компаний, изучение и анализ процесса выполнения всех обязательств пред собственниками.

Принципы ОЖК:

- 1) Приоритет прав и интересов собственников
- 2) Добровольность участия
- 3) Самостоятельность инспекторов общественного контроля и их независимость
- 4) Публичность и открытость общественного контроля
- 5) Законность деятельности инспекторов ОЖК
- 6) Объективность, беспристрастность и добросовестность инспекторов ОЖК
- 7) Соблюдение нейтральности инспекторов

Чтобы самому стать общественным инспектором необходимо подать заявление о привлечении к общественной проверке. Обращение отправляется в 10 дневный срок с момента размещения решения о проведении общественного контроля. Заявление направляется в общественный контроль, который вывесил решение о проверке, рассматривают его в течение 5 дней.

В разных регионах общественный контроль смог добиться различных побед. К примеру, в Красноярске с помощью общественного контроля смогли отстоять право собственников на общедомовое имущество, получить компенсации от управляющей компании, защититься от лишних начислений, отсудить деньги собственников у управляющей компании-банкрота. В Туле народный контроль смог добиться перерасчета жителям за отопление. Жители дома с индивидуальными приборами отопления получили платежные документы за централизованное отопление мест общего пользования. Сам по себе народный контроль является одной из демократических систем контроля, в которой принимают участие миллионы жителей России. Народные инспектора имеют многие права, как смотреть документацию, так и давать различным органам поручения по проведению проверки, показывать уполномоченным органам недочёты организаций, обязать устранить нарушения, и даже налагать различные взыскания и это еще не все права народных инспекторов. Получив большое количество обращений по определенной проблеме, общественный контроль начинает проводить проверку и разбираться в проблеме.

Безусловно, все права и обязанности народного контроля прописаны в законах: ФЗ РФ от 28.06.2014 №200-ФЗ «О внесении изменений в ЖК РФ», ФЗ РФ от 21.07.2014 №212-ФЗ «Об основах общественного контроля в РФ» и в 20 статье Жилищного Кодекса РФ.

В заключение хочу сказать, инспектора выявляют нарушения в осуществлении каких-либо программ и правил обслуживания жилья, такая форма контроля помогает лучше работать отрасли ЖКХ и повышать уровень обслуживания.

#### Библиографический список

1. ЖК РФ Статья 20. «Государственный жилищный надзор, муниципальный жилищный контроль и общественный жилищный контроль».[Электронный ресурс] URL:consultant.ru (дата обращения: 21.02.2021).



2. «Что дает общественный жилищный контроль жильцам?» Вопросы ЖКХ.// [Электронный ресурс] URL:[voprosyghk.ru](http://voprosyghk.ru) (дата обращения: 21.02.2021).
3. «Как работает общественный контроль в ЖКХ: комитет ЖКХ» // [Электронный ресурс] URL:[gkh.ru/article/102338-obshestvennyy-kontrol](http://gkh.ru/article/102338-obshestvennyy-kontrol) (дата обращения: 21.02.2021).
4. «Народный контроль» // [Электронный ресурс] URL: [aif.ru](http://aif.ru) (дата обращения: 21.02.2021).
5. «Народный контроль в сфере ЖКХ» // [Электронный ресурс] URL: [nkgkh.ru](http://nkgkh.ru) (дата обращения: 21.02.2021).
6. «Общественный контроль в сфере ЖКХ: Что это такое? Как это работает?» // [Электронный ресурс] URL:[vyvoz.org/control-v-sfere-zhkh](http://vyvoz.org/control-v-sfere-zhkh) (дата обращения: 21.02.2021).

## ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЕ И РЕОРГАНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН ГОРОДА МОСКВЫ

*Фиров Е.А., студент 3-го курса 23 группы ИЭУИС*

*Андреев Н.Я., студент 3-го курса 23 группы ИЭУИС*

*Научный руководитель – Яжлев И.К., ст. преп.*

Практически все крупные российские города, как и Москва, унаследовали от эпохи экстенсивной урбанизации и индустриализации большую концентрацию промышленных предприятий, изношенную инфраструктуру, смешанные жилые и промышленные районы, большие внутригородские транспортные сети, заточенные под обслуживание промышленных территорий, высокий уровень загрязнения почвенного покрова, атмосферы, водных источников. Бурный рост промышленности в России, безусловно, отразился на внешнем облике Москвы. [1]

Возведённые в советский период промышленные гиганты в разных концах столицы занимали большую часть пространства и способствовали развитию вокруг себя целых районов. Среди бывших промышленных гигантов, которые не вписываются в современные условия быстроразвивающегося города это: завод им. Лихачева; металлургический завод «Серп и Молот»; хрустальный завод им. Калинина; завод «Манометр». Неся на себе бремя старой эпохи, Москва решает проблему перехода к новой современной экономике и новому качеству урбанизированной среды. В бурно меняющихся экономических, общественных, правовых условиях предъявляются новые требования к планированию городских территорий и как следствие их реорганизации.

Несмотря на плотную застройку, в Москве до сих пор сохранились огромные территории, которые практически не используются под современную застройку. Так называемые промышленные зоны занимают тысячи гектаров. Большинство из них прекратили производство на стыке 90-х и 00-гг и превратились в хаотичные склады, свалки, гаражи. Теперь эти территории будут использованы в интересах горожан и развития экономики. Для этого разработан комплекс мероприятий позволяющих эффективно перепрофилировать старые промышленные территории.

В современных условиях сложилась концепция полной или частичной ликвидации или перебазирования предприятий и организаций, расположенных в историческом центре Москвы. Она связана, с одной стороны, с тем, что превращение Москвы в экономический и финансовый центр мирового уровня требует постоянного обеспечения бизнеса бизнес-центрами, лофт-пространствами, а с другой - существуют ограничения на земельные участки. [2]

Новое строительство можно осуществлять либо после уплотнения имеющейся застройки, либо путем освобождения территорий, занятых различными предприятиями. Метод, которым эффективно руководствуются в Москве, именуется «редевелопментом промзон».

Редевелопмент – это преобразование старых промышленных территорий в жилые кварталы, бизнес-центры, лофт-пространства с различным функционалом. Редевелопмент промышленных территорий, как правило, бывает двух видов:

- когда существующие здания на промышленной территории не сносятся, а только реконструируются и перепрофилируются
- когда производится полный или частичный демонтаж зданий и сооружений на территории промзоны, а на их месте строятся новые объекты недвижимости. [3]

На данный момент промзоны занимают порядка 18,8 тыс. га, что составляет более 17% территории «старой» Москвы. Реорганизовать предлагается почти 13 тыс. га земли, причем 4,7 тыс. га подлежат полной реорганизации, а 7,8 тыс. га - частичной. По «Генеральному плану развития Москвы до 2025 года» предполагалось, что до 2030 года сохранят статус промышленных зон 7,5 тыс. га. [4]

В вопросе реновации промышленных зон столица пошла двумя путями: городские власти не просто планируют использовать промышленные площадки для градостроительного развития, но и готовы изменить функционал некоторых предприятий, сориентировав их на инновационное экологически чистое производство или размещение объектов науки на своей территории. В основе обновления этих городских территорий лежит формирование комплексной городской застройки с жильем, социальными объектами и новыми рабочими местами.

Что касается позиции столичных властей по редевелопменту промзон, плотность застройки не должна превышать 25 тыс. кв. метров на гектар, при этом половина будущего объема недвижимости должна приходиться на жилую застройку, а половина - на рабочие места.

Помимо ликвидации или перебазирования предприятия действует программа по их реконструкции. Для того чтобы промышленная территория вошла в программу по реконструкции она должна отвечать следующим требованиям:

- Близость к МЦК и радиальным направлениям железных дорог Москвы. Запуск пассажирского движения по МЦК значительно разгрузил метрополитен, улично-дорожную сеть и скоро станет катализатором развития примыкающих к новому кольцу территорий, большей частью представляющих собой заброшенные промзоны. Это позволит обеспечить их гармоничное экономическое и социальное развитие в соответствии с целями и задачами комплексного экономического и социального развития города.

- Близость к перспективным транспортно-пересадочным узлам (ТПУ) на станциях метро, МЦК и радиальных ж/д направлениях.

- Близость к Москве-реке. К 2035 году именно Москва-река станет линейным центром города.

Уже с 2011 года по декабрь 2020 года в столичных промзонах введено 836 объектов капитального строительства общей площадью 25,8 млн кв. метров. Из них:

- 334 объекта жилой недвижимости;
- 67 социальных объектов;
- 30 объектов промышленно-производственного назначения;
- 260 коммунально-складских зданий;
- 145 административно-деловых объектов.

Так же уже к концу 2021 года на территории промзон власти столицы планируют ввести в эксплуатацию 71 объект общей площадью 4,1 млн. кв.м, в том числе жилья – 1,8 млн. кв. м. Причем два объекта общей площадью более 150 тысяч кв.м уже введены.

Особый интерес для формирования нового промышленного облика столицы представляют: завод им. Лихачева, территории бывшего Тушинского аэродрома, ОАО «Московский металлургический завод «Серп и Молот», ОАО «ДСК № 3», ОАО «НПО «Взлет», территория бывшего Московского зеркального комбината, ОАО «Мосстройснаб».

Сегодня в Москве существует множество примеров успешного редевелопмента городских пространств. На территориях бывших промзон возводятся объекты коммерческой недвижимости, жилые комплексы, центры культуры и искусства. Промышленные здания, не представляющие исторической и архитектурной ценности, сносятся, а объекты, относящиеся к культурному наследию, девелоперы стараются максимально сохранить. Эталоном и наиболее яркими примерами успешного редевелопмента промышленных предприятий можно назвать: арт-кластер дизайн-завод «Флакон» (Хрустальный завода им.Калинина), культурное пространство фонда V-A-C (ГЭС-2), ЦСИ «Винзавод» (Московский комбинат виноградных и десертных вин); Драматический театр (промзона «ЗИЛ»); бизнес центр «Большевик» (фабрика «Товарищество А. Сиу и Ко»).

Опыт Москвы по редевелопменту промышленных территорий имеет практическое значение для большинства городов всей страны. И именно по примеру Москвы остальные города будут проводить реорганизацию и освоение промышленных территорий. Для стимулирования вывода промышленных предприятий государством, местными органами самоуправления применяется комплекс экономических льгот и преференций. Меняются требования к видам экономической деятельности на производственных территориях. Повышается экологичность производства, преимущественно развивается наукоемкое высокотехнологичное производство, качественно изменяется инфраструктурное обеспечение, Высвобождаемые городские территории используются в основном под общегородские цели, административную и жилищную застройку, а также создание городских рекреационных и культурных объектов [5].

#### Библиографический список

1. Яжлев И.К. Эколого-градостроительные аспекты реорганизации производственных территорий российских городов // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 8. С. 78-81. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21845752> (дата обращения: 23.02.2021).

2. Котилко В.В. Москва: реорганизация производственных зон // Региональная экономика: теория и практика. 2005. №7. С. 63-68. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/moskva-reorganizatsiya-proizvodstvennyh-zon> (дата обращения: 21.02.2021).
3. Лаптева Е.Д. Особенности редевелопмента в России и его роль в пространственном развитии городов // Российские регионы в фокусе перемен. Сборник докладов со специальных мероприятий XII Международной конференции. 2018. С. 82-88. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37327698> (дата обращения: 21.02.2021).
4. Сайт Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы [Электронный ресурс] URL: <https://stroim.mos.ru/renovaciya-promzon>.
5. Яжлев И.К. Экологическое оздоровление загрязненных производственных и городских территорий / И.К. Яжлев. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2012. – 280 с.
6. Доронина Е.В., Веремьева М.П., Татаринцев Н.И., Чайко Д.В., Меньшенина К.В., Аглямзянов Э.Р., Георгиева А.В. Реорганизация промзон под строительство // Московский экономический журнал. 2019. № 5. С. 29. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37490708> (дата обращения: 23.02.2021).

# ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ КРУПНЫХ РОССИЙСКИХ ГОРОДОВ

*Шуваев Д.А., студент 3-го курса 20 группы ИЭУИС  
Научный руководитель – Язлев И.К., ст. преп.*

Актуальность проблемы изменения территорий промышленных зон растет в связи с увеличением численности городов, благодаря чему возникает необходимость в поиске усовершенствованных решений с точки зрения градостроительства, архитектуры и инженерно-технических условий. Особое значение эта проблема приобретает в связи с появлением и развитием концепции «умный город». [2]

Возьмем в пример произведение изменений в функциональном назначении депрессивных производственных территорий современного города при условии строительства технопарков. Создание данных парков дает эффективный способ обновления городов и достижения оптимального уровня комфорта и защиты окружающей среды. [2]

Невзрачный внешний вид зданий производственного назначения снижают уровень эстетического комфорта, а техногенное воздействие зачастую приводит к загрязнению окружающей среды. Благодаря этому пыль, влага и вредные вещества из атмосферы попадают в помещения жилых и общественных зданий. [1]

*Таблица 1*

**Виды изменения промышленных территорий [5], [6]**

С полной заменой функций			С частичной заменой функций			С сохранением промышленных функций	
Полный снос промышленного объекта	Благоустройство нарушенных территорий	Перепрофилирование промышленных объектов	Внедрение новых объектов	Музефикация	Реконструкция планировочной структуры	Модернизация	Полная реставрация

Модель первой группы характеризуется: перепрофилированием промышленных объектов и территорий; благоустройством и озеленением депрессивных территорий; полным сносом сооружений и использованием территории для других целей.

Для второй группы характерными аспектами являются: реконструкция структуры с повышением устойчивости ее характеристик; переоснащение объектов в музеях и выставочных комплексах; введение новых объектов городского значения в промышленных зонах, имеющих историко-культурную ценность.

Модель третьей группы имеет следующие особенности: сохранение первоначального облика здания (реставрация) и технологическое переоснащение производства в существующей конфигурации здания или сооружения (модернизация).

В зависимости от выбранного изменения функционального назначения можно выстроить следующие способы преобразования депрессивных территорий промышленных зон: в общественную, бизнес и жилую зоны.

Широко применяемый в современной практике способ улучшения производственной территории в общественные и бизнес-зоны предполагает развитие потребительского рынка и сферы услуг. Размещение объектов общественного и коммерческого назначений позволяет дополнить территорию жизненной активностью. Важно, что полное изменение в общественные и бизнес-зоны неизбежно создаст дополнительные нагрузки на существующую инфраструктуру города. [5], [6]

Еще одним фактором, указывающим на неэффективность полного превращения промышленной зоны в жилую, является высокая миграция населения из мегаполисов. Возьмем для примера Волгоград. По данным статистики, миграционная убыль населения Волгограда и Волгоградской области в 2018 году составила 3767 человек, что в 3,7 раза выше, чем в 2007 году. Одним из негативных моментов является увеличение числа молодых людей, уезжающих в соседние города, а значит, происходит сокращение перспективных трудовых ресурсов. В целом по динамике численности населения Волгоград занимает одно из последних мест среди городов - миллионников Российской Федерации, и если динамика ухудшится в будущем, то он рискует потерять статус города-миллионника. [4]

Необходимость полного восстановления земельных участков после их промышленного использования также требует применения дорогостоящих мер по изменению всей площади участка, что неизбежно скажется на стоимости нового жилья.

Полная замена производственных площадей способствует улучшению городской среды и повышению комфортности среды обитания, но является фактором, тормозящим социально-экономическое развитие. [1]

Анализ моделей и возможностей изменения депрессивных производственных территорий показывает невозможность монофункционального улучшения территории города и требует поиска новых эффективных способов системного обновления. Одним из таких способов является строительство технопарков, дающих возможность реализовать инновационные проекты в сфере высоких технологий. [15]

Задачи по изменению депрессивных производственных территорий с помощью технопарков. Основные из задач:

1. Перенос крупных промышленных предприятий из центра на окраины для возможности использования территорий под технопарки.

2. Постепенная замена производственных функций технопарками для развития производственно-деловой, социально-деловой, жилой и рекреационной функций города. Создание технопарков способствует развитию высоких технологий в соответствии с идеей развития города и создания высокопроизводительных рабочих мест.

3. Формирование границ земельных участков для размещения технопарков. Согласно ГОСТ Р 56425-2015 общая площадь индустриального парка должна составлять не менее 3,5 га.

4. Формирование структуры технопарка.

Структурные элементы технопарка:

– научно-образовательный центр Технопарк, привлекаемый заказчиком для поиска и разработки инновационных научных технологий, подготовки высококвалифицированных специалистов;

– инкубатор малого бизнеса, где на льготных условиях расположены многочисленные инновационные стартап-компании и фирмы;

– малый и средний бизнес, вышедший из инкубатора, но желающий остаться в технопарке; предприятия и фирмы, пришедшие в технопарк из высших учебных заведений, научно-исследовательских центров, промышленных предприятий; дочерние предприятия, филиалы, филиалы крупных предприятий и корпораций;

– высокоплотная жилая застройка, образованная в основном малоэтажными (до 4 этажей) и среднеэтажными (5-8 этажей) многоквартирными домами, расположенными в шаговой доступности от научно-производственного комплекса;

– рекреационной зоне.

5. Повышение эффективности использования территории бывших промышленных территорий – восстановление, упорядочение застройки, комплексное благоустройство и озеленение территорий, развитие инженерной и транспортной инфраструктуры. [15]

Успешное развитие научных технологий в России требует государственной поддержки. По соотношению расходов на науку в валовом внутреннем продукте (ВВП) Россия с показателем 1,1% отстает от ведущих стран мира и находится на 34-м месте. По меткому выражению Нобелевского лауреата Ж.И. Алферова, «На словах государство заботится о научном потенциале государства, но на деле ситуация такова, что заниматься наукой сегодня могут только негибкие оптимисты». [8]

Решение этих проблем, безусловно, требует серьезных изменений в образовании, и эти процессы происходят в лучших вузах страны. Одним из факторов современного образования является то, что в своей образовательной и научной деятельности университет должен опираться на решение важнейших технологических задач и активно развивать междисциплинарные образовательные исследовательские программы. [3]



Только взаимовыгодный синтез науки и высокотехнологичного производства позволит нам выйти на качественно новый уровень развития города.

Создание комфортной энергоэффективной среды обитания в технопарке.

Популярной тенденцией в мировой зеленой экономике является энергосбережение и повышение энергоэффективности.

В связи с этим технопарк является отличной возможностью продемонстрировать современные энергосберегающие технологии непосредственно в условиях эксплуатации, способствуя уверенному продвижению прогрессивных идей энергосбережения в современном обществе. В то же время территорию технопарка можно рассматривать как своеобразную «демонстрационную площадку» результатов научно-инновационной производственной деятельности, поиска наиболее эффективных технологий для умных домов и умных городов. [15]

#### Библиографический список

1. Алоян Р.М., Федосов С.В., Опарина Л.А. Зеленое строительство – состояние, проблемы и пути решения - Иваново: ПресСТО, 2016.
2. Алферов Ж.И. Власть без мозгов. Отделение науки от государства - М.: Алгоритм, 2012.
3. Антюфеев А.В., Птичникова Г.А. Умный город, архитектура и человек // Социология города - 2019. № 2. С. 6–13.
4. Голованов Е.Б., Киселева В.А. Развитие редувелопмента как направления по преобразованию городских территорий // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент - 2013. Ч. 7. № 3. С. 12–16.
5. Кириллова А.Н. Программа реновации жилищного фонда как фактор системного обновления и устойчивого развития городской застройки // Недвижимость: экономика, управление - 2017. № 3. С. 16–21.
6. Корниенко С.В. Малоэтажное жилищное строительство: В поисках совершенства // Энергосбережение - 2019. Т. 1. № 1–1. С. 16–21.
7. Корниенко С.В., Ватин Н.И., Горшков А.С. Оценка влажностного режима стен с фасадными теплоизоляционными композиционными системами // Строительство уникальных зданий и сооружений - 2016. № 6 (45). С. 34–54.
8. Корниенко С.В., Ишмаметов Р.Х. Принципы умного города // Социология города - 2019. № 2. С. 37–45.
9. Соловьев А.К., Туснина О.А. Сравнительный теплотехнический расчет систем верхнего естественного освещения (зенитные фонари и полые трубчатые световоды) // Инженерно-строительный журнал - 2014. № 2. С. 24–35.
10. Табунщиков Ю.А. Умные инженерные технологии Москвы – энергоэффективного города // АВОК – М.:2017. № 7. С. 4–13.

11. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания - М.: АВОК-ПРЕСС, 2003, 200 с.
12. Цитман Т.О., Богатырева А.В. Реновация промышленной территории в структуре городской среды // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2015. № 4 (14). С. 29–35.
13. Сайт Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://digital.gov.ru/>, свободный.
14. Сайт Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://volgastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/volgastat/ru/statistics/population/](http://volgastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/volgastat/ru/statistics/population/), свободный.
15. Сайт Технический портал ТехноНИКОЛЬ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://nav.tn.ru/systems/fasad-i-stena/tn-fasad-profi/>, свободный.

СЕКЦИЯ «ИННОВАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ  
РЕШЕНИЯ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ В ЖИЛИЩНО-  
КОММУНАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ»

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТОВ

*Акопян Г.Л., аспирант 2-го курса 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Король Е.А., проф., д.т.н.*

В современном мире строительная сфера требует от людей высокой степени профессиональной подготовки, высоких затрат материальных и трудовых ресурсов. Целесообразность возведения комплекса объектов же во многом зависит от экономических, технологических и технических возможностей, а также совокупности социальных факторов.

Основной задачей строительной деятельности является создание комфортных условий для жизни людей. Не менее важно для строительной отрасли создать комфортные условия для эффективной работы и лучшего взаимодействия всех участников строительства комплекса, а также выполнить работы в минимально возможные сроки качественно, эффективно и рационально. Для жилого строительства важно обеспечить высокую надежность строительного производства и своевременный ввод объектов в эксплуатацию.

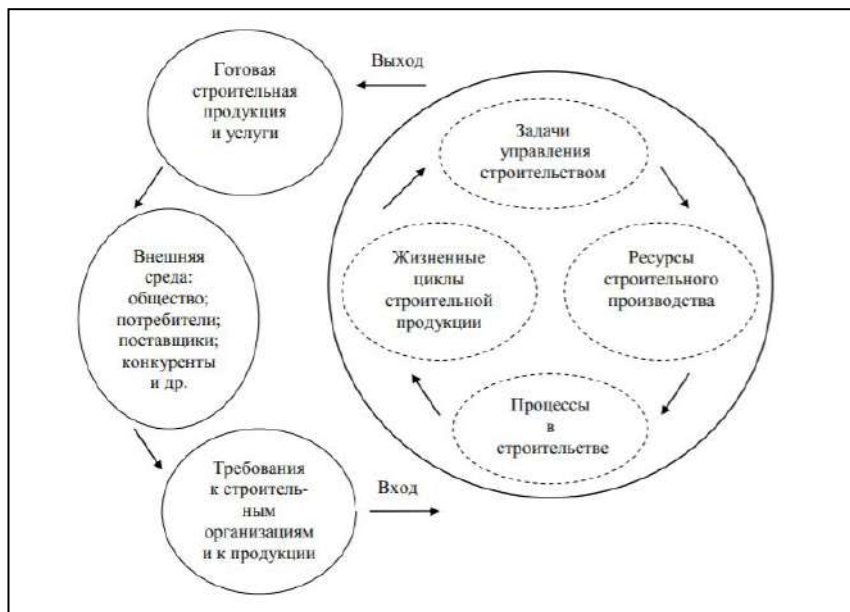
Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что организационно-технологическое моделирование крайне важно для строительной отрасли и помогает решить следующие вопросы:

- Определение порядка строительства и ввода в эксплуатацию объектов;
- Определение сроков выполнения строительно-монтажных работ, а также последовательность их выполнения и возможность совмещения;
- Определение ресурсов, участвующих в работах, в том числе материальных и трудовых;
- Определение модели возведения зданий;
- Разработка организационно-технологических схем строительства;
- Определение метода организации строительства;
- Подготовка материальной базы, помогающей определить необходимые ресурсы для строительства;
- Подготовка информации для организации, планирования и управления строительством.

Разработка модели в строительстве предполагает согласование строительно-монтажных работ во времени и пространстве с целью достижения наиболее эффективного управления строительством.

В моделировании важно суметь воспроизвести наиболее характерные черты объекта, иметь возможность производить в ней изменения и следить за возможными последствиями, влекущими за собой изменения во всем объекте или комплексе объектов.

Модель системы организации строительного производства, основанная на системном и процессном подходе к управлению показана на рис. 1.



**Рис. 1.** Модель системы организации строительного производства на основе системного и процессного подхода

Организационно-технологические модели считаются наиболее эффективным средством планирования и организации строительства. Так как имеют ряд требований:

- Модель содержит в себе основную цель – возведение объекта или выполнение определенного вида работ;
- Модель должна быть адекватной моделируемым процессам по всем существенным свойствам и характеристикам;
- Все процессы в модели должны быть организационно и технологически допустимыми;
- Модель должна отражать реальные требования к объекту, а также быть удобной в анализе имеющихся процессов;
- Модель должна иметь возможность быть приспособленной к изменениям в тот или иной период времени при конкретных условиях, при этом обеспечивая свою работоспособность;
- Модель должна учитывать многовариантность строительного производства, а также интенсивности, состава, последовательности и совмещения отображаемых видов строительного-монтажных работ, возможности замены одной работы на другую, изменений объемов работ, стоимости, времени года, погодных условий, замены исполнителей;
- Модель должна учитывать число, объем и характер частных фронтов, захваток, определяемых при пространственном членении объекта в

зависимости от объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений;

- Модель должна учитывать вероятностный характер строительного производства, предусматривать разработку организационно-технологических решений и схем с заданным уровнем надежности на всех этапах;

- Модель должна способствовать сокращению объема ручных операций, повышению уровня автоматизации;

- Модель должна быть совместимой с другими задачами в строительной деятельности.

Процесс разработки технических решений и схем при моделировании включает в себя три основных этапа: сбор и изучение информации, разработка нескольких вариантов решений, принятие наиболее выгодного и целесообразного решения.

Первый этап состоит в необходимости определения продолжительности строительства, затрат труда и машинного времени, а также в согласовании работ с организациями их выполняющими.

Второй этап предусматривает формулировку требований к наиболее рациональному варианту, разработку нескольких вариантов решений.

Третий этап включает в себя оценку всех возможных вариантов и выбор наиболее рационального решения.

Проектирование организационно-технологических решений и схем включает выбор способов и методов организации работ, определение видов и последовательности совмещения строительного-монтажных работ, захватки и другие проблемы.

Способы и методы осуществления строительного процесса определяются характером взаимоотношений участников строительства, удаленностью возводимых объектов от строительных предприятий и особенностями разделения общего строительного пространства на отдельные объекты.

При осуществлении строительства обязаны соблюдаться следующие правила:

- Продолжительность строительства и ввода в эксплуатацию должна быть минимально возможной. Возможны минимальные отклонения от нормативной продолжительности;

- Процессы должны быть разделены по видам работ и операциям

- При выполнении работ необходимо использовать максимально возможное совмещение;

- Необходима технологически целесообразная последовательность работ;

- Работы необходимо выполнять в определенном ритме на каждой захватке;

- Необходимо сохранять профессиональный и количественный состав бригад, специализированных подразделений;

- Бригады необходимо формировать так, чтобы повышать производительность труда и обеспечивать непрерывную качественную работу;

– Необходимо уметь выполнить полное или частичное расчленение потоков по видам операций.

Обеспечение надежности достижения организационно-технологических решений, формируемых на основе представления процесса строительства объекта в виде модели технологических зависимостей между процессами, достигается за счет значительного расширения зоны допустимых решений и, как следствие, увеличения множественности путей достижения оптимального набора организационных мероприятий

Множественность вариантов достигается за счет отсутствия таких диктующих условий в предлагаемой технологической модели, как обязательное выполнение следующего процесса после выполнения расчетного объема по сравнению с предшествующим, однородность и выполнение процесса в постоянном режиме, фиксированная связь между числом исполнителей и объемом СМР.

Внимательно изучив роль организационно-строительного моделирования в строительстве и методов его формирования можно сделать вывод, что данные работы являются крайне важным этапом в строительстве. Моделирование помогает улучшить процесс строительства, сделать его по возможности автоматизированным, сделать его более гибким к тем или иным внешним факторам, а также повысить скорость выполнения работ, не теряя качества выполнения работ.

#### Библиографический список

1. Мухаметзянов З.Р. Развитие методологии и теории разработки организационно-технологических решений по строительству отраслевых комплексов // ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ» Диссертация на соискание ученой степени д.т.н. Москва 2020. С. 240-250.
2. Абдуллаев, Г.И. Основные направления повышения надежности строительных процессов / Г.И. Абдуллаев // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – №4. – С. 59–60.
3. Б.Н. Небритов. Автоматизация решения задач подготовки строительного производства и оперативного управления / Л.Б. Зеленцов, Г.И. Лазарев и др.; под ред. Б.Н. Небритова. – М.: Стройиздат, 1993. – 416 с
4. Александрова, В.Ф. Технология и организация реконструкции зданий / В.Ф. Александрова, Ю.И. Пастухов, Т.А. Расина; СПбГАСУ. – СПб., 2011. – 208 с.
5. Молодин В.В., Волков С.В. Организационно-технологическое проектирование строительства жилых объектов. // Учебное пособие. Новосибирск 2015. С.5-25, 150-182.
6. Дикман Л. Г. Организация строительного производства: учебник для строит. вузов / Л. Г. Дикман. – Москва: Изд-во АСВ, 2006. – 608 с.
7. Болотин С.А. Организация строительного производства: учеб. пособие для вузов / С.А. Болотин, А.Н. Вихров. – Москва: Академия, 2007. – 208 с.

## ОЦЕНКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

*Власов В.А., студент 2-го курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

В работе рассматриваются основные направления совершенствования строительного контроля объектов коммунальной инфраструктуры в процессе реновации территорий, который подразумевает работы по обеспечению продукции и изделий надлежащего качества для строительных работ [1, 2]. Зачастую добросовестность и компетентность подрядчика не всегда можно превентивно оценить. Периодически могут возникать ситуации, когда подрядчик не следует регламенту входного контроля, не предоставляет вовремя сопроводительную документацию, подтверждающих качество указанных конструкций, нарушает правила хранения и складирования продукции, в результате чего неизбежно возникают проблемы при проведении строительно-монтажных работ [3, 4].

Мероприятия в рамках контроля качества строительных материалов включают в себя [5]:

- оценку соответствия требованиям ГОСТов, ТУ и технических свидетельств, обозначенных в проекте, поставленных стройматериалов, изделий, конструкций;
- контроль комплектности, правильности оформления и наличия документов на эти материалы и изделия.

Можно выделить 5 основных мероприятий при проведении входного контроля, при соблюдении которых, выполнение строительно-монтажных работ будет соответствовать всем нормам и стандартам качества [6-8]. Перечень этих мероприятий представлен на рис. 1.

Обозначение мероприятия	Вид мероприятия	Ранг значимости мероприятия
М1	Соответствие показателей качества применяемых изделий и материалов требованиям стандартов	1
М2	Наличие и содержание сопроводительных документов поставщика, подтверждающих качество указанных изделий и материалов	3
М3	Наличие результатов лабораторных испытаний на партии материалов, в соответствии с требованиями стандартов и нормативно-технических документов	5
М4	Соблюдение подрядчиком правил складирования и хранения применяемых материалов, конструкций, изделий и оборудования	2
М5	Наличие у подрядчика документированных результатов входного контроля	4

**Рис. 1.** Ранжирование мероприятий строительного контроля



По значимости и перспективе их влияния на конечный результат данные мероприятия в процессе исследования определены согласно уровню ранжирования, где 1 ранг присваивается самому значимому мероприятию, и далее по порядку соответственно до 5 ранга.

На первое место по рангу следует отнести мероприятие М1 поскольку при модернизации, замене, ремонте инженерных коммуникаций, как объектов, недоступных для непосредственного наблюдения в процессе эксплуатации, очень важно, чтобы были применены изначально качественные изделия, материалы, оборудования, которые должны соответствовать требованиям ТР, СП, ТУ, паспортам качества и сертификатам соответствия на данную продукцию, для дальнейшей безопасной эксплуатации объектов инженерной инфраструктуры.

На второе место по рангу относим мероприятие М4. В данном мероприятии следует отметить, что при правильной организации и хранении продукции обеспечивается ее качественная и количественная сохранность, что безусловно важно на строительном объекте. Порядок на складе, постоянный учет всех остатков, гарантирует своевременное обеспечение всеми материалами и изделиями для соблюдения всех сроков строительства. Соблюдение правил складирования влияет на правила пожарной безопасности и организации производственных процессов.

Следующим на 3 место определим мероприятие М2. Без указанной на рис. 1 документации, соответственно никакие материалы и изделия на будут приняты на склад и не поступят на хранение, что замедлит процесс ре-новации.

Далее на четвертое место следует поставить мероприятие М5. Важность предоставления протоколов испытаний свидетельствует, что все физические свойства изделий соответствуют всем нормам и стандартам.

В заключении, пятое по рангу мероприятие М3. Здесь важно, чтобы у подрядчика находилась вся информация о поступающей продукции в одном месте для полноценного отчета перед заказчиком. Результаты ранжирования представлены на рис. 1.

Для оценки вышеизложенных мероприятий необходимо выделить перечень критериев, с помощью которых оценивается важность каждого мероприятия входного контроля. При определении критериев используется метод бальной оценки, от 1 до 4, при условии, что если критерий стремится к 1, то показывает наилучший результат эффективности данного критерия (рис. 2).

Обозначение критерия сравнения	Описание критерия сравнения
К1	Возможность вести автоматизированный учет при выполнении мероприятия
К2	Материальные затраты на выполнение мероприятия
К3	Возможность использования результатов, получаемых при выполнении мероприятия, на этапе эксплуатации
К4	Затраты времени на выполнение мероприятия

**Рис. 2.** Ранжирование мероприятий строительного контроля

В работе было выполнено сравнение каждого мероприятия по совокупности критериев сравнения методом экспертной оценки, результаты представлены на рис. 3.



**Рис. 3.** Диаграмма сравнения мероприятий эксплуатационного контроля по совокупности критериев

Исходя из данной диаграммы видно, что согласно полученным результатам, мероприятия, стремящиеся к показанию наилучшей оценки критериев это М1 и М4. Тем не менее, на соответствие показателей качества нужно больше возможностей для ведения автоматизированного учета, а для складирования и хранения больше финансовых затрат. Следовательно, есть потенциал для улучшения данных мероприятий, т.е. доработки по определен-

ным критериям. В обоих мероприятиях, требуется проработать два критерия, но при этом оба они взаимосвязаны. Допустим при условии улучшения ведения автоматизированного учета, это отразится в обоих данных мероприятиях, в части применения программного обеспечения, что еще более уменьшит затрат времени и финансовых ресурсов. [9, 10]. Дальнейшие исследования направлены на совершенствование процессов автоматизации мероприятий строительного контроля при реновации объектов коммунальной инфраструктуры.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 24297-87. Входной контроль продукции. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2009.
2. Сокова С.Д., Дементьева М.Е. Ремонт инженерного оборудования зданий: Учебное пособие. – М.: НИУ МГСУ, 2010. 350 с.
3. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2009.
4. Dement'eva M. Integrated technique of planning the capital repair of residential buildings and objects of transport infrastructure // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2017. Vol. 90. P. 012052. doi: 10.1088/1755-1315/90/1/012052.
5. СП 48.13330.2019. Организация строительства. СНиП 12-01-2004. М.: Стандартинформ, 2020.
6. РД-11-02-2006. Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения. М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2018.
7. Дементьева М.Е., Педяш Е.В. Перспективы интеллектуализации зданий при реконструкции жилой застройки // Научное обозрение. 2017. № 20. С. 167–170.
8. ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. М.: Стандартинформ, 2011.
9. Дементьева М.Е., Вишневецкий А.Д. Анализ различных схем диспетчеризации многофункциональных комплексов // Вестник МГСУ. 2014. № 2. С. 203–209.
10. Сайтгараев А.Ф. Проблемы внедрения системы электронного документооборота в производственных подразделениях строительных организаций // Вестник университета. 2016. № 9. С. 225–229.

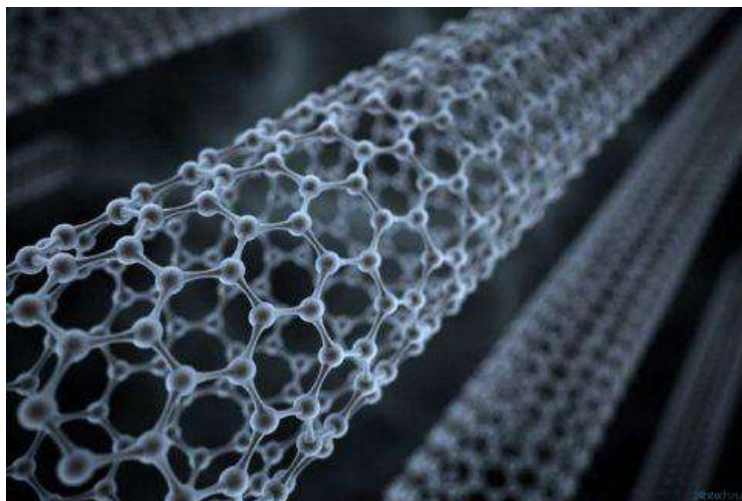
## НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ ЖКХ

*Гайфутдинова А.Л., Хромяя О.А., студенты 3-го курса 20 группы ИИ-ЭСМ*

*Научный руководитель – Берлинова М.Н., доц., к.т.н.*

Современные ученые в своих исследованиях совершенствуют структуру, физико-механические и технические характеристики бетонов с целью обеспечения долговечности и расширения области применения [1-4]. Термин «нанобетон» постепенно становится привычным в строительном лексиконе, он обозначает материал, при изготовлении которого используются нанотехнологии для измельчения его основных компонентов и наноматериалы в роли модифицирующих добавок. Нанобетону характерны высокие физико-механические характеристики, открывающие новые возможности в проектировании и строительстве. Этот прочный, легкий, стойкий к термическим перепадам материал даёт возможность удешевить сооружение новых объектов и оказать помощь при реставрации старых конструкций, если использование традиционных материалов и технологий является нецелесообразным [5].

В Кемеровской области учёные создали нанодобавку для бетонов, позволяющую повысить их прочность примерно на четверть. Этот новый продукт может изготавливаться из угля и отходов многотоннажной химии. Наноструктурированная углеродная добавка была названа Kemerit, используется она в строительстве жилья, дорог, мостов и при сооружении водоканалов.



**Рис. 1.** Углеродные трубки

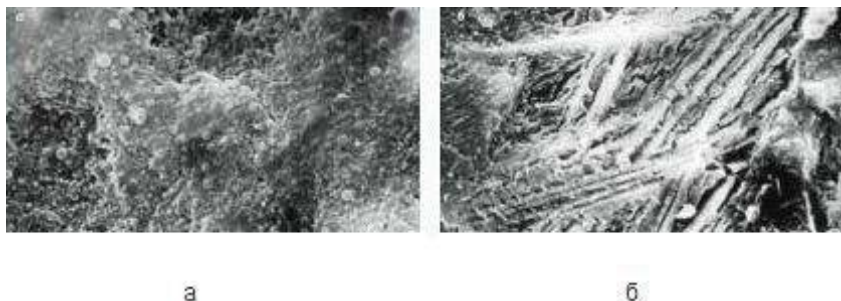
Разработкой нанобетонов занимаются не только российские, но и западные учёные [6]. Но только материалы отечественного производства способны восстанавливать пораженные коррозией бетон и армирующие элементы при восстановлении старых сооружений. К преимуществам российского нанобетона относится и его меньшая, по сравнению с зарубежными аналогами, стоимость [7, 8].

### Принцип работы наночастиц в бетоне

Экспериментировать с нанодобавками к строительным материалам начали в конце 20 века. Было замечено, что при вмешивании в состав углеродных нанотрубок в количестве от 0,001 до 0,0001% от доли расхода связующего вещества, прочностные и другие характеристики полученного материала повышаются до 40%, а по некоторым параметрам – и в 2-3 раза.

Происходит это за счет того, что нанодобавки провоцируют рост кристаллов в минеральном веществе, и их лучи, разрастаясь и переплетаясь между собой, придают материалу более высокую прочность. Этот процесс назвали дисперсным самоармированием.

При этом прочность цементного камня увеличивалась до 40%, а бетона – всего на 10%. Это потому, что для него важнее макроармирование, нежели на микро- и тем более наноуровне.



**Рис. 2.** Сравнение цементного камня:

а – структура обычного цементного камня; б – камень, после добавления нанотрубок

Для получения нанобетона в него вносятся специальные добавки – наноинициаторы (наномодификаторы), имеющие в своем составе микроскопические углеродные полимер-трубки, наночастицы оксида кремния, поликарбосиликата, диоксидатитана. Несмотря на свои размеры, они отличаются крайне высокой прочностью, что придает раствору отличные эксплуатационные качества. В России в настоящее время изготавливают разный бетон с добавлением базальтового фиброволокна, на поверхность которого наносятся углеродные нанокластеры. Добавки диоксида титана широко используются в технологии производства цементов, красках и других строительных материалах. В результате воздействия солнечного света

наночастицы диоксида титана выступают в роли фотокатализатора, преобразующего пары воды и атмосферный кислород в атомарный кислород. Выделяющегося в результате этой реакции активного кислорода достаточно для уничтожения бактерий, окисления и разложения органических загрязнений, дезодорирования помещений. Здания из цементных композитов с наночастицами диоксида титана сохраняют цвет в течение долгого времени, несмотря на воздействие агрессивного городского окружения. Дороги и здания из таких видов бетона строят в Европе начиная с 1990-х гг.

Механическая прочность нанобетона на 150 % выше, чем прочность обычного, его морозостойкость выше на 50 %, а вероятность появления трещины в разы ниже. Также стоит отметить и тот факт, что вес конструкции, произведенной из такого бетона, уменьшается в несколько раз. В строительстве применяется три типа нанобетона: легкий; средней прочности; повышенной прочности.

### **Виды нанобетонов и их назначение**

*Класс нанобетонов включает несколько категорий:*

1. Легкие нанопенобетоны рекомендованы для использования в индивидуальном строительстве и для возведения перегородок в помещениях разного назначения.

2. Нанобетоны средней плотности применяются в строительстве объектов, к которым выдвигаются требования повышенной прочности (мосты, дорожные и аэродромные покрытия и т. п.).

3. Нанобетоны высокой, сверхвысокой прочности подходят для строительства несущих конструкций в жилых домах, в коммерческих зданиях, в сооружениях промышленного сельскохозяйственного назначения (обустройство лифтовых шахт, изготовление балок, ферм и др.).

Основные параметры нового бетона следующие:

- прочность на сжатие, МПа – не менее 40–55;
- прочность на растяжение при изгибе, МПа – не менее 6–8;
- водонепроницаемость W – не менее 14–20;
- морозостойкость F, циклов – не менее 350;
- плотность, кг/м<sup>3</sup> – не более 1500–1600.

*Назначение нанобетонов.* К этой группе материалов относятся бетоны самых различных марок. Их составы и технологические процессы изготовления находятся в состоянии разработки.

Класс бетонов, объединенных наименованием «нанобетон», включает в себя несколько категорий.

- В индивидуальном строительстве и для сооружения не несущих перегородок в помещениях различного назначения используют лёгкие нанопенобетоны.

- Среднеплотные нанобетоны обладают повышенной прочностью, которая делает их перспективным материалом для сооружения мостовых конструкций, покрытий дорог и аэродромов.

- Наноматериалы с высокими и сверхвысокими прочностными характеристиками находят своё применение при строительстве шахт лифтов, разнообразных несущих конструкций в сооружениях промышленного, гражданского и жилищного назначения.

При использовании нанобетонов можно выделить два основных направления, это – реконструкция разрушенных сооружений и возведение новых зданий.

При реставрационных мероприятиях добавление вновь разработанных составов к разрушенным железобетонным элементам обеспечивает заполнение всех пор и микротрещин и полимеризацию с восстановлением прочности сооружения. Нанобетон, нанесенный на разрушенную коррозией арматуру, вступает во взаимодействие с окисленным слоем, заменяет его, восстанавливая сцепление строительной смеси и металла арматуры.

Применение нанодобавок и специальных технологий даёт возможность создавать строительные материалы с заданными характеристиками в диапазоне крайне высоких параметров. Это позволяет сооружать надёжные строительные конструкции в сейсмоопасных регионах и в условиях сложного подземного строительства.

Посредством данной технологии был отремонтирован мост через реку Волгу в 2007 году в г. Кимры. Новые бетоны (пат. 2196731, 2233254 и др.) уже использовались при реставрации Исаакиевского собора в Санкт-Петербурге для защитной его облицовки. Суперлегкий нанобетон с успехом был использован при укреплении зданий, расположенных в сейсмоопасных зонах в г. Сочи. Выполнение работ по укреплению зданий производилось без предварительного расселения жильцов. Использование нанотехнологий способствует прогрессу в области создания новых строительных материалов и совершенствования уже имеющихся, повышению качества готовых изделий, увеличению прочности возводимых зданий, значительно увеличивая их эксплуатационную надёжность.

Социальная значимость заключается в экологичности нанобетона, а также снижении себестоимости производства бетона. Благодаря нанобетону, планируется создание таких строений, которые будут в буквальном смысле слова «дышать» и способствовать выводу вредных компонентов наружу. Но в тоже время такие строения будут сохранять благоприятный микроклимат и тепло в помещении. Введение в бетон полимерных наночастиц будет препятствовать разрушению строений при землетрясениях, военных действиях. Уникальные свойства нанобетонов приведут к тому, что строения смогут самовосстанавливаться в различных условиях. К тому же повысится срок службы таких конструкций до 1000 лет.

#### Библиографический список

1. Штейникова В.Л., Юшков Б.С., Глушков И.В. Нанобетон в строительстве // Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия, 2013.

2. Каприелов С.С. Общие закономерности формирования структуры цементного камня и бетона с добавкой ультрадисперсных материалов // Бетон и железобетон. – 1995.

3. Berlinov M., Berlinova M. Energy absorption of reinforced concrete constructions with nonlinear dynamic deformation. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, XXVIII R-P-S Seminar 2019. 2019. С. 012027.

4. Назаренко В.Г., Творогова М.Н., Луканцов П.Н. О построении функций старения бетона. Бетон и железобетон. 2010. № 6. С. 23.

5. <http://libeton.ru/vidy/nanobeton.html>.

6. <https://www.navigator-beton.ru/articles/nanobeton-osnovnyeharakteristiki-i-sfery-primeneniya.html>.

7. <https://beton-house.com/vidy/specialnye/nanobeton-783#i>.

8. <https://papamaster.su/vozdushnyj-nanobeton-material-uluchshennoj-struktury/>.



## СТРАТЕГИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*Калюкшева А.П., студентка 3-го курса 20 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Берлинова М.Н., доц., к.т.н.*

Жилье – базовая потребность человека; задача государства заключается в обеспечении граждан доступным и комфортным жильём. С повышением уровня жизни в современном обществе растёт уровень требований, предъявляемых к жилью: семья и ее отдельные члены хотят жить в квартире или доме, который расположен вблизи от места работы, учебы и досуга. Дом должен быть красивым снаружи и удобным внутри, планировочные решения, даже в небольших квартирах, должны удовлетворять потребностям жильцов.

Целью государственной политики развития строительной отрасли, в том числе ее инновационного развития, является формирование безопасной и комфортной среды жизнедеятельности, обеспеченной высокими стандартами проживания, эффективными финансово-экономическими, техническими, организационными и правовыми механизмами в рамках совершенствования программ социально-экономического развития, укрепления национальной безопасности и пространственного развития Российской Федерации. [7]

Основные задачи в развитии жилищного строительства:

1. Улучшение качества жилья и повышение комфорта городской среды;
2. Устойчивое и сбалансированное развитие городов и территорий;
3. Повышение доступности жилья за счет развития рынка ипотечного кредитования;

Для достижения целей предстоит решить следующие задачи: обеспечение дальнейшего роста объемов жилищного строительства [1], повышение потребительских качеств и доступности приобретения жилья для граждан, создание условий по повышению его инвестиционной привлекательности, в том числе для населения, включая инвестиционную привлекательность соответствующей инфраструктуры [4], а также демонополизация финансовых посредников, путем формирования института ответственных собственников, расширение практики комплексного освоения территории, включая малоэтажную застройку, повышение энергоэффективности жилья, переход на новый уровень индустриального домостроения и применение типовых проектов, формирование цивилизованного рынка аренды жилья, включая муниципальное жильё, создание условий для внедрения инноваций и повышения производительности труда. [2]

В качестве основной цели жилищной стратегии предлагается определить повышение качества жилищного обеспечения граждан с различным уровнем доходов и потребностями. [6] Для достижения общей стратегической цели предлагается следующие основные приоритеты:

– создание перспектив улучшения жилищных условий для различных групп населения, включая дифференциацию мер по удовлетворению жилищных потребностей граждан в зависимости от доходов, стадии жизненного цикла и места проживания семей, в том числе стимулирование развития секторов жилья эконом-класса, наемного жилья, включая коммерческий, некоммерческий и социальный наем жилья, жилищной кооперации и других форм (вместо исключительного приобретения жилья в собственность) [3];

– повышение качества городской среды для обеспечения комфортной среды жизнедеятельности человека, которая позволяет удовлетворять как жилищные потребности, так и повышать качество жизни в целом, в первую очередь путем реконструкции, модернизации и повышения благоустройства ветхой и морально устаревшей жилой застройки, капитального ремонта многоквартирных домов, организации эффективного жилищно-коммунального хозяйства и управления жилищным фондом;

Важным направлением является развитие институтов долгосрочного найма жилья, жилищно-строительной кооперации и поддержка приобретения первого жилья. Одна из задач – одновременное снижение стоимости строительства при повышении покупательского спроса на жилье. Одновременно с решением задач повышения доступности приобретения жилья в собственность, дальнейшего развития ипотечного кредитования, необходимо скорректировать структуру форм улучшения жилищных условий, доступных гражданам с различным уровнем доходов. Имеется ввиду [5]:

– развитие института долгосрочного найма жилья (на коммерческих, некоммерческих и еще более льготных - социальных условиях);

– развитие института жилищно-строительной кооперации и иных форм жилищного строительства некоммерческими объединениями граждан;

– поддержка приобретения первого жилья.

Качественными результатами реализации стратегии станут [6, 8]:

– повышение качества жизни населения, способствующее демографическому росту и закреплению населения на территории регионов Российской Федерации; сокращение дифференциации социально-экономического развития регионов Российской Федерации;

– создание градостроительной среды, конкурентоспособной с градостроительной средой лидирующих стран Европы и юго-восточной Азии;

– удовлетворенность населения достигнутой степенью доступности безопасного и комфортного жилья;

– сокращение административных барьеров для всех участников отношений в строительной отрасли; упрощение процедур взаимодействия с органами государственной власти и местного самоуправления;

– повышение прозрачности и подотчетности государственных органов и удовлетворенности граждан и бизнеса качеством государственного б1 управления в сфере архитектуры, градостроительства, строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

– развитие отраслевой науки, повышение качества системы архитектурно-строительного образования и формирование кадрового потенциала в

сфере архитектуры, градостроительства, инженерных изысканий, проектирования и строительства;

– развитие международного сотрудничества в области архитектуры, градостроительства, строительства и жилищно-коммунального хозяйства, включая вопросы охраны окружающей среды.

#### Библиографический список

1. Гужова, О.А. Инновационные технологии в строительстве / О.А. Гужова / Инновационные стратегии развития управления в строительстве и городском хозяйстве. – Самара, 2018. – С. 178-184.

2. Гужова, О.А. Оптимизация затрат в строительстве / О.А. Гужова, Ю. А. Правдина / Инновационные стратегии развития экономики и управления. – Самара, 2017. – С. 53-59.

3. Гулин, А.А. Строительная отрасль как драйвер устойчивого развития / А.А. Гулин / Горизонты экономики. – 2015. – №4 (23). – С. 6-100.

4. Кан, Д. Некоторые тенденции и перспективы развития рынка строительных услуг в России /Д Кан / Междунар. студенч. науч. вестн., – 2017. – №2.

5. Коваленко, Н.В. Современные тенденции развития строительного комплекса РФ / Н.В. Коваленко, В.В. Безновская, С.Е. Маслеева / Экономика и бизнес: теория и практика. – 2017, – № И. с. 1-6.

7. Чеховская, И.А. Анализ строительной отрасли России: тенденции и перспективы развития / И.А. Чеховская, О. Буши (Структурные преобразования экономики территорий: в поиске социального и экономического равновесия. Курск, 2018. С. 282-288.

8. Leapuintsova E., Belozerova I., Drozdova I., Berlinova M. Investment risk in the field of social entrepreneurship/ В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С.06019.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЖИЛИЩНО- КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

*Лисова Ю.А., студентка 1–го курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Деметьева М.Е., доц., к.т.н.*

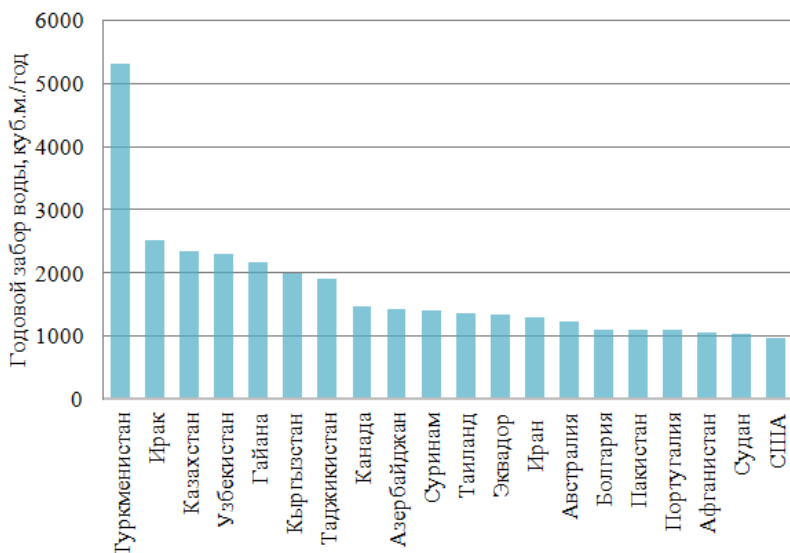
Проблемы, связанные с водопотреблением и дефицитом воды, в последние несколько десятилетий стали настолько актуальными и острыми, что рассматриваются как одно из наиболее значимых свидетельств общего кризиса в современном мире [1, 2]. Нехватка воды – одна из главных глобальных проблем человечества.

Проблема водных ресурсов и их управления становится все более значимой в глобальных дебатах по устойчивому развитию. Этот интерес обусловлен растущими потребностями в воде и ее дефицитом, а также ухудшением качества воды во многих регионах. Все это требует лучшего понимания существующих технологий воздействия на воду в качестве основы для эффективного управления водными ресурсами на всех уровнях (местном, национальном, региональном и глобальном).

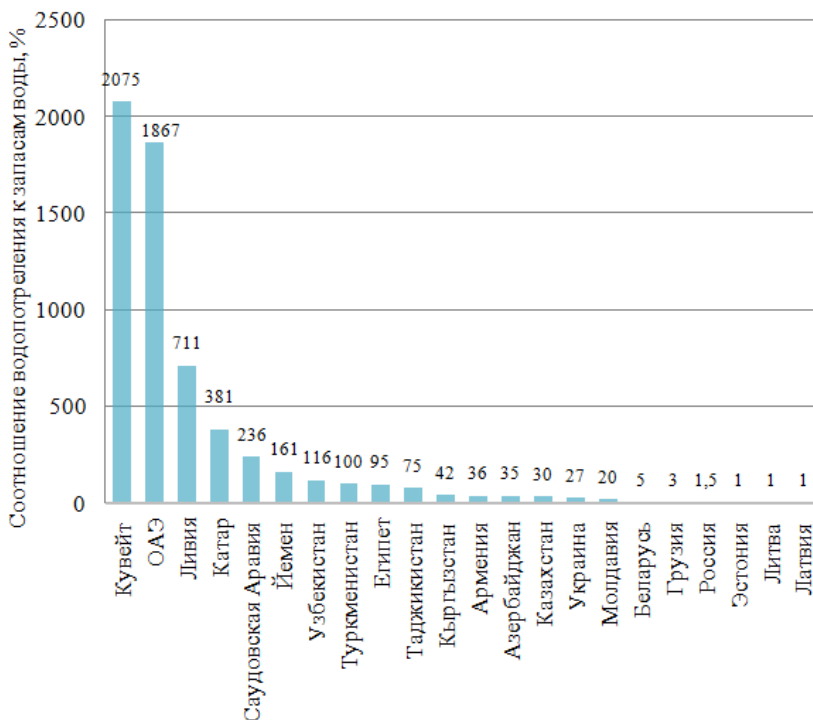
По данным [3] были составлены следующие диаграммы:

1) лидеры по годовому забору воды на нужды для сельского хозяйства, промышленности и коммунального хозяйства (рис. 1);

2) лидеры водопотребления по сравнению с собственными возобновляемыми запасами водных ресурсов (рис. 2).



**Рис. 1.** Классификация стран по ежегодной потребности в воде



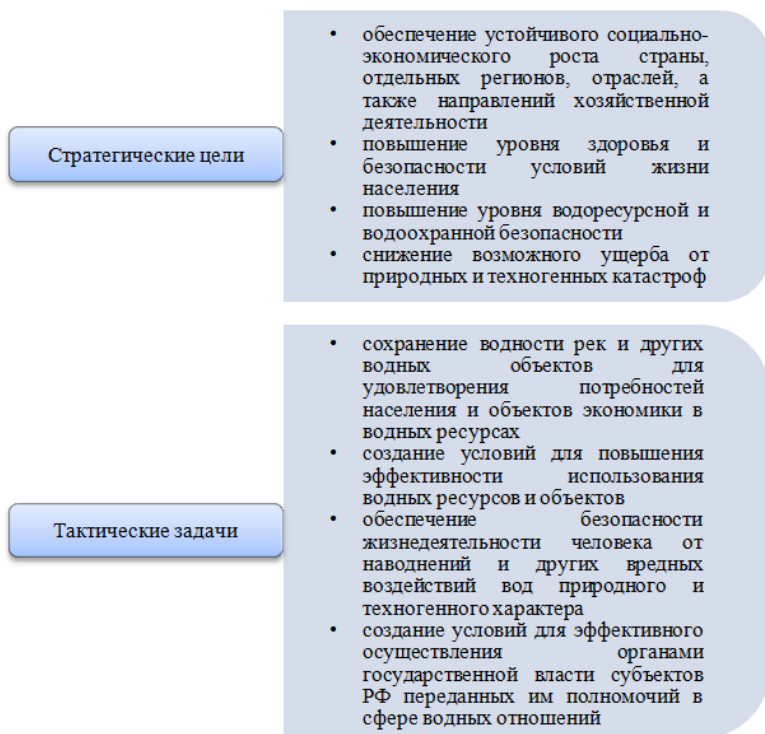
**Рис. 2.** Классификация стран по резерву запасов водных ресурсов

Согласно [3] за последнее столетие водопотребление вдвое превысило темпы роста населения: уже сегодня более 40% населения Земли испытывают нехватку водных ресурсов.

Рассмотрим современные направления экономии водных ресурсов и особенности потребления в нашей стране. Согласно государственному докладу о состоянии использования водных ресурсов на территории РФ сосредоточено более 25% мирового запаса жизненно важных ресурсов, годовой сток рек составляет около 4,5 тыс. км<sup>3</sup> – это 10% мирового объема. Около 12,4% территории Российской Федерации занимают поверхностные источники – реки, озера, водохранилища и болота. Вторая часть потенциала сосредоточена в подземных водах и ледниках. Однако ледники остаются резервным запасом на случай катастроф и других непредвиденных ситуаций, поэтому потенциал ледников практически недоступен.

Для промышленных, коммунально-бытовых и сельскохозяйственных целей в нашей стране используются поверхностные источники. Однако стоит отметить, что не весь объем этого фонда можно использовать для питья, так как вода в них ненормативного качества или загрязнена настолько, что может угрожать здоровью и жизни потребителей.

Политика Российской Федерации в области использования и охраны водных ресурсов предполагает «постановку системы целей и тактических задач, достижение которых осуществляется путем реализации среднесрочных и долгосрочных программ, обеспечивающих экономию водных ресурсов, безопасность населения и имущества от наводнений и других вредных последствий водных природных и техногенных катастроф, защиту экономических, военных и геополитических интересов с учетом международных обязательств и требований устойчивого развития» [4]. В работе был проведен аналитический обзор и выполнена систематизация основных целей и задач (рис. 2).



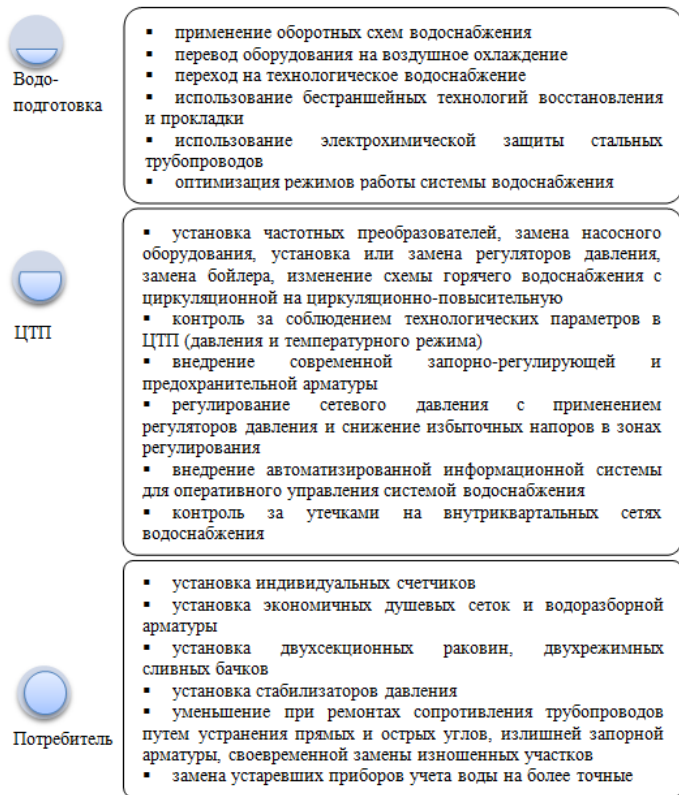
**Рис. 3.** Направления водосберегающей политики Российской Федерации

Анализ статистических данных, а также исследований в области надежности эксплуатации систем водоснабжения [5-7] позволил систематизировать состав расходов и потерь воды (рис. 4).

На основании проведенного анализа исследований в области применения водосберегающих мероприятий [8-10] была выполнена классификация современных организационно-технологических эксплуатационных решений, выполняемых на различных звеньях системы водоснабжения (рис. 5).



**Рис. 4.** Структура потерь и непроизводительных расходов в системе водоснабжения объектов ЖКХ



**Рис. 5.** Современные технологии, направленные на экономию водных ресурсов

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. В статье рассмотрена проблема стремительно растущего водопотребления во всем мире.
2. Показана ее актуальность, заключающаяся в нехватке водных ресурсов у 40% населения Земли, а также в ненормативном качестве большинства поверхностных источников водоснабжения.

3. Цель исследования, заключающаяся в изучении и анализе современных технологий водосбережения при эксплуатации объектов жилищно-коммунального хозяйства, достигнута.

4. Установлено, что для системы водоснабжения необходимы водосберегающие мероприятия на всех этапах, начиная от стадии водоподготовки и заканчивая потребителем.

5. Направлением дальнейшего исследования является технико-экономическое обоснование применения каждого из предложенных мероприятий по водосбережению, в частности применение водосберегающей арматуры, регулирование сетевого давления, автоматизация управления системой и т.д., при эксплуатации объектов жилищно-коммунального хозяйства.

#### Библиографический список

1. Комаров А.В., Кашарный В.В. Проблемы водопользования и чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2010. № 1. С. 31–40.

2. Дементьева М.Е. Деградация ценоэкосистемы как фактор коррозии подземных коммуникаций системы водоснабжения г. Москвы. дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 2002. 147 с.

3. <https://ru.unesco.org/water-security/wwap/wwdr> (дата обращения 10.01.2021 г.).

4. Заключительный раздел государственного доклада «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2007 году» // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2008. № 6 (102). С. 14–24.

5. Дементьева М.Е. Перспективы планирования энергосбережения при эксплуатации объектов сложившейся застройки городов // Естественные и технические науки. 2014. № 9-10 (77). С. 390–391.

6. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение: Учебник. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2019. 443 с.

7. Методика определения неучтенных расходов и потерь воды в системах коммунального водоснабжения. – <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/46/46843/index.htm> (дата обращения 10.01.2021 г.).

8. Дементьева М.Е. Оценка экологической опасности городской среды // Жилищное строительство. 2005. № 1. С. 12–13.

9. Лахардов С.П. Повышение энергоэффективности очистных сооружений // Водоснабжение и канализация. 2011. № 2. С. 114–116.

10. Дементьева М.Е., Власов В.А. Совершенствование строительного контроля для обеспечения безопасной эксплуатации инженерных сетей при реновации территорий // В сборнике: Актуальные проблемы строительной отрасли и образования. Сборник докладов Первой Национальной конференции. 2020. С. 297–301.



## ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ РЕНОВАЦИИ ЖИЛОГО ФОНДА

*Митин А.И., студент 2-го курса 6 группы ИИЭСМм  
Научный руководитель – Давидюк А.А., доц., к.т.н.*

На пятиэтажные жилые здания в России приходится более 9% общего потребления энергии и столь же большое количество связанных с ними выбросов парниковых газов. Выбор стратегии реновирования устаревших территорий напрямую влияет на повышение энергоэффективности зданий является важнейшим элементом энергосбережения в зданиях. Кроме того, обновление ограждающих конструкций и систем существующих зданий открывает значительные возможности для снижения стоимости, увеличения жизненного цикла и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Такой подход можно рассматривать как одну из ключевых стратегий достижения целей устойчивого развития при относительно низких затратах, особенно по сравнению со сносом и реконструкцией новых зданий. Одним из основных методологических и технических вопросов этого подхода является выбор желаемой стратегии реновации среди множества доступных вариантов.

По мере развития городской среды все острее встают вопросы зонирования мегаполисов. Повышены экологические требования, повышена кадастровая стоимость объектов недвижимости, по объективным причинам увеличивается фонд оплаты труда предприятий, расположенных на территории городов. Все эти факторы создают предпосылки для вывода промышленных предприятий за черту города.

Многие из этих предприятий были созданы несколько десятилетий назад на окраинах городов, но по мере развития городской среды они оказались в центральной части города, в окружении жилых и административных кварталов. Однако оценка эффективности участников реализации подобных проектов еще не изучена, а также отсутствует научно обоснованный системный подход, позволяющий спрогнозировать необходимый уровень эффективности каждого участника, оценить его в любой момент, чтобы оперативно скорректировать, а также спроектировать общий уровень эффективности всего проекта.

Основным условием планомерного развертывания квартальной застройки является опережающая инженерная подготовка территории. Как правило, инженерная подготовка территории включает целый комплекс работ, в том числе вертикальную планировку строительной площадки, устройство поверхностного водоотвода, прокладку (перекладку) инженерных сетей, устройство дорог, строительство центральных тепловых пунктов и др. [2]. Здесь следует отметить, что объемы и сроки инженерной подготовки территории в значительной степени будут определяться условиями на месте – состоянием магистральных коммуникаций, очередностью освоения территории, объемом сносимых зданий и др. Поэтому опережающей инженерной подготовкой можно считать такую, которая полностью обес-

печивает планируемый ввод жилых домов. Чаще всего, опережающая инженерная подготовка должна завершаться за месяц до ввода жилых домов [1].

Так же для планомерного подхода к комплексной реновации необходим так называемый подготовительный период.

Подготовительный период строительства - это «физическое» выполнение работ на строительная площадка, предусмотренная организационным периодом, в которую входят: выездная и выездные работы (подготовка площадки, инженерная подготовка площадки, мобильные (инвентарные) комплексы и конструкции [3]).

На подготовительном этапе строительства отрасли важно определить фактическое расположение мест и условия подключения временной техники связи с постоянными сетями для обеспечения строительной площадки топливом и энергоресурсы, такие как электричество, вода, тепло и пар.

Особенность реализации проектов реновации в г. Москве - сроки подготовки строительной площадки и энергоэффективной составляющая строительства процесс - рассмотрение обеспечения строительной площадки инженерными сетями и высвобождение отремонтированной территории, а именно снос и демонтаж существующих пятиэтажных зданий.

В настоящее время основными методами реновации жилищного фонда являются (рис. 1):



Рис. 1. Методы реновации жилищного фонда

Проанализировав основные методы реновации жилого фонда можно выделить ряд требований, предъявляемых к инновационным подходам в этой сфере. Основные требования можно сформулировать пятью принципами устойчивости:

- Техническая устойчивость возведенных конструкций (обеспечение безопасности при возведении и эксплуатации реновированных районов).
- Институциональная устойчивость (максимальное вовлечение местных фирм производителей материала и услуг).
- Социальная устойчивость (местные власти должным образом должны проводить информирование населения касательно программ).
- Экологическая устойчивость (обеспечение общей экологической безопасности прилегающих территорий).
- Экономическая устойчивость (реновация территорий не должна приводить к потере населением рабочих мест, и общему снижению деловой активности).

### Библиографический список

1. Киевский Л.В Планирование и организация строительства инженерных коммуникаций, М.: СвР-АРГУС, 2008, С. 464.
2. Олейник П.П. Организация строительного производства. М.: МГСУ, АСВ, 2010, С. 576.
3. Standard of the national association of builders: STO NOSTROY 2.33.14-2011 «Organization of construction production. General Provisions» (approved and put into effect by the Decision of the Council of the National Association of Builders, protocol of December 5, 2011 No. 22) [Electronic resource] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200093126> (access date: 11.02.2019).
4. Пособие по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ для жилищно-гражданского строительства (к СНиП 3.01.01- 85). М.: Стройиздат, 1989.
5. СП 14.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\* Строительство в сейсмических районах. М.: ОАО «ЦПП», 2011.
6. Давидюк А.А. Научно-техническое сопровождение проектирования объектов повышенного уровня ответственности // Промышленное и гражданское строительство 2020, №2 (29-33). ISSN: 0869-7019

## ЗЕЛЕННЫЕ СТАНДАРТЫ ПРИ РЕНОВАЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

*Печкина Е.К., студентка 3-го курса 20 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Берлинов М.В., проф., д.т.н.*

Экологические проблемы напрямую связаны с ростом населения, в результате чего увеличивается площадь застройки городов. В условиях плотной городской застройки и при обновлении жилищного фонда (реновации) площадь зеленых насаждений города снижается.

Из-за высокой стоимости земли и недвижимости, масштабного строительства в условиях дефицита городских земель необходимо разрабатывать и применять инновационные строительные технологии для решения данной проблемы. Одним из методов экологического строительства является возведение «зеленой» кровли.

Озеленение кровель далеко не современная задумка. Первое историческое упоминание о «зеленом» строительстве приходится на 2113 г. до н.э. В г. Нанна (государство Ур на юге Ирака) высаживали деревья на террасах древних зиккуратов. Еще одним примером античных садов являются Висячие сады Семирамиды.

С древних времен зеленые кровли набирали популярность. В России начали устраивать сады на крышах лишь в начале XVII в. Сюда относят «верховые» сады в Московском Кремле, висячий сад на крыше малого Эрмитажа в Санкт-Петербурге (XVIII в.) и многие другие.

Начиная с XIX в., благодаря новым строительным материалам и конструкциям, в Европе стало распространяться строительство «зеленых» кровель, а вместе с этим разрабатывались и новые проекты по их возведению. Наиболее из известных архитекторов и градостроителей того времени считается француз Ле Корбюзье и американец Фрэнк Ллойд Райт, которые внесли большой вклад в «зеленое» строительство. По проекту Ф. Л. Райта в Чикаго строится ресторан с открытыми эксплуатируемыми крышами. Ле Корбюзье разработал основные пять принципов архитектуры, также по его проектам были возведены эксплуатируемые «зеленые» крыши-террасы («жилая единица» в Марселе, жилой комплекс в Нант-Резе) и построен в 1950 – 1960-е гг. город Чандигарх в Индии, который представляет ансамбль садов на крышах административных зданий [1].

Массовое внедрение новых технологий по возведению «зеленых» кровель потребовало разработку стандартов, которые будут устанавливать требования для данных видов работ, в том числе и техники безопасности и правил по охране труда. К примеру, в 2009 г. Торонто был первым городом в Северной Америке, который принял Постановление, требующее и регулирующее строительство «зеленых» крыш для новых зданий или пристроек к ним площадью более 2000 м<sup>2</sup> [2].

В нашей стране только в 2017 году Минстрой России издал Приказ № 711/пр, который разрешил использовать сады на крышах в качестве благоустроенной территории.

На текущий момент в России представлены три схемы «зеленой» сертификации – BREEAM, LEED и DGNB. Количество зданий, сертифицированных по перечисленным стандартам, с 2013 года увеличилось с 20 до 130 объектов [3]. Также в нашей стране были разработаны первые национальные «зелёные» стандарты, одним из которых является ГОСТ Р 58875-2020 [4].

У «зеленых» кровель есть ряд преимуществ [1, 5, 6, 7]:

- защита конструкции кровли здания от повреждений;
- уменьшение нагрузки на ливневую канализацию за счет поглощения растениями влаги и испарения;
- значительное снижение температуры покрытия здания в летнее время за счет озеленения, при этом смягчается эффект «теплового острова» в городах;
- защита конструкции кровли от ультрафиолетовых лучей, вследствие чего продлевается срок службы крыши;
- хорошие теплоизолирующие свойства, благодаря которым озелененная крыша не дает промерзнуть потолкам в зимнее время, соответственно, снижает затраты электроэнергии на отопление;
- улучшение качества атмосферного воздуха (снижение уровня загазованности, выделение кислорода растениями и поглощение углекислого газа, а также адсорбция загрязняющих воздух веществ и пыли);
- уменьшение вредных летучих веществ при перегреве в жаркое время;
- хорошие звукоизоляционные свойства;
- предоставление среды обитания для биоты;
- создание дополнительной эксплуатируемой площади, что увеличивает экономический эффект.

Все конструктивные схемы «зеленых» крыш примерно состоят из одинаковых слоев: несущая конструкция крыши, гидроизоляционный слой, теплоизоляционный слой, дренаж, корнезащитный слой, субстрат (почва) и зеленые насаждения.

Выделяют два типа озеленения крыш: мобильный (контейнерный) и стационарный [4]. При контейнерном озеленении крыш модули заполняются грунтом, в них высаживаются различные типы газонов, седумов и другие зеленые насаждения, далее модули устанавливаются на крышу, соединяя между собой специальными элементами. Контейнеры в основном делают деревянными с утеплением стенок изнутри.

Примером мобильного озеленения служит десятиэтажный дом Нирнзее в Большом Гнездиновском переулке. На плоской крыше располагались ящики с цветами и высокие кустарники в кадках [1].

В постоянно изменяющемся городе необходимы легко монтируемые, имеющие мобильный, переносной характер системы озеленения, а именно контейнерный метод. Преимуществом мобильного озеленения является то, что оно может реализовываться за счет перемещаемых ёмкостей (контей-

неров), а при необходимости и вовсе убираться. Такой тип озеленения можно создать в короткий срок. Поэтому мобильное озеленение крыш целесообразно и допустимо при капитальном ремонте и реконструкции существующих зданий любого назначения, когда расчетные нагрузки минимальные, и площадь крыши мала.

При стационарном типе растения аналогично традиционному озеленению высаживают в постоянный слой субстрата. В зависимости от преобладающего типа применяемых растений стационарное озеленение крыш подразделяют на три типа: интенсивное, полуинтенсивное и экстенсивное [4].

Согласно ГОСТ Р 58875-2020 мною были проанализированы типы стационарного озеленения (табл. 1).

Таблица 1

### Сравнительный анализ типов стационарного озеленения

Тип стационарного озеленения	Зеленые насаждения	Толщина слоя субстрата	Отличительные особенности
интенсивное	многолетние травянистые растения, кустарники, деревья	300 – 700 мм (более 700 мм требует обоснования проектного решения)	необходимо обеспечить ветроустойчивость зеленых насаждений; растения нуждаются в тщательном уходе и требуют интенсивного полива и подкормки
полуинтенсивное	газоны, травянистые растения, редко древесные растения	не менее 150 мм и не более 300 мм	растения не нуждаются в тщательном уходе и не требуют интенсивного полива и подкормки
экстенсивное	растения, способные к самоподдержанию, самовозобновлению и устойчивому развитию (мхи, лишайники, суккуленты, травянистые и злаковые травы)	не менее 90 мм и не более 150 мм (менее 90 мм требует обоснованного проектного решения)	подбор растений должен осуществляться на основе местного климата и (или) их принадлежности к местной флоре; не требуется проведение специальных мероприятий по эксплуатации и уходу через два года после его создания

Учитывая, что при экстенсивном озеленении нет необходимости в регулярном уходе, а, следовательно, и дополнительных затратах на него, это наиболее экономически выгодный вариант из вышеперечисленных. Также

стоит отметить, что нагрузки при экстенсивном типе на ниже лежащие конструкции будут снижены, за счет меньших показателей толщины слоя субстрата и веса зеленых насаждений. Стационарное озеленение крыш и фасадов, как и мобильное, допустимо при капитальном ремонте и реконструкции существующих зданий [10-13].

При возведении «зеленых» кровель стоит учитывать их недостатки. Одним из опасений может служить большой перепад температур в течение года, который негативно влияет на гидроизоляционную мембрану. Но зарубежный опыт свидетельствует об обратном. В странах, где климатические условия сопоставимы с климатом России, при современном развитии материалов (заменители естественного грунта, водостойкие синтетические материалы), конструкций и технологий строительства и озеленения, успешно используются «зеленые» кровли. К таким странам относят Швецию, Канаду, Норвегию и др. Ярким примером является конференц-центр в Варкувере, площадь «живой» крыши из самоподдерживающихся травянистых растений которого составляет 2,4 гектара. Также стоит выделить жилой комплекс 79&PARK в Стокгольме.

Озеленение кровель может быть использовано абсолютно во всех регионах, но необходимо учитывать устойчивость растений к погодным условиям суровых зим севера России или знойного лета юга. Для этого достаточно подобрать неприхотливые растения, приспособленные к местному климату. Также возможно использовать обогреваемую дренажную систему, благодаря которой при отрицательной температуре воздуха слой грунта и вода не промерзнут. Стоит учитывать, что такая технология обогрева приведет к существенному удорожанию как на этапе строительства, так и во время эксплуатации [6].

Одним из примеров отечественного опыта является «зеленая» крыша бизнес-центра Crown Plaza в комплексе зданий аэропорта «Пулково» в Санкт-Петербурге. В проекте, осуществленном в 2011 году, была создана кровля с экстенсивным озеленением, площадью более 2000 м<sup>2</sup>. Она успешно выдержала испытание холодной зимой 2011–2012 годов [8].

Любая система «зеленой» кровли подразумевает увеличение нагрузки на конструкции здания. Поэтому при их озеленении необходимо учитывать этот фактор, а также же запланировать будущие нагрузки, связанные с ростом растений.

Известный архитектор Теодор Осмундсон для решения вышеуказанной проблемы использовал принципы их облегчения на конструкции здания [1]. В первую очередь это замена на альтернативные облегченные материалы. В качестве субстрата можно использовать облегченную растительную смесь, в которой песок заменен на размельченную сланцевую глину. Декоративные валуны и камни можно изготавливать из пемзы, мощение и все сооружения – из облегченного бетона. Также необходимо размещать крупные зеленые насаждения так, чтобы вес каждого передавался на колонны здания, не загружая плиты перекрытия, при этом колонны снабжать внутренними водостоками. Как указывалось ранее, толщина слоя субстрата

и вес выбранных зеленых насаждений также влияет на нагрузки. Оптимально выбирать растения с поверхностной (мочковатой) корневой системой.

При качественном выполнении строительно-монтажных работ по озеленению кровель их высокая стоимость компенсируется долговечностью гидроизоляционного слоя, который будет защищать «зеленая» кровля от перегрева и ультрафиолетового излучения, а также за счет энергоэффективности и экономии средств в процессе эксплуатации, достигаемые за счет сокращения теплопотерь, шумового фона.

Из-за разрушающей силы корневой системы растений могут возникнуть сложности в процессе эксплуатации «зеленых» кровель. Поэтому при многослойных решениях озеленения необходима установка специальной противокорневой мембраны (корнезащитный слой). Современные технологии предлагают возводить экологические кровли путем соединения дренажно-накопительных модулей в единое покрытие. Благодаря их установке на регулируемые опоры образуется воздушный слой, который обеспечивает защиту гидроизоляции от корней растений [9].

Сравнивая традиционное многослойное решение с озеленением при помощи соединения дренажно-накопительных модулей, можно выделить ряд преимуществ и недостатков. При традиционном многослойном решении для доступа к гидроизоляционному слою необходимо произвести демонтаж большей части системы, для этого потребуются квалифицированный персонал. Применяя современные технологии, обеспечивается легкий доступ к различным коммуникациям и гидроизоляционному слою в любом месте без полного демонтажа, также возможно изменять архитектурные решения во время эксплуатации кровли.

Необходимость в «зеленом» строительстве напрямую связана с плотностью застройки, ухудшением экологической обстановки и возможностью использовать озелененную площадь кровли в качестве компенсации вырубленных насаждений. Озеленение кровли – это не только прогрессивная технология, но и лучший способ решения проблем городов. Вложенные в возведение «зеленых» кровель расходы возмещают себя в будущем путем увеличения их срока службы, экологической ценности и эстетической привлекательности.

#### Библиографический список

1. Титова Н.П. Сады на крышах. – Москва, ОЛМА-ПРЕСС Гранд, 2002. 112 с.
2. Toronto Green Roof Construction Standard [Электронный ресурс]. – Toronto. – Режим доступа: [www.toronto.ca/greenroofs](http://www.toronto.ca/greenroofs).
3. Количество «зеленых» проектов в России выросло в 6,5 раз за 6 лет [Электронный ресурс]. – Москва. – Режим доступа: [https://extpic.kf.expert/content/pr/2019\\_11\\_14\\_knightfrank\\_green\\_development.pdf](https://extpic.kf.expert/content/pr/2019_11_14_knightfrank_green_development.pdf).



4. ГОСТ Р 58875-2020 «Зеленые» стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования.
5. Король Е.А., Шушунова Н.С. Особенности устройства различных вариантов кровельных покрытий с системами озеленения // *Academia. Архитектура и строительство*, 2019. № 2. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38310157>.
6. Зеленые кровли в России: проблемы и перспективы // *Журнал «Зеленые здания»* 2013, № 2. Режим доступа: <http://green-buildings.ru/ru/vypusk-1-2013>.
7. Гуляева Е.А. Обустройство зеленых крыш при строительстве и реконструкции зданий: магистерская диссертация. Санкт-Петербург, 2014. 94 с.
8. Новая зеленая кровля в Санкт-Петербурге [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург. – Режим доступа: [https://www.bauder.ru/ru/kompanija/novosti/novosti/details/backto/novosti-2/article/novaja-zelenaja-krovlja-v-sankt-peterburge.html?no\\_cache=1&cHash=bf73226970cc0c6df350b3d4c4497871](https://www.bauder.ru/ru/kompanija/novosti/novosti/details/backto/novosti-2/article/novaja-zelenaja-krovlja-v-sankt-peterburge.html?no_cache=1&cHash=bf73226970cc0c6df350b3d4c4497871).
9. Сайт бельгийской компании Greenskin [Электронный ресурс]. – Москва. – Режим доступа: <http://greenskin-roof.ru/>.
10. Берлинов М.В., Берлинова М.Н., Творогов А.В., Печкина Е.К. Учет коррозионных повреждений эксплуатируемых железобетонных конструкций в условиях трехосного напряженно-деформированного состояния. *Строительство и архитектура / Construction & Architecture*. 2020. № 3(28). Том 8. С. 40-46.
11. Юдина В.В., Берлинова М.Н. Устройство эксплуатируемых «зеленых» крыш при капитальном ремонте и реконструкции жилых зданий. В сборнике: *Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. Сборник материалов VI Международной научной конференции*. 2018. С. 125-129.
12. Король Е.А. Развитие методов расчёта многослойных ограждающих конструкций с монолитной связью слоёв /Король Е.А., Берлинова М.Н.// [Электронный ресурс]: научное издание. Серия: Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ. Издательство МИСИ – МГСУ, 2019. – 78 с.
13. Korol E.A., Berlinov M.V., Berlinova M.N. Kinetics of the strength of concrete in constructions. *Procedia Engineering* (см. в книгах). 2016. Т.153. С. 292-297.

## ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ФИЗИЧЕСКИ УСТАРЕВШИХ ЗДАНИЙ

*Творогов А.В., Мусабарова К.Р., студенты 2-го курса 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководители – Берлинов М.В., проф., д.т.н., Берлинова М.Н.,  
доц., к.т.н.*

При ремонте и реконструкции зданий инновационными методами повышения долговечности различных конструкций из железобетона физически устаревших зданий являются методы усиления внешним армированием композиционными материалами на основе углеродных, арамидных и стеклянных волокон (фиброармированными пластиками - ФАП). Методика расчета таких конструкций приведена в Руководстве по усилению железобетонных конструкций композитными материалами [7] и распространяется на железобетонные конструкции:

– не имеющие повреждений, но требующие усиления в связи с увеличивающимися расчётными эксплуатационными нагрузками в результате реконструкции зданий или сооружений и/или из-за изменения схем работы конструктивных элементов;

– поврежденные в ходе эксплуатации (нарушение защитного слоя, коррозия арматуры и бетона, наличие трещин, прогибов и т.д.) с целью восстановления их эксплуатационных свойств и повышения долговечности.

Разработаны нормативные основы [1-6] и различные методы повышения долговечности конструкций из железобетона физически устаревших зданий [8-13]. В основе указанной методики [7] заложены результаты многочисленных зарубежных экспериментальных исследований, рекомендации производителей композиционных материалов для усиления строительных конструкций, а также анализ данных практического применения композиционных материалов для усиления строительных конструкций в России и за рубежом.

Рациональной степенью усиления с помощью фиброармированными пластиками (ФАП) является диапазон 10-60% от начальной несущей способности усиливаемой конструкции.

Система усиления ФАП может применяться, если фактическая прочность на сжатие бетона конструкции составляет не менее 15 МПа. Это ограничение не распространяется на усиление сжатых и внецентренно сжатых элементов горизонтальными обоймами, когда важна только механическая связь обоймы с конструкцией.

За основной метод расчета принят метод предельных состояний. Расчет конструкций, усиленных ФАП, по первой группе предельных состояний производится во всех случаях. Расчет по второй группе предельных состояний производится только в тех случаях, когда расчетная нагрузка после усиления увеличивается.

Расчет системы усиления на основе ФАП требует рассмотрения нескольких видов разрушения и предельных состояний усиленного элемента. Поэтому вначале рекомендуется ориентировочно назначить площадь сечения ФАП выбранного типа и затем изменять её в соответствии с результатами проверок соответствующих предельных состояний. Расчеты проводятся итерационно, поэтому желательное применение компьютерных программ для автоматизации вычислений.

Определение усилий в элементах конструкций производится с учётом данных, полученных при обследовании, предшествующим усилению.

Использование системы ФАП не останавливает начавшиеся процессы коррозии арматурной стали в бетоне. Поэтому перед усилением конструкции необходимо обработать бетонную поверхность мигрирующим ингибитором коррозии арматурной стали, а при отделении защитного слоя - оголить арматуру и обработать её грунтом-преобразователем ржавчины и затем восстановить защитный слой специальными полимерцементными ремонтными составами, обеспечивающими высокую адгезию к «старому» бетону, предотвращение развития коррозии арматуры.

Характеристики бетона и арматуры при отсутствии в них повреждений принимаются в соответствии со СП.63.13330.2018 [4].

При наличии результатов обследования усиливаемых конструкций назначение характеристик бетона и арматуры производят с учетом требований СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» [5].

Плотность армирующих волокон ФАП находится в пределах 1,2-2,1 г/см<sup>3</sup> (табл. 1) [7]. Коэффициент линейного температурного расширения (к.л.т.р.) ФАП зависит от типа волокна, смолы и объемного содержания волокна. К.л.т.р. для армирующих материалов ФАП в продольном и поперечном направлениях представлены в табл. 2 [7].

Таблица 1

**Плотность армирующих материалов ФАП, используемых для усиления (г/см<sup>3</sup>)**

Сталь	Стекловолокно	Углеродное волокно	Арамидное волокно
7,9	1,2-2,1	1,5-1,6	1,2-1,5

Таблица 2

**Коэффициенты температурного расширения армирующих материалов ФАП**

Направление	к.л.т.р., 10 <sup>-6</sup> /°С		
	Стекловолокно	Углеродное волокно	Арамидное волокно
Продольное, $a_L$	6-10	От -1 до 0	От -6 до -2
Поперечное, $a_T$	19-23	22-50	60-80

При растяжении ФАП имеют линейную зависимость между напряжениями и деформациями вплоть до разрушения. Свойства ФАП в основном определяются типом, ориентацией и количеством армирующих волокон. Механические свойства всех систем ФАП независимо от их вида должны определяться по результатам испытаний образцов слоистого материала с оценкой объемного содержания волокон, которое должно составлять не менее 60%. Механические характеристики многослойных пластиков определяются путем испытания образцов с соответствующим количеством слоев ткани (ленты) в соответствии с ГОСТ 25.601-80.

Например, при расчете участков плит усиленных углекомпозитом, в качестве материала усиливающих элементов использована углеродная лента FibArm 530/300.

Предельные значения изгибающих моментов и величины раскрытия трещин в усиленном сечении определены по деформационной модели железобетона. Расчетная диаграмма состояния сжатого и растянутого бетона принята трехлинейной. Нагрузка от веса перегородок и временная нагрузка приняты по данным технического заключения и по результатам обследования.

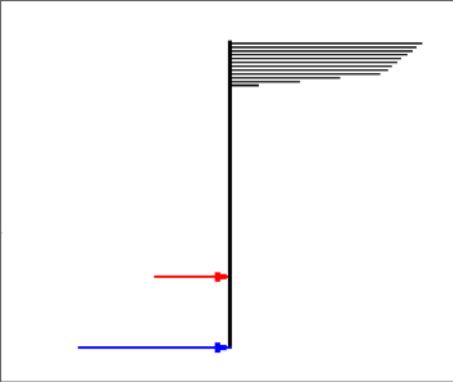
Расчет выполнялся в ПК SCAD Office 11.5. Расчет усиления участка плиты производится по первому предельному состоянию.

Шаг установки усиливающих элементов – 0,8 м. Ширина композита 375 мм/м, толщина 1 мм.

Результаты расчета (напряженно-деформированного состояния) сечения усиленной плиты перекрытия показаны в табл. 3.

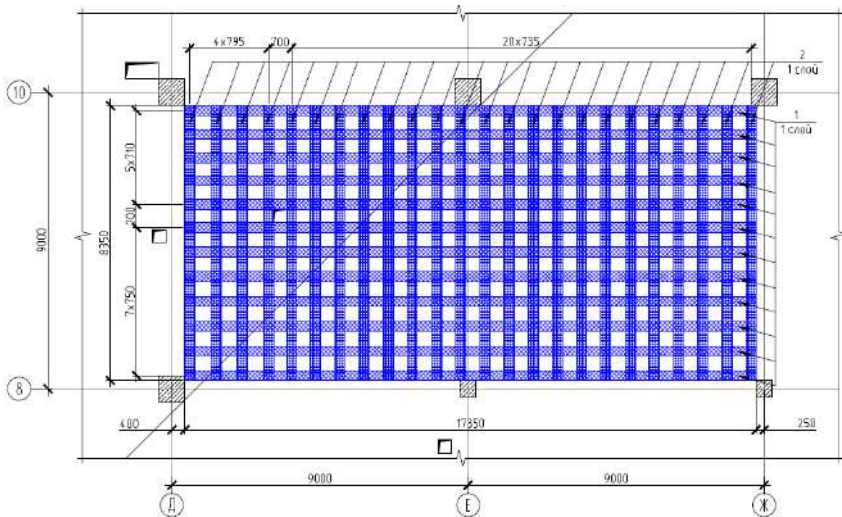
Таблица 3

Результаты расчета сечения усиленной плиты

Картина напряжений в сечении		Напряжения		
		Единицы: кН, см		
	Параметр	Значение	Коэффициент	
	$\sigma_{b,max}$	-1,31	0,77	
	$\sigma_{s1}$	35,5	1	
	$\sigma_f$	38,99	1	
	<b>Деформации</b>			
Параметр	Значение	Коэффициент		
$\epsilon_{b,max}$	-0,00102	0,29		
$\epsilon_{s1}$	0,00421	2,37		
$\epsilon_f$	0,00565	1		

Высота сжатой зоны  
x 4,51 см

Схема наклейки углеродных лент представлена на рис. 1.



**Рис. 1.** Схема наклейки углеродных лент. Нижнее армирование плиты перекрытия (наклейка на потолок)

Спецификация замаркированных элементов для рассматриваемого перекрытия представлена в табл. 4.

*Таблица 4*

Поз.	Наименование	Кол-во	Площадь, ед. м <sup>2</sup>	Площадь, поз. м <sup>2</sup>
1	FibARM Tape – 530/300, L=17350 мм, b=300 мм	12	5,205	64,46
2	FibARM Tape – 530/300, L=8350 мм, b=300 мм	24	2,505	60,12
Итого				122,58

Усиление железобетонной конструкции путем внешнего армирования углеродными лентами, выполняется посредством устройства на предварительно подготовленную поверхность конструкции высокопрочного внешнего армирования - углепластиковых накладок. Накладки образуются путем пропитки и наклейки углеродных лент: FibARM Tape 530/300 - специальным двухкомпонентным составом, FibARM Resin 530+ - на основе эпоксидных смол. После полимеризации смолы, углепластик работает совместно с конструкцией, воспринимая растягивающие усилия.

После подготовки заготовок ленты, необходимо произвести ее пропитку эпоксидным составом с двух сторон и скатать в 2 валика от краев к центру. Затем подготавливается поверхность бетона, наносится слой грунтовочного состава и слой адгезии. Предварительно пропитанную углеродную ленту FibARM Tape 530/300 разматывается от середины к краям по нанесенному адгезивному слою, растягивая шпателем или прокаточным валиком. Следует следить, чтобы волокна были натянуты и не сбивались из общего ряда. Отверждение углепластика происходит в течение 24-х часов при температуре выше 20°C и 36 часов при температуре от +12°C до +20°C. Полная полимеризация углепластика (для возможности восприятия расчетных нагрузок) происходит не менее чем через 7 суток.

Технология метода усиления углепластиковыми накладками, по сложности и трудоемкости изготовления, в сравнении с монолитными конструкциями, имеет ряд преимуществ.

#### Библиографический список

1. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ (последняя редакция).
2. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ (с изменениями от 2 июля 2013 г.) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
3. СП 255.1325800.2016 Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения (с Изменением № 1).
4. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции.
5. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»
6. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.
7. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами. Москва. 2010.
8. Сокова С.Д. «Применение инновационных технологий при ремонте зданий», МГСУ, 263 с., 2011 г.
9. Берлинов М.В., Берлинова М.Н., Бунькина И.А., Творогов А.В. Определение прочности бетона в момент нагружения через функцию напряжений // Научное обозрение. 2016. № 2. С. 27-30.
10. Король Е.А. Развитие методов расчёта многослойных ограждающих конструкций с монолитной связью слоёв /Король Е.А., Берлинова М.Н.// [Электронный ресурс]: научное издание. Серия: Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ. Издательство МИСИ – МГСУ, 2019. – 78 с.
11. Berlinov M., Berlinova M., Tvorogov A. Resistance to the destruction of concrete in constructions of height buildings at dynamic loads. В сборнике: E3S Web of Conferences. 2018. С.02042.

12. Berlinov M., Berlinova M. Probable approach to the estimation of the durability of reinforced concrete structures. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. XXVIII R-P-S Seminar 2019. 2019. С. 012028.

13. Korol E.A., Berlinov M.V., Berlinova M.N. Kinetics of the strength of concrete in constructions. Procedia Engineering (см. в книгах). 2016. Т.153. С.292-297.

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ОГРАЖДАЮЩИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Чипова З.Х., аспирант 3 курса 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель - Король Е.А., проф., д.т.н.*

Городской автотранспортный тоннель – подземное инженерное сооружение, предназначенное для пропуска всех видов городского автомобильного транспорта, и расположенное в административных границах города. Как правило, городские автотранспортные тоннели прокладываются при пересечении с автомобильными или железными дорогами, линиями городского трамвая или метрополитена для обеспечения беспрепятственного автомобильного движения в разных уровнях. Городские тоннели состоят из закрытой части, расположенной полностью под землей, и открытых рамповых подъездных участков, обеспечивающих плавное высотное сопряжение проезжей части автомобильной дороги на поверхности земли с ездовым полотном закрытой части тоннеля.

Опыт проектирования и строительства автодорожных и городских тоннелей в России свидетельствует об их большой роли в транспортной инфраструктуре страны. Особенно быстрыми темпами развивается тоннелестроение в последние десятилетия в Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Казани, Екатеринбурге, Перми, Новосибирске и других городах, что связано с резким увеличением транспортных потоков на автомобильных дорогах, в крупных городах и мегаполисах. Так, в Москве, где численность населения превысила 12 млн., а количество легковых автомобилей – 4 млн., построены, строятся и проектируются многочисленные тоннели различной протяженности в составе многоярусных развязок, для увеличения пропускной способности магистралей, для упорядочения движения наземного транспорта и пешеходов, для подъезда к крупным городским центрам, а также экологические тоннели. В настоящее время в России ведется строительство ряда горных, подводных и городских автодорожных тоннелей, а также разрабатываются проекты создания тоннелей в будущем. С целью дальнейшего совершенствования техники и технологии строительства с учетом новейших достижений, обуславливающих ускорение темпов и снижение стоимости строительства при обеспечении технической и экологической безопасности, надежности и долговечности тоннелей, должна быть разработана соответствующая концепция, предусматривающая:

– подготовку с помощью информационных технологий исходных данных, касающихся номенклатуры автодорожных тоннелей, подлежащих проектированию и строительству, их технических характеристик, а также особенностей конкретных топографических, инженерногеологических, градостроительных и транспортных условий;



– внедрение инновационных технологий инженерно-геодезических, инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий и исследований;

– разработку рациональных конструктивных решений тоннельных обделок, а также элементов временной контурной и опережающей крепи с использованием современных конструкционных композиционных материалов;

– совершенствование существующих и создание новых методик расчета постоянных и временных крепей тоннелей во взаимодействии с грунтом на основе математического моделирования с использованием мощных программных комплексов; внедрение системы автоматизированного проектирования;

– применение инновационных и адаптивных технологий строительства тоннелей в разнообразных инженерно-геологических условиях с применением роботизированного высокопроизводительного специализированного оборудования (буровые установки, породопогрузочные и транспортные средства, механизированные щиты и комплексы, тоннелепроходческие машины и др.);

– выработку эффективных организационных и технологических мер по сооружению тоннелей с минимальными нарушениями поверхностных условий путем непрерывного геодезического, геотехнического и экологического мониторинга и своевременного принятия комплекса защитных мер, обеспечивающих сохранность находящихся вблизи строящегося тоннеля наземных зданий, подземных сооружений и инженерных коммуникаций;

– проведение комплекса теоретических и экспериментальных исследований и опытно-конструкторских работ, по результатам которых должны быть усовершенствованы существующие и созданы новые конструкции, методы их расчета, технологические схемы и тоннелепроходческое оборудование, а также обновлена необходимая нормативная база;

– модернизацию существующей индустриальной базы и создание новых предприятий, обеспечивающих скоростное и безаварийное строительство автодорожных тоннелей;

– совершенствование подготовки высококвалифицированных кадров тоннельщиков, отвечающих всем современным требованиям и способным решать возникающие научно-технические задачи.

Следует отметить, что освоение подземного пространства в последние годы базируется на использовании современных форм и способов организации подземного строительства и, в частности, создание специализированных фирм для строительства крупномасштабных подземных сооружений. Современные технологии строительства подземных сооружений принято подразделять на следующие группы:

- «открытый» способ;
- «закрытый» способ;
- «полузакрытый» способ;
- «специальные» способы.

Таким образом, в рамках объекта «Развитие Киевского направления Московского железнодорожного узла для усиления пригородного пассажирского движения. Строительство IY главного пути на участке Москва-Сортировочная-Киевская-Апрелевка» проведем сравнительный анализ открытого и закрытого способа сооружения на примере «Реконструкции путепроводной развязки в створе Новомещерского проезда через железную дорогу. Сооружение городского транспортного тоннеля на ПК 141+80» и «Строительство пешеходного тоннеля на ПК140+84».

Основные характеристики сооружений:

– транспортный тоннель

длина 44.4 м;

высота 7,4 м;

ширина 26.9 м.

– пешеходный тоннель

длина 47 м;

высота 3.4 м;

ширина 4.5 м.

Проектом предусмотрен открытый способ строительства тоннелей.

Строительство осуществляется в 4-е стадии, с перекладкой путей на каждой стадии, с переустройством контактной сети и сетей СЦБ.

Перекладка путей: **I стадия (рис. 1)**

Переключение 4х путей – 4 окна по 20 ч.

Переанкеровка контактной сети для 4х путей – 14 окон по 2.5 ч.

Погружение шпунта в окна – 44 окна по 2.5 ч.

Извлечение шпунта – 15 окон по 2.5 ч.

**ИТОГО окон: 4 по 20 ч., 73 по 2.5 ч.**

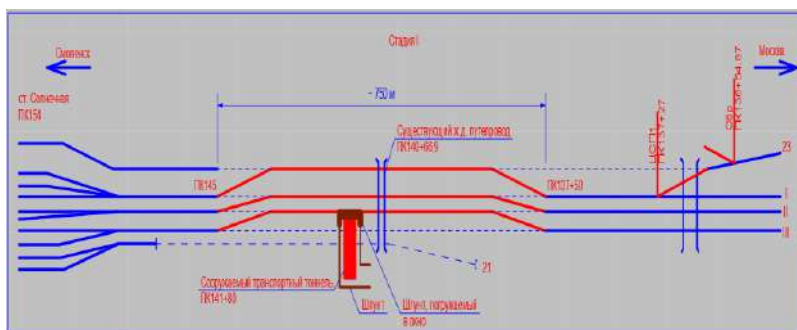


Рис. 1

**II стадия (Рис. 2)**

Переключение 2х путей – 2 окна по 20 ч.

Переанкеровка контактной сети для 2х путей – 8 окон по 2.5 ч.

Погружение шпунта в окна – 44 окон по 2.5 ч.

**ИТОГО окон: 2 по 20 ч., 52 по 2.5 ч.**

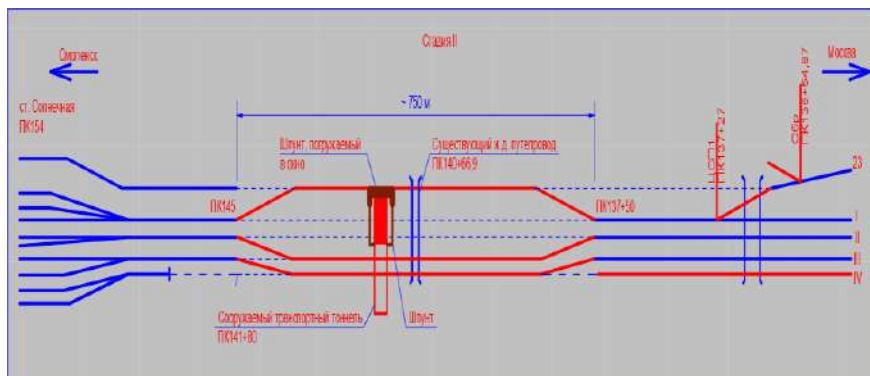


Рис. 2

### III стадия (Рис. 3)

Переключение 1го пути – 1 окно по 20 ч.

Переанкерировка контактной сети для 1х пути – 4 окна по 2.5 ч.

**ИТОГО окон: 1 по 20 ч., 4 по 2.5 ч.**

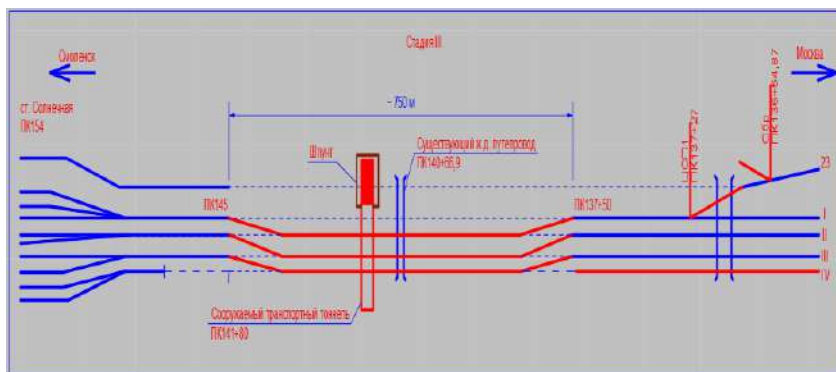


Рис. 3

### IV стадия (Рис. 4)

Переключение 6ти путей – 6 окон по 12 ч.

Переанкерировка контактной сети для 6ти путей – 24 окна по 2.5 ч.

**ИТОГО окон: 5 по 12 ч., 24 по 2.5 ч.**

**Итого общий срок реализации проекта составит 40 месяцев**, в том числе: 24 месяцев – срок по графику ПОС, 10 месяцев – увеличение из-за переноса газопровода и т.д., 6 месяцев - увеличение из-за переключений пути.

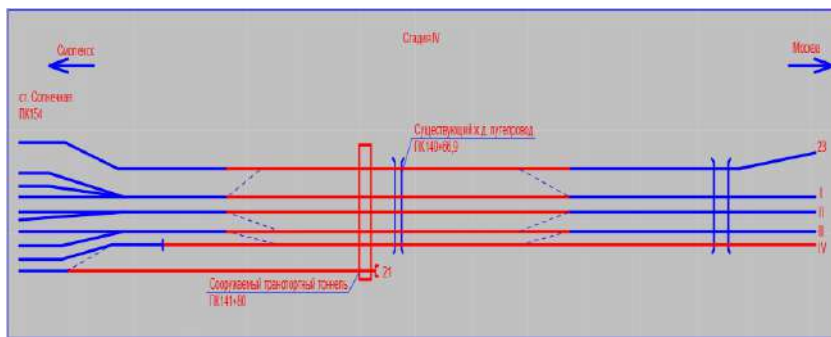


Рис. 4

### Предлагаемое решение – закрытый способ сооружения

Технологическая последовательность производства работ:

1. Устройство стартового и приемного котлованов
2. Устройство страховочных рельсовых пакетов (требуется 6 окон по 6 ч)
3. Бурение защитного экрана из труб
4. Разработка грунта
5. Сооружение постоянной обделки тоннелей
6. Архитектурно-отделочные работы.

### Преимущества:

1. Снижается количество окон в 27 раз. Следовательно, более безопасное производство работ, на порядок снижен риск срывов расписания движения поездов

2. Сокращение срока сооружения транспортного и пешеходного тоннелей:

- Начало работ на 10-12 месяцев раньше
- Сокращается длительность СМР на 12 месяцев

Итого общая экономия по срокам реализации проекта более 1,5 года (22 месяцев).

3. Не требуется производить перенос газопровода и вырубку зеленых насаждений вне полосы отвода РЖД

4. Сохраняется штатный (существующий) объем грузоперевозок

5. Сметная стоимость предлагаемого варианта прокладки закрытым способом сопоставима со стоимостью проектного решения открытым способом (с учетом затрат, необходимых для переустройства путей и инженерных сетей).

### Библиографический список

1. Теличенко В.И. Управление программами строительства подземных объектов: Научное издание / Теличенко В.И., Король Е.А., Каган П.Б., Коныхов Д.С. - Москва : Издательство АСВ, 2010. - 296 с.

2. Теличенко В.И., Зерцалов М.Г., Конюхов Д.С., Королевский К.Ю., Король Е.А. Современные технологии комплексного освоения подземного пространства мегаполисов./Научное издание - Москва: Издательство АСВ, 2010. - 360 с.
3. Вестник МГСУ. 2020., Т. 15, № 1 (136). - 2020. - 166 с.
4. СП 70.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87\* Несущие и ограждающие конструкции. 2012.

## ПРИМЕНЕНИЕ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩЕГОСЯ БЕТОНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

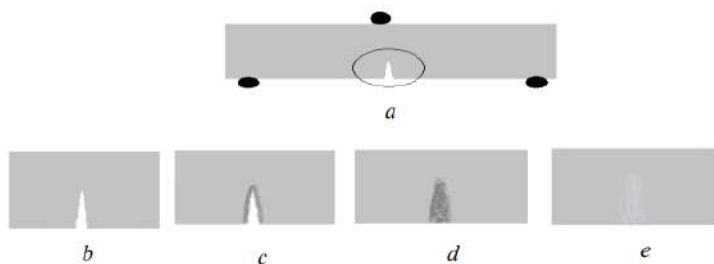
*Шафеева С.И., студент 2-го курса 6 группы ИИЭСМм  
Научный руководитель – Берлинова М.Н., доц., к.т.н.*

В наше время, значимой составляющей финансовой политики нашего государства является курс на реконструкцию функционирующих зданий и сооружений [1-4]. При проектировании и строительстве объектов, как правило, учитывают их последующее расширение, но практика показывает, что нереально предвидеть все без исключения изменения, которые возникают в ходе эксплуатации [11, 12]. Все сооружения имеют свой срок службы, с течением времени бетон под воздействием внешних факторов подвергается физическому износу. Физический износ сопровождается возникновением различных повреждений, которые снижают прочность бетона, его долговечность, а также стойкость к агрессивным средам [13]. Трещины и другие дефекты в железобетонных конструкциях могут возникнуть при несоблюдении технологических процессов производства при армировании, укладке бетонной смеси, твердении бетона или фиксации арматуры. К трещинообразованию приводят многократное замораживание и оттаивание, выщелачивание и другое [5-10, 14]. В некоторых случаях трещины могут возникать в труднодоступных местах, что несет дополнительные расходы. В связи с этим, в наше время все больше появляется потребность в реконструкции старых зданий и сооружений с использованием современных материалов, устройств и методов.

Существенным недостатком обычных бетонов является наличие пор, разных микродефектов, образующиеся при формировании бетонных и железобетонных изделий, их твердении, а также в ходе эксплуатации. Свойства бетона можно изменить, в случае если поры наполнить другим веществом. Данным веществом может послужить самовосстанавливающийся бетон или биобетон.

Самовосстанавливающийся бетон – это тип бетона, в составе которого существуют специальные микроорганизмы – палочковидные бактерии типа *Bacillus pasteurii*. Палочковидные бактерии с их питательной средой в виде лактата кальция помещают в капсулы и добавляют в структуру биобетона. В данной матрице бактериальные споры неподвижны. Но при появлении трещин и попадании в нее воды биоразлагаемая капсула растворяется, и бактерии становятся метаболически активными. Бактерии начинают съедать лактат кальция и в результате метаболизма вырабатывать ремонтный состав кальцит и известняк, который наполняет трещины, что препятствует попаданию в нее воды и последующее развитие. Бактерии подобного вида живут в щелочной среде, какой и является бетон, производят споры, которые могут выжить на протяжении длительного периода при отсутствии пищи и кислорода. Таким образом, получают материал, обладающий

наиболее высокой химической стойкостью, усовершенствованными прочностными и деформативными показателями.



**Рис. 1.** Общие принципы самовосстановления материалов:

а – механическая нагрузка, вызывающая образование трещины; б - вид трещины; с – появление «подвижной фазы»; д – затягивание трещины «подвижной фазой»; е – иммобилизация после устранения трещины.

Лабораторные исследования выявили абсолютную герметизацию искусственно созданных трещин шириной 0,3 миллиметров и глубиной 10 миллиметров и заметили, что проницаемость бетона была значительно меньше, нежели при заделывании цементным веществом. Кроме того, при обработке кальцитом микробиологического происхождения прочность на сжатие обработанных кубиков может быть восстановлена вплоть до 84%.

Выявлено, что материал способен восстановить свою механическую прочность практически в такой же степени, равно как и при цементировании трещин, ручным способом. Такие средства обладают невысокой вязкостью для обеспечения наиболее широкой сферы ремонта и достаточной капиллярной силой с целью перемещения восстанавливающего средства вглубь трещины, а также отличного сцепления между поверхностями.

Важным условием усиления конструкции самовосстанавливающимся бетоном считается сцепление старого и нового бетона. Сцепление нового бетона со старым может меняться в довольно обширных пределах – от почти абсолютной прочности монолитного до 40% от нее. Прочность сцепления зависит от различных факторов:

- от условий укладки бетона;
- методов уплотнения;
- обработки поверхности сопряжения и другие.

Для решения данной проблемы используют бетоны пластичной консистенции, которые представили наилучшие результаты в удобоукладываемости при применении бетонов с осадкой конуса 5-10 сантиметров. Все вышеописанное свидетельствует о том, что этот способ усиления конструкции раскрывает новые возможности для развития материалов и методов. Новые конструктивные решения могут помочь упростить не только процесс производства работ, но и расходы как трудовые, так и финансовые.

В соответствии с СН-509-78 «Инструкцией по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» можно определить экономическую выгоду от использования самовосстанавливающихся бетонов в ремонтных работах и строительстве. В качестве альтернативных вариантов были взяты бетоны без биодобавок, для которых расходы по возведению конструкций на стройплощадке равны нулю. В результате экономия в области эксплуатации конструкций за срок их службы увеличилась на 2,3 доллара за 1 м<sup>3</sup> биобетона. Таким образом, получен существенный экономический результат от внедрения самовосстанавливающихся бетонов.

Использование самовосстанавливающегося бетона эффективно, так как соединение кальцита, является естественным и экологически чистым. Способ самовосстановления с применением микроорганизмов может быть использован для бетонных конструкций, которые малодоступны для технического обслуживания и ремонтных работ. Срок службы конструкций увеличится, расходы на техническое обслуживание уменьшатся, невзирая на предположение о наиболее существенных начальных вложениях.

Как видим, актуальность данной темы велика. Исследование вопроса работы железобетонных плит перекрытия, которые усилены биобетоном, сможет помочь в дальнейших реконструкционных работах в зданиях и сооружениях. В перспективе биобетон способен приобрести обширное распространение и положительное использование в инновационно-технических решениях при ремонтных работах строительных конструкций и экологическом строительстве зданий и сооружений.

#### Библиографический список

1. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.
2. ГОСТ 31108-2016. Цементы общестроительные. Технические условия.
3. ГОСТ 31384-2017. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования.
4. СН 509-78. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений.
5. «Самоуплотняющийся бетон - путь в будущее» / Д. Шуттер // Международный бетон. пр-во. - 2013. - № 3. - С. 40-45.
6. «Самоуплотняющийся бетон с измельченным карбонатом кальция» / И. Панерс, Б. Хаймс, Б. Барраган, Р. Гонзала // Международный бетон. пр-во. - 2012. - № 1. - С. 34-40.
7. Самченко С.В. Сульфатостойкие композиционные цементы / С.В. Самченко // в сборнике: Бетон и железобетон - взгляд в будущее. научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону: в 7 томах. 2014. С. 137-144.



8. Ткач Е.В. Высокоэффективные модифицированные гидрофобизированные бетоны с улучшенными физико-техническими свойствами / Е.В. Ткач, В.С. Семенов, С.А. Ткач // в сборнике: Бетон и железобетон - взгляд в будущее. научные труды III Всероссийской (международной) конференции по бетону и железобетону: в 7 томах. 2014. С. 113-123.
9. Баженов Ю.М. Структура и свойства бетонов с наномодификаторами на основе техногенных отходов / Ю.М. Баженов, Л.А. Алимов, В.В. Воронин. – М.: МГСУ, 2013. 204 с.
10. Берлинов М.В., Римшин В.И. Использование нелинейных реологических методов расчета при усилении железобетонных конструкций // Сб. Ученые Владимирского гос. университета строительства. Владимир: ВГУ. 1999. С. 121-122.
11. Король Е.А. Развитие методов расчёта многослойных ограждающих конструкций с монолитной связью слоёв /Король Е.А., Берлинова М.Н.// [Электронный ресурс]: научное издание. Серия: Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ. Издательство МИСИ – МГСУ, 2019. –78 с.
12. Шафеева С.И. Современные методы мониторинга технического состояния здания. В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ. 2020. С. 315-318.
13. Berlinov M., Berlinova M., Tvorogov A. Resistance to the destruction of concrete in constructions of height buildings at dynamic loads. В сборнике: E3S Web of Conferences. 2018. С.02042.
14. Korol E.A., Berlinov M.V., Berlinova M.N. Kinetics of the strength of concrete in constructions. Procedia Engineering (см. в книгах). 2016. Т.153. С.292-297.

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЗОЛЫ УНОСА КАК ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ БЕТОНОВ

*Якончук Д.А., студент 2 курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ  
Научный руководитель – Остякова А.В., доц., к.т.н.*

В данной статье приведены результаты исследований по получению и изучению функциональных свойств различных видов бетона на основе отходов ТЭЦ – золы уноса, золошлаковых смесей ТЭЦ.

Отходы тепловых электростанций (топливных зол и шлаков) следует считать частью общей проблемы сохранения и очистки от загрязнения окружающей среды. Загрязнения окружающей среды – воздуха, воды и почвы – одна из важнейших современных проблем, касающаяся практически всех стран. В России и многих других странах наиболее распространенными источниками электроэнергии в городах и других населенных пунктах являются ТЭЦ, для получения электричества на них сжигается топливо, такое как уголь, газ и мазут. Существует множество преимуществ для возведения таких станций, одним из которых является невысокая стоимость строительства, поэтому они и являются главными источниками электроэнергии во многих странах. Но, несмотря на их относительную дешевизну, в строительстве таких станций есть огромные недостатки. Одним из главных недостатков данных станций является то, что они несут в себе огромный вред для окружающей среды, а именно загрязняя атмосферу пылью и дополнительно повышая ее температуру, что негативно сказывается в контексте глобального потепления. Так как для выработки электроэнергии в них сжигается топливо, образуется множество побочных продуктов после работы тепловой электростанции, которые выбрасываются в атмосферу. В результате сжигания угля образуется вещество, которое называется зола уноса. Эта зола представляет собой тонко измельченный материал, который хранят в специальных бункерах или выбрасывают в специальные золоотвалы в виде пульпы (смесь золы и воды), загрязняя огромные территории, которые впоследствии становятся непригодными для дальнейшего использования.

Однако большое количество исследований в этой области показывают, что зола уноса является ценным ресурсом для вторичного использования, который можно успешно применять в производстве цемента, бетона для производства бетонных и железобетонных конструкций и изделий (рис. 1) [1-2]. В развитых странах зола уноса широко применяется в качестве минеральной добавки к бетонным смесям, улучшая их свойства и свойства бетонов, а также рентабельность производства как бетонов, так и изделий и конструкций из них. При замещении обычного бетона бетоном с такой добавкой удешевляется процесс производства сборных ж/б конструкций и сокращаются сроки строительства из-за применения типовых конструкций, что в конечном счете ведет к развитию прогресса в этой области строительства.

Изделия, где применяется бетон с добавками из золы уноса: дорожные камни для покрытия тротуара и дорог, дорожные бетонные плиты, бетонные и железобетонные трубы, а также сборные железобетонные конструкции.



**Рис. 1.** Производство золобетона [3]

Зола уноса: мелкая, состоящая преимущественно из шарообразных стекловидных частиц пыли, образующаяся при сгорании мелко смолотого угля на теплоэлектрических станциях. Более тяжелые частицы - примерно 20%, собирающиеся на дне бойлера, называются "донной золой". Остальные 80%, более мелкие, уносятся газами и собираются в электростатических фильтрах. Это и есть зола-унос.

Зола-унос относится к пуццолановым материалам. Она транспортируется пневматическими механизмами в специальные башни наподобие силосных, где и хранится. Зола-унос собирается в разных частях электростатических фильтров. Более крупные и грубые частицы скапливаются в первых нескольких областях, и с каждой последующей областью они становятся все мельче и мельче. Перед использованием, золы уноса в производстве бетона, ее необходимо проверить на отсутствие крупных частиц и недогоревшего угля. После этого ее загружают в закрытые цистерны и отправляют на завод. На заводе зола-унос и цемент хранятся отдельно в «силосных» башнях. Различные строительные материалы, такие, как крупный наполнитель, песок и т.д., также складываются на заводе, и нет никакой нужды хранить их на месте строительства.

Применение золы уноса и золошлаковых смесей в качестве мелкого и крупного заполнителя в бетонной смеси значительно снижает себестоимость материала, так как подготовка золы уноса требует меньше затрат по сравнению с песком, щебнем и т.п.

По своему химическому составу продукт похож на природную глину, а по гранулометрии приближен к цементу. При этом в отличие от золошлаков он не включает в себя крупные куски сплавленной и спеченной золы. С точки зрения воздействия на бетон различают инертные добавки и пуццолановые или латентно-гидравлические добавки. Зола, соответствующая требованиям норм ГОСТ 25818-2017, или допущенная Комитетом Строи-

надзора к использованию в бетоне, применяется в качестве пуццолановой добавки.

Как и инертные добавки, зола уноса выполняет роль наполнителя, увеличивая плотность бетона. Дополнительные достоинства применения золы уноса: благодаря сферической форме частичек золы улучшается пластификация (скольжение цемента и песка по стекловидной поверхности частичек золы) бетона, что позволяет использовать меньшее количество воды в бетоне, это увеличивает его плотность и прочность, а бетон становится самоуплотняющимся.

Кроме этого, зола существенно повышает прочность бетона благодаря так называемой пуццолановой реакции (гидравлическая активность золы), при которой взаимодействуют содержащиеся в золе аморфный оксид кремния  $\text{SiO}_2$  и оксид алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3$  с гидроксидом кальция, образующейся при гидратации цемента. В результате такой химической реакции гидросиликаты кальция благоприятно влияют на долговечность бетона. Замедленно протекающая гидратация цементного вяжущего, благодаря введению золы, ведет к росту новообразующихся кристаллов, что способствует химическому уплотнению и уменьшению пор в затвердевшем бетоне. Таким образом применение золы способствует уменьшению размера пор и более равномерному их распределению в бетоне. Введение в бетонную смесь золы, в отличие от других активных минеральных добавок, обычно не ухудшает, а улучшает удобоукладываемость. Было установлено, что зависимость подвижности бетонной смеси от содержания в смеси золы имеет прогрессивный характер, и оптимальное содержание ее должно быть не более 30% массы вяжущего.

Согласно исследованиям немецкого ученого доктора технических наук Михаэля Лихтмана: добавление золы при изготовлении бетона позволяет существенно сократить расход цемента. Результаты его исследования сведены в табл. 1.

Таблица 1

**Экспериментальные данные исследования зависимости прочности бетона при добавлении в него золы**

Наименование показателя	Результаты испытаний			
	Без золы	С золой	С золой	С золой
Количество золы, $\text{кг}/\text{м}^3$	-	50	70	90
Прочность на сжатие в 28-дневном возрасте, $\text{Н}/\text{мм}^2$	68,7	69,1	66,4	61,9
Плотность бетона в 28-дневном возрасте, $\text{кг}/\text{м}^3$	2331	2309	2312	2317
Сокращение расхода цемента, $\text{кг}/\text{м}^3$	-	70	90	120

Данные результаты демонстрируют, что, независимо от свойств и количества цемента, полусухие бетонные смеси могут быть оптимизированы

благодаря применению золы таким образом, чтобы с высокой степенью надежности достичь требуемой прочности при сжатии и растяжении.

Подготовка золы для производства золобетона, имеющего конструкционно-теплоизоляционные свойства, подразумевает 1-й этап - это сушка, просеивание. А также, применяя золы уноса в качестве заполнителя для бетона, мы как бы помогаем и в некоторой степени улучшаем экологию нашей страны. Каждый год собираются тонны отходов от ТЭЦ, и эти летучие материалы загрязняют окружающую среду. Внедрение этой системы, т.е. использование золы уноса в качестве заполнителя позволит снизить загрязняемость и тем самым улучшить экологию.

Дисперсность и удельная поверхность минеральных вяжущих и пуццолановых добавок является чрезвычайно важным фактором, определяющим их активность, влияющим на тиксотропность и удобоукладываемость бетонных смесей и, что самое существенное, на характер набора прочности бетонов при твердении и на сами физико-механические и эксплуатационные свойства получаемых бетонов. Имеется много разрозненных и разнообразных данных по влиянию активного микрокремнезема на свойства модифицированных им бетонов, особенно мелкозернистых, роль которых в практическом строительстве в последние годы непрерывно возрастает. Имеются также многочисленные данные по положительной роли ультрадисперсных добавок к бетонам на основе зол уноса, особенно сланцевых зол. Однако в доступной литературе отсутствуют детальные сведения о концентрационных зависимостях влияния ультрадиспергированных микрокремнезема и сланцевой золы на свойства бетонных смесей и бетонов в целом, в которых прослеживалась бы роль наноразмерной фазы в их составе.

На сегодняшний день производится немало видов конструкционно-теплоизоляционного вида материалов. Самые распространенные из них - это газо- и пеноблоки. Главнейший недостаток этих материалов заключается в их себестоимости и определенных физико-механических свойствах. Утилизация вторичных продуктов промышленности в бетонах позволяет решать важные экологические, экономические и энергетические проблемы.

Дисперсность и удельная поверхность минеральных вяжущих и пуццолановых добавок является чрезвычайно важным фактором, определяющим их активность, влияющим на тиксотропность и удобоукладываемость бетонных смесей и, что самое существенное, на характер набора прочности бетонов при твердении и на сами физико-механические и эксплуатационные свойства получаемых бетонов. Имеется много разрозненных и разнообразных данных по влиянию активного микрокремнезема на свойства модифицированных им бетонов, особенно мелкозернистых, роль которых в практическом строительстве в последние годы непрерывно возрастает. Имеются также многочисленные данные по положительной роли ультрадисперсных добавок к бетонам на основе зол уноса, особенно сланцевых зол. Однако в доступной литературе отсутствуют детальные сведения о концентрационных зависимостях влияния ультрадиспергированных микро-

кремнезема и сланцевой золы на свойства бетонных смесей и бетонов в целом, в которых прослеживалась бы роль наноразмерной фазы в их составе.

Уникальные свойства золы уноса лучше всего рассматривать в контексте её применения:

1. Высокая дисперсность и химическая активность. Зола энергично взаимодействует с портландитом, связывая его в низкоосновные гидроалюминаты и гидросиликаты кальция. Таким образом формируется гель, который снижает пористость цемента и запасаает воду для дальнейшей гидратации. Это повышает плотность бетона, улучшает его водонепроницаемость и морозостойкость, избавляет от высолов. Кроме того, снижение количества портландита исключает образование «цементных бацилл», что увеличивает сульфатостойкость цемента. Также высокая дисперсность золы позволяет добавлять её в бетонную смесь без необходимости совместного помола.

2. Удобоукладываемость и способность к минеральной пластификации. Зола уноса имеет мелкие сферические частицы, которые действуют в роли своеобразных «подшипников», позволяя частицам наполнителя и заполнителя легче скользить друг по другу. Это уменьшает водопотребность растворов, повышает однородность бетонных смесей, увеличивает их пластичность и удобоукладываемость.

3. Устойчивость к агрессивным средам. Цемент, в который добавлено 20% золы уноса, становится более стойким при погружении в агрессивную воду, например, морскую либо технологическую.

А также одним из главных преимуществ применения золы-уноса в качестве заполнителя для бетона это как бы помощь и в некоторой степени улучшение экологии нашей страны. Каждый год собираются тонны отходов из теплоэнергетических станции, и эти летучие материалы загрязняют окружающую среду. Внедрение этой системы, т.е. использование золы уноса в качестве заполнителя позволит снизить загрязняемость и тем самым улучшить экологию страны.

#### Библиографический список

1. Лихтман Л. Использование золы уноса ТЭС в качестве добавки при изготовлении бетонных и железобетонных конструкций и изделий // [masterbetonov.ru](http://masterbetonov.ru). М.: ООО «Стройсервис», - Режим доступа: <http://www.masterbetonov.ru/content/view/16111/128/>, свободный.

2. Вишня Б.Л. Технологии утилизации и экологически чистого складирования отходов ТЭС. М: ОАО «УралОРГРЭС». Режим доступа: <http://www.ecoindustry.ru/>.

3. Сайт «Сметчик.рф» [Электронный ресурс]. - Золобетон – особенности и технология производства материала. М.: . – Режим доступа: <https://www.сметчик.рф/assets/uploads/multimedia/images/zolobeton-2.jpg>, свободный.

4. Андреева Н.Г. Проблемы утилизации золошлаковых отходов ТЭЦ и возможные пути их решения // Научный журнал "Ползуновский вестник" – 2011, № 4-2. Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2014/feht/aleksandrova/library/article5.htm>
5. ГОСТ 25820-2014. ГОСТ 25820-2014 Бетоны легкие. Технические условия (Переиздание). М.: ОАО «ЦПП», 2015.